

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroekologie a rostlinné produkce



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

**Vliv pomocných plodin při pěstování brambor technologií
záhonového odkamenění na kvalitu konzumních hlíz**

Diplomová práce

Bc. Veronika Dobiášová

Kvalita potravin a zpracování zemědělských produktů

Ing. Pavel Procházka, Ph.D.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Vliv pomocných plodin při pěstování brambor technologií záhonového odkamenění na kvalitu konzumních hlíz" 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 20.4.2025

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucímu práce Ing. Pavlu Procházkovi, Ph.D. za konstruktivní připomínky a kvalitní spolupráci při psaní této diplomové práce a za odborné vedení experimentální části. Dále děkuji za pomoc při realizaci experimentu Ing. Jiřímu Holejšovskému. Velké díky také patří mé rodině za podporující prostředí při studiu.

Vliv pomocných plodin při pěstování brambor technologií záhonového odkamenění na kvalitu konzumních hlíz

Souhrn

Předložená diplomová práce se zabývá vlivem pomocných plodin na produkční a kvalitativní parametry brambor. Cílem bylo ověřit vliv pomocných na plodin na následující ukazatele: výnos, výnos konzumních hlíz, počet hlíz pod trsem, počet konzumních hlíz pod trsem, obsah škrobu. Tyto parametry byly ověřovány v rámci tříletého polního pokusu v letech 2022 - 2024, který se uskutečnil v obci Chmelná ve Středočeském kraji na rodinné farmě. Jako odrůda pro provedení pokusu byla zvolena Antonie. Konkrétní pomocné plodiny byly vytipovány podle očekávaných vlastností, pro tento pokus byly využity následující: bob obecný, oves nahý, hrách setý. Pomocné plodiny byly vysévány ve dvou termínech – souběžně při sázení brambor, nebo až později během vegetace podle aktuálních podmínek v daném roce. Vliv pomocných plodin byl porovnáván s kontrolní variantou, která zahrnovala pouze pěstování hlavní plodiny bez plodin pomocných. Cílem práce bylo zjistit, zda existují statisticky významné rozdíly mezi kontrolní variantou a variantami s pomocnými plodinami.

Celkový výnos hlíz z jednoho hektaru byl vypočítán podle počtu jedinců na jednotce plochy, celkově se udává 44 500 jedinců. Jako konzumní hlízy byly hodnoceny všechny nepoškozené hlízy v intervalu velikosti 35-80 mm. Rozlišení konzumních a nekonzumních hlíz proběhlo za pomoci síta o definované velikosti oka. Obsah škrobu v hlízách byl stanoven polarimetricky metodou podle Ewerse. Výsledky byly podrobeny statistickému testování. Mezi jednotlivými parametry nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly.

Protože přítomnost pomocných plodin nepůsobí negativně na produkční a kvalitativní parametry, je jejich využití doporučeno zejména jako ochrana proti erozi, ze které se stal celosvětový problém. Další pozitiva, která pomocné plodiny přináší je rozvoj půdního edafonu, eliminují rozvoj plevelů. Je ale nutné zmínit, že pomocné plodiny mohou svádět konkurenční boj s hlavní plodinou, navíc může být problematická její regulace. Na základě výsledků předložené práce by bylo možné doporučit pomocné plodiny v systémech produkce brambor.

Klíčová slova: konzumní brambory, výtěžnost hlíz, obsah škrobu, pomocné plodiny

Effect of cover crops in potato cultivation by bed-destoning technology on the quality of table tubers

Summary

This thesis deals with the influence of cover crops on production and quality parameters of potatoes. The aim was to verify the influence of cover crops on the following parameters: yield, yield of edible tubers, number of tubers under the cluster, number of edible tubers under the cluster, starch content. These parameters were verified in a three-year field trial from 2022 to 2024, which took place in the village of Chmelná in the Central Bohemian Region on a family farm. Antonia was chosen as the variety for the trial. The specific cover crops were selected according to the expected characteristics, and the following were used for this experiment: broad beans, naked oats, sown peas. Cover crops were sown at two times - simultaneously with the planting of potatoes or later during the growing season, depending on the actual conditions of the year. The effect of the cover crops was compared with the control variant, which included only the cultivation of the main crop without cover crops. The aim of the study was to determine whether there were statistically significant differences between the control and the variants with cover crops.

The total tuber yield per hectare was calculated based on the number of individuals per unit area, with a total of 44 500 individuals. All intact tubers in the size range 35-80 mm were assessed as consumable tubers. The starch content of the tubers was determined polarimetrically by the Ewers method. The results were subjected to statistical testing. No statistically significant differences were found between the parameters.

Since the presence of cover crops does not adversely affect production and quality parameters, their use is recommended especially as a protection against erosion, which has become a worldwide problem. Another positive effect of the cover crops is the development of the soil edaphon, eliminating the development of weeds. However, it is important to mention that cover crops can compete with the main crop and their regulation can be problematic. Based on the results of the present work, it would be possible to recommend cover crops in potato production systems.

Keywords: edible potatoes, potato yield, starch content, cover crops

Obsah

1 Úvod	9
2 Vědecká hypotéza a cíle práce	10
3 Literární rešerše.....	11
3.1 Počátky pěstování	11
3.2 Pěstování v současnosti	12
3.2.1 Ekonomické faktory	13
3.3 Výživa a hnojení	13
3.4 Technologie pěstování.....	15
3.4.1 Příprava před sázením	15
3.4.2 Technologie záhonového odkameňování	15
3.4.3 Příprava sadby.....	16
3.4.4 Sklizeň	16
3.4.5 Skladování	16
3.5 Choroby	17
3.6 Pomocné plodiny.....	19
3.7 Používané pomocné plodiny	21
3.7.1 Bobovité (<i>Fabaceae</i>)	21
3.7.1.1 Bob obecný (<i>Vicia faba</i>).....	21
3.7.1.2 Hrách setý rolní peluška (<i>Pisum sativum subsp. arvense</i>).....	21
3.7.1.3 Sója luštinatá (<i>Glycine max</i>)	21
3.7.1.4 Jetel inkarnát (<i>Trifolium incarnatum</i>).....	21
3.7.2 Lipnicovité (<i>Poaceae</i>).....	22
3.7.2.1 Žitovec (<i>Triticale</i>)	22
3.7.2.2 Ječmen setý (<i>Hordeum vulgare</i>).....	22
3.7.2.3 Oves setý (<i>Avena sativa</i>)	22
3.7.3 Brukvovité (<i>Brassicaceae</i>).....	22
3.7.3.1 Hořčice bílá (<i>Sinapis alba</i>)	23
3.7.4 Hvězdnicovité (<i>Asteraceae</i>)	23
3.7.4.1 Slunečnice setá (<i>Helianthus annus</i>).....	23
3.7.5 Ostatní čeledi	23
3.7.5.1 Svazenka vratičolistá (<i>Phacelia tanacetifolia</i>)	23
3.8 Eroze půdy	23
3.9 Meziplodiny	25

3.10	Kvalitativní parametry brambor	27
3.10.1	Chemické složení hlíz	27
3.10.2	Škrob	28
3.10.3	Dusíkaté látky.....	28
3.10.4	Lipidy.....	29
3.10.5	Vitaminy a minerální látky	29
3.10.6	Akrylamid.....	29
3.10.7	Glykoalkaloidy.....	30
3.10.8	Užitkové směry	30
3.10.9	Průmyslové zpracování brambor	31
4	Metodika	32
4.1	Lokalita.....	32
4.1.1	Teplota	32
4.1.2	Srážky.....	33
4.2	Odrůda	34
4.3	Ročník 2022	34
4.4	Ročník 2023	34
4.5	Ročník 2024	35
4.6	Sklizeň pokusů	35
4.7	Stanovení škrobu	36
5	Výsledky	41
5.1	Výnos	41
5.2	Výnos konzumních hlíz.....	42
5.3	Relativní výnos	43
5.4	Počet hlíz pod trsem	45
5.5	Hmotnost hlíz pod trsem.....	47
5.6	Počet konzumních hlíz pod trsem.....	48
5.7	Obsah škrobu.....	50
6	Diskuze	53
6.1	Výnos	53
6.2	Výnos konzumních hlíz.....	54
6.3	Počet hlíz pod trsem	54
6.4	Počet konzumních hlíz pod trsem.....	54
6.5	Obsah škrobu.....	55
7	Závěr	56
8	Literatura.....	57

1 Úvod

Brambory jsou celosvětově rozšířenou plodinou, společně s rýží, kukuřicí a pšenicí tvoří nejčastěji pěstované zemědělské komodity. Jejich pěstování je typické vysokou intenzitou. Pěstují se v rozmanitých podmínkách, na podmínky prostředí jsou velice náročné (Djaman a kol. 2022). Právě vysoké požadavky na kvalitu půdy dělají z brambor plodinu technologicky obtížnou. Jejich pěstování zahrnuje složité technologické operace, které podnítily snahy zemědělců o případné alternativní postupy, které by bylo běžně možné zahrnout do jejich pěstování (Carter a Sanderson 2001). Na stejný pozemek by se pěstování brambor nemělo vracet dříve než za 4 roky. Dodržením tohoto intervalu dojde k omezení rozvoje karanténních chorob (Vokál a kol. 2003).

Postavení brambor v jídelníčku lidí na planetě není zanedbatelné. Obecně se považují za cenově příznivý zdroj. Jednak jsou dobrou zásobárnou energie v dietě díky přítomnému škrobu, ale jsou ceněné i pro obsah bílkovin. Kromě toho se v bramborách nacházejí i vitaminy, minerální látky a další příznivě působící složky, jako příklad poslouží rezistentní škrob. Dokonce jsou bramborám připisovány i protizánětlivé účinky (Reddivari a kol. 2019). Brambory převažují v jídelníčku u obyvatel v rozvojových zemích (Zaheer a Akhtar 2016).

Pozemek se na pěstování brambor připravuje už od podzimu, kdy dojde k mechanické přípravě půdy pomocí podmítky a orby. V druhé polovině minulého století se na území britských ostrovů začala rozvíjet technologie záhonového odkameňování. Tato technologie je typická několika kroky. Nejprve je potřeba na pozemku připravit hrůbky pro budoucí uložení sadbových brambor. Poté dochází k separaci kamenů a hrud, což je operace technologicky náročná. Po separaci následuje sázení brambor (Vokál a kol. 2003). Odstranění hrud, kamenů a jiných nežádoucích příměsí má pozitivní vliv na sklizené hlízy. Jednak dochází k menšímu poškození hlíz, omezuje morfologické abnormality hlíz a v neposlední řadě usnadňuje práci personálu při sklizni a třídění (Holejšovský a kol. 2023a).

Globálním problémem při pěstování brambor je eroze, větrná i vodní. Eroze je definována jako proces znehodnocování půdy. Protože v současné době probíhá degradace půdy rychleji než její obnova, je erozními procesy vážně ohrožená dostupnost potravin na světě. Eroze s sebou nese i riziko nedostatku vody (Nyawade a kol. 2019).

Pěstování hlavní plodiny s pomocnou plodinou se uplatňuje u širokořádkových plodin, což je kromě brambor například kukuřice setá, mák setý, řepka ozimá, sója luštěnatá a další. Mezi hlavní přínosy pomocných plodin patří eliminace erozních pochodů a rozvoje plevelů. Mimo to pomocné plodiny zajistí pokryv půdy. Pomocné plodiny také zvyšují rozmanitost půdního edafonu. Nejsou to ale pouze klady, které doprovází využití pomocných plodin. Existuje riziko konkurenčního boje o vodu a živiny pomocné a hlavní plodiny, v některých případech se můžou rozvinout choroby a škůdci, a to i v následné plodině, rezistence k použitým chemickým prostředkům (Brant a kol. 2019).

2 Vědecká hypotéza a cíle práce

- 1) Využití pomocných plodin při pěstování brambor nemá vliv na produkční parametry konzumních hlíz brambor.
- 2) Využití pomocných plodin při pěstování brambor nevede ke změnám v kvalitativních parametřích sklizených hlíz (výťažnost konzumních hlíz, obsah škrobu v hlízách).

Cíle práce:

Cílem práce je jednak zpracování kvalitní literární rešerše na zvolené téma a jednak ověřit vliv vybraných pomocných plodin pěstovaných mezi hrůbky brambor na kvalitativní parametry konzumních hlíz. Cílem práce je zhodnotit produkci konzumních hlíz z hlediska jejich výťažnosti a z hlediska obsahu škrobu v hlízách.

3 Literární rešerše

Brambory představují nedílnou součást lidské výživy (Gunko a kol. 2023). Vedle pšenice, rýže a kukuřice patří k nejvýznamnějším pěstovaným plodinám na světě (Maulidiyah a kol. 2024). Role brambor v celosvětovém měřítku je tak důležitá, že je apelováno na zvýšení jejich pěstebních ploch. Důraz je také kladen na zvýšení výnosu k zajištění dostatečných potravinových zdrojů pro stále narůstající lidskou populaci (Bilal a kol. 2024), která by se do roku 2050 měla rozrůst na 10 miliard lidí na planetě (Salisu a kol. 2024). Také nelze opomíjet finanční aspekt pěstování (Liškas a kol. 2023). Jako potravina jsou brambory ceněné pro obsah živin, zejména minerálních látek (Gunko a kol. 2023), v poslední době se také diskutuje využití slupek jako vedlejších produktů (Cozma a kol. 2023). Přestože se brambory pěstují ve více jak polovině zemích světa, v současnosti je jejich spotřeba na vzestupu. Kromě kulinární úpravy je také možné využití jako průmyslová surovina pro výrobu škrobu, alkoholu nebo jako krmivo. Oblibě se těší také zahrádkářské pěstování v domácích podmínkách (Maulidiyah a kol. 2024). Z hlediska výnosů brambory nejvíce ovlivňuje plíseň bramborová. Při jejím napadení dochází k radikálnímu poklesu výnosu (Sawicka a kol. 2022). Pěstování brambor musí být přizpůsobeno také globálním klimatickým změnám, které ovlivňují celou zemědělskou výrobu (Nascimento a kol. 2024). Brambory jsou ohroženy zejména suchem. Odhaduje se, že jejich výnos může být do konce roku 2069 snížen až o třetinu (Wilmer a kol. 2022).

V osevním postupu jsou brambory považovány za zlepšující plodinu. V České republice se využívají primárně jako zdroj pro lidskou výživu, a to zejména ve formě zpracovaných produktů, a jako surovina pro výrobu škrobu, v ústraní je produkce brambor pro krmné účely či pro lihovarské zpracování. Do celkové produkce naší země významně promlouvají i domácí pěstitelé, brambory se hojně vyskytují na zahrádkách, kde se pěstují pro samospotřebu (Vokál a kol. 2013). Střídání plodin v osevních postupech je základním předpokladem pro eliminaci chorob a škůdců (Ratnadas a kol. 2012).

3.1 Počátky pěstování

Pěstování brambor pochází původně z jihoamerických And, odkud došlo k rozšíření do zbytku světa (Le Vayer 2017), jejich kolébkou je ale území dnešní Peru, Bolívie a části Chile (Vokál a kol. 2013). Estupinan (2023) datuje pěstování rodu *Solanum* do doby před 13 000 lety. Původně se brambory pěstovaly ve vysokých nadmořských výškách – až 4000 m n. m. Vzhledem k místním klimatickým podmínkám bylo potřeba zbavit hlízy přebytečného obsahu vody, proto se vysoušely. Takto upravené hlízy nesou označení chunos (Exnarová 2017). Do Evropy brambory dovezli Španělé asi v polovině 16. století (Exnarová 2017), kde byly tamními zemědělci přijaty (Lutaladio a Prakash 2010). Nejprve byly využívány pro okrasné či léčebné účinky. Pro samotnou výživu lidí se využívaly od 17. století, k jejich oblibě přispěly zejména roky zmítané bídnou úrodou a hlad, kdy pro spoustu obyvatel brambory představovaly jakousi poslední možnost k nasycení (Exnarová 2017). Po Evropě se rozšířily ze Španělska (Vokál a kol. 2013). K prudkému rozmachu plodiny došlo zejména během 18. a 19. století, na konci minulého století byl zaznamenán prudký nárůst produkce brambor v Asii a v Africe (Lutaladio a Prakash 2010). Je až s podivem, že jiné plodiny, které se dostaly do Evropy

z „nového“ kontinentu, byly oblíbené dříve než brambory – jednalo se o rajčata, kukuřici a v neposlední řadě tabák (Vokál a kol. 2013).

Na naše území se brambory rozšířily v polovině 18.století – za vlády Marie Terezie. Tehdy se označovaly jako zemská jablka – však označení zemáky u nás přetrvává dodnes (Exnarová 2017). Nutno poznamenat, že se zde původně využívaly především jako krmivo. Časem se samozřejmě začaly využívat i jako potravina určená pro lidi. Významnějším problémem byla v polovině 19.století hniloba. Výsledkem byl razantně nižší výnos, bohužel až o 50-70 % nižší. Podle rozmanitých lokalit pěstování se následně vyprofilovala místa vhodnější k pěstování – těmi se staly lokality s vyšší nadmořskou výškou. To u nás platí dodnes, Vysočina je typickou oblastí produkce brambor. V návaznosti na to se zde vyskytují i zpracovatelské podniky (Vokál a kol. 2013).

Je třeba dodat, že se v historii pěstování brambor otiskla i politická situace minulého století, která kromě kvality, výnosu a osázených ploch poznamenala i českou konkurenceschopnost. Jednoznačným posunem před byl rozvoj mechanizace (Vokál a kol. 2013). Časem se z brambor stala přirozená součást potravy lidí po celém světě, ačkoliv se při jejich pěstování objevily nemalé problémy s plísní bramborovou (Exnarová 2017).

3.2 Pěstování v současnosti

I přes svou důležitost na potravinovém žebříčku jsou brambory náchylné na abiotické faktory – sucho, teplotní extrémy, přítomnost těžkých kovů v půdě, zasolení (Bilal a kol. 2024). Také je nutné zmínit, že lidská populace je na vzestupu, do poloviny 21.století se očekává její nárůst o jednu třetinu. Pracovních sil v zemědělství ubývá, jejich pokles je dán globální situací, kdy v nedávné době příliv pracovníků do zemědělství omezila pandemie Covidu-19. Úkolem současných zemědělských systémů by mělo být zajištění dostatečného množství potravin a jejich cenová dostupnost (Salisu a kol. 2024). Podle Českého statistického úřadu dosáhla spotřeba brambor v roce 2022 69,2 kg/osoba. Tato hodnota dokazuje oblibu brambor v české kuchyni, neboť ostatní přílohy se u nás konzumují výrazně méně. Konkrétně v tom stejném roce činila spotřeba rýže 9 kg/osoba, u těstovin byla hodnota ještě nižší – 7,3 kg/osoba (Český statistický úřad 2024a).

V České republice stále dochází ke snižování pěstebních ploch brambor. Opačná situace panuje v jiných evropských státech - jako například v Německu, Francii a Belgii, kde každoročně plocha vymezená pro pěstování brambor roste v řádech vyšších stovek hektarů (Fuka 2022). V roce 2023 v uvedených státech průměrný výnos dosáhl 43,7 t/ha (Bouma 2024). Úroveň výnosu je v České republice nízká. V porovnání s jinými zeměmi EU – Německem, Francií či Nizozemskem, je u nás výnos téměř o 20 t/ha nižší (Vokál a kol. 2013). V roce 2023 se u nás brambory pěstovaly na necelých 30 000 hektarech (Venclová 2024), ještě v 90.letech 20.století se tu běžně osázelo až 100 000 ha brambor. Meziroční pokles ploch se pohybuje mezi 3-5 % (Vokál a kol. 2013). V roce 2004 přitom dosáhla produkční plocha až 42 000 hektarů. I když průměrný výnos činil 23,57 t/ha, v roce 2022 byl průměrný výnos více než o 5 t/ha vyšší – 28,67 t/ha. Celková produkce však klesá (Ministerstvo zemědělství 2023). Snížení bylo zaznamenáno u brambor pro průmyslové zpracování, ale i pro brambory konzumní (Venclová 2024). Bouma (2024) i Venclová (2024) upozorňují na horší dostupnost sadby. Tyto skutečnosti se negativně odrážejí na stabilitě naší produkce a proměnlivém množství brambor z dovozu

(Vokál a kol. 2013). Predikce ovšem nejsou příliš příznivé. Očekává se výrazný pokles výnosů brambor jako důsledek globálního oteplování. Průzkumy předpovídají pokles výnosů o 18-32 % do roku 2069 (Bilal a kol. 2024).

3.2.1 Ekonomické faktory

Kvůli nízké lokální produkci nemůže Česká republika udávat trendy v cenách produkovaných brambor. Samotné pěstování patří v porovnání s ostatními plodinami k těm ekonomicky náročnějším a výsledná cena pro malospotřebitele se velmi dynamicky mění každou sezónu. Výsledná prodejní cena reflektuje i výnos v okolních státech, neboť brambory jsou u nás výraznou dovozní komoditou (Vokál a kol. 2013).

Nelze opomenout neustálé zvyšování nákladů – ceny elektrické energie se více než zdvojnásobily, stejně tak rostou i ceny minerálních hnojiv a ceny služeb. Průměrná cena brambor všech užitkových směrů se pohybuje v hodnotách 3,5 – 5 Kč/kg. Zisk z 1 ha činí přes 100 000 Kč. Důležitým faktorem jsou i dotační tituly (Čížek 2024).

3.3 Výživa a hnojení

Výživa brambor je z hlediska náročnosti na minerální látky vysoká, a to hlavně z důvodu jejich vysokého výnosu. Obecně jsou brambory považovány za plodinu náročnou na přísun minerálních látek. Jejich dostatek je zásadní při působení nepříznivých podmínek (Setu 2022). Kromě toho je nutné dodržovat i předepsaný osevní postup (Vokál a kol. 2013). Náklady na nákup přípravků se na celkových nákladech podílí z 10,9 % (Čížek 2024). Spotřeba živin na 10 t hlíz se uvádí následující: 40 – 50 kg dusíku, 8,8 kg fosforu, 70 kg draslíku, 22 kg vápníku, 8,4 kg hořčíku (Kusá a kol. 2023).

Základní minerální látkou pro pěstování rostlin je dusík. Pro rostliny je nezbytný v procesu fotosyntézy, ovlivňuje tvorbu kořenového systému a květů (Valenzuela 2024). Dusík se aplikuje na jaře, ale před samotným sázením. Nejvyšší nároky rostliny na dusík jsou od 30. dne vegetace. Během vegetační doby požadavky na přísun dusíku kolísají (Svobodová 2023). Nedostatek dusíku negativně ovlivňuje růst rostliny (Valenzuela 2024), stejně tak není žádoucí ani příliš vysoká dávka, která ovlivňuje celkový výnos (Svobodová 2023). Nadbytečné hnojení dusíkem nedává smysl ani z hlediska ekonomického (Qaswar a kol. 2024), navíc je rizikové z hlediska antropogenního a environmentálního vlivu (Valenzuela 2024), například dochází k vyšší produkci skleníkových plynů (Nascimento a kol. 2024), konkrétně se jedná o oxid dusný (Mancer a kol. 2024). Svobodová (2023) udává jako nadbytečnou dávku 150 kg N/ha. Brambory přebytečné množství dusíku ukládají do hlíz, což představuje riziko pro konzumenty. Dusičnany se v trávicím traktu redukuje na dusitany, za jejich přítomnosti se oxidují železnaté ionty na železité. Tento jev způsobuje methemoglobinémii, kdy dochází k omezení přenosu kyslíku do buněk. Život ohrožující stav je to především pro kojence (Nascimento a kol. 2024). Na nebezpečnost dusičnanů, potažmo dusitanů, ve stravě upozorňuje i Poberežny a kol. (2023). Udává se, že polovina dusíku dodaného rostlinám se uvolní do životního prostředí, kde kromě něj ohrožuje i zdraví člověka (Qaswar a kol. 2024). Při vodní erozi narůstá nebezpečí odplavení dusíku do přilehlých vodních ploch, takže správná technologie eliminuje znečištění podzemních i povrchových toků (Kasal a Růžek 2024). Nadbytečná dávka dusíku ovlivňuje i kvalitu hlíz. Hrozí nižší obsah sušiny a škrobu, má vliv i na senzorickou jakost hlíz

(Svobodová 2023). Současné zemědělství se bezesporu neobejde bez průmyslových hnojiv. Pro jejich výrobu je nezbytný zemní plyn, který v posledních letech prošel prudkým cenovým nárůstem (Svoboda 2023). Používá se v pevné či kapalně formě (Vokál a kol. 2013). Je zřejmé, že dnešní zemědělství se bez používání dusíku neobejde. Z hlediska potřeby dusíku je třeba podotknout, že rostliny rodu bobovité (*Fabaceae*) dokážou díky bakteriím rodu *Rhizobium*, které vytváří na kořenech drobné hlízky, fixovat vzdušný dusík a rostliny jej poté dokážou zužitkovat (Del Papa a kol. 2024). Řešení nadbytečného užívání dusíku nabízí precizní zemědělství, ve kterém dochází k podrobnému mapování aktuálních výživových potřeb v rámci porostu (Qaswar a kol. 2024).

Neméně důležitými elementy při výživě jsou fosfor a dusík. Ukázalo se, že v půdě musí být nejprve dostatečná zásoba těchto dvou prvků, aby bylo hnojení dusíkem pro porost přínosné. Dbát na obsah draslíku je zapotřebí právě u brambor, dále například u kukuřice či cukrové řepy. Vhodným zdrojem draslíku je močůvka, kejda a hnůj (Balík a kol. 2024). Draslík je stěžejní z hlediska výnosu a kvality hlíz (Gelaye a kol. 2022), ovlivňuje kvalitu škrobu, jeho nadbytek zhoršuje jeho kvalitu (Kasal a kol. 2010). Správná hladina draslíku usnadňuje příjem dusíku. Draslík je přijímán ve formě draselného kationtu (Setu 2022). Aplikuje se většinou ve formě draselné soli – KCl (Kasal a kol. 2010), aplikaci je nejlepší provést na podzim. Pokud by se dávka aplikovala až na jaře, může to negativně ovlivnit parametry škrobu (Vokál a kol. 2013). Potenciál využití draslíku je u brambor vysoký, vyšší než u obilnin. Je nezbytný pro správný růst a jeho relativně dostatečné množství se pozitivně projevuje i na výnosu (Sidhu a kol. 2024). Chaurasiya a kol. (2023) dávají do souvislosti výnos a optimální hladiny draslíku a zinku. Nadbytek draslíku brání vstřebávání vápníku (Vokál a kol. 2013). V případě nedostatečného množství draslíku v půdě je rostlina ohrožena různými abiotickými faktory, jako třeba větší náchylností na sucho, ale i různými chorobami a škůdci (Setu 2022). Právě zmíněná nízká odolnost na sucho je dána samotnou morfologií rostliny, protože brambory mají mělce uložený kořenový systém (Wilmer a kol. 2022).

Fosfor je živina, kterou brambory potřebují v poměrně vysokém množství. Jeho dostupnost v půdě je omezena fyzikálně chemickými vlastnostmi konkrétní půdy (Setu 2022), například jejím pH (Fixen a Bruulsema 2014). Bez fosforu se neobejde tvorba hlíz (Gelaye a kol. 2022). Vyhovující je spíše kyselé pH, optimální rozsah je 5,5 – 6,5 (Kasal a kol. 2010).

Z ostatních elementů je potřeba zajistit přísun hořčíku a vápníku. Vápník podporuje lepší růst kořenového systému. Díky němu vzniká větší plocha pro příjem živin (Kasal a kol. 2010). Vokál a kol. (2013) udává potřebu vápníku 2,2 kg na 1 tunu hlíz. Kromě kořene dochází k prudšímu nárůstu i dalších částí, prodlužuje se stonek a listová plocha (El-Beltagy a kol. 2002). Pokud by se porost vápnil, hrozí vyšší riziko vzniku strupovitosti. Proto je lepší vápnění zařadit až po sklizni (Kasal a kol. 2010). Vápník má pozitivní vliv na tuberizaci, celkový počet hlíz i počet konzumních hlíz (Ozgen a kol. 2002). Karlsson a Palta (2003) potvrzují, že dostatečná hladina vápníku eliminuje mechanická poranění hlíz. Vstřebávání vápníku může být omezen hlinítovými kationty (Lazarevic a kol. 2012).

Hořčík je nejdůležitějším prvkem pro zásadní rostlinný proces – fotosyntézu. (Ciecko a kol. 2012). Nedostatek hořčíku se projevuje chlorózami (Kasal a kol. 2010). Nutno dbát i na poměr draslíku a hořčíku (Vokál a kol. 2013). Kromě toho se jeho nepřítomnost podepisuje i na kulinárních vlastnostech hlíz, rozdíly jsou zřejmé na uvařených hlízách. Ovlivňuje odolnost

z hlediska stresu. Pro rostlinu je nepostradatelný, má vliv na příjem dusíku a hospodaření s ním (Poberezny a kol. 2023).

3.4 Technologie pěstování

3.4.1 Příprava před sázením

Pěstování brambor se pojí s náročným zpracováním půdy (Carter a Sanderson 2001). Příprava před sázením zahrnuje takovou přípravu půdy, která se podílí na vhodných fyzikálních, biologických a chemických vlastnostech pozemku (Vokál a kol. 2004). Pěstitel by měl nejdříve vybrat vhodný pozemek pro pěstování brambor. V úvahu je nutné brát situování pozemku s ohledem na riziko eroze. Obecně se doporučuje pěstovat brambory na stejném pozemku nejdříve po 4 letech, v případě častějšího osázení se zvyšuje riziko přenosu chorob, škůdců a většího zaplevelení (Vokál a kol. 2013).

Nejčastěji se brambory sází na pozemek, kde se pěstovala obilnina. Po její sklizni se ideálně provede podmítka, a to do maximální hloubky 100 mm, během které se naseje meziplodina (Vokál a kol. 2013). Před sázením brambor je nejdříve potřeba provést přípravu půdy. Jako základní operace se využívá orba půdy nebo její kypření (Holejšovský a kol. 2023a), a to optimálně do hloubky 180-200 mm. Tyto operace mají kromě přípravy půdy před sázením také vliv na množství plevelů, protože dojde k přerušení jejich kořenů (Vokál a kol. 2013). Tradiční přípravu půdy zahrnující orbu je snaha nahradit takovým způsobem přípravy, který snižuje riziko odtoku povrchové vody a ztráty organické hmoty (Djaman a kol. 2022).

3.4.2 Technologie záhonového odkameňování

Technologie záhonového odkameňování se využívá jako půdoochranná technologie. Takové využití je nezbytné, protože je v České republice velká část půdy ohrožená erozí (Kusá a kol. 2023). Technologie záhonového odkameňování se často využívá ve většině podnicích specializujících se právě na pěstování brambor (Holejšovský a kol. 2023a). Celkově se technologie skládá z několika dílčích kroků, jako je rýhování a separace hrud a kamenů (Kusá a kol. 2023). Během rýhování dojde k vytvoření rýh, jejichž hloubka by měla být 250 mm. V prostoru mezi rýhami vzniká budoucí záhon pro sázení brambor. V druhém kroku dojde k odstranění kamenů a hrud separátorem (Vokál a kol. 2013). Principem této technologie je separace kamenů a hrud z půdy, které vede ke snížení poškození hlíz při sklizni a tím pádem pěstitelé dosáhnou vyššího podílu konzumních hlíz. Velká výhoda spočívá také v jednodušších posklizňových operacích, právě díky znatelně sníženému obsahu kamenů (Vokál a kol. 2002). Kasal a Růžek (2024) uvádějí redukci počtu kamenů až o 90 %. Vokál a kol. (2013) tuto efektivitu potvrzují. S touto metodou jdou ovšem ruku v ruce vysoké požadavky na přísun hnojiv (Kusá a kol. 2023). Přestože se jedná o uznanou půdoochrannou technologii, tento způsob pěstování podléhá riziku vodní eroze, kdy voda při srážkách stéká po hrůbkách do brázd, tudíž je zamezeno využití vody hlízami (Bouma 2022), toto riziko je nutné eliminovat správným tvarem hrůbků. Na vrcholu každého hrůbku je stěžejní přítomnost ploché části, ze které nebude stékat voda (Kusá a kol. 2023). Technologie prokazatelně přispívá k zadržení vody v krajině. Voda, která by otekla od hrůbků by neměla další využití (Vejchar a kol. 2017). Mimo to

záhonové odkameňování usnadňuje následné posklizňové procesy a zvyšuje podíl konzumních hlíz (Kasal a Růžek 2024).

3.4.3 Příprava sadby

Správně přichystaná sadba podporuje rychlost růstu, takže přímo ovlivňuje ekonomiku pěstování. Samozřejmostí by mělo být použití certifikované sadby (Vokál a kol. 2013). Její použití je sice finančně náročnější, výsledkem je ale vyšší výnos (Hamouz a kol. 2007). Optimální hmotnost sadbových hlíz by měla být 30 – 60 g, velikostně 25 – 65 mm. Během těchto operací je zapotřebí omezit mechanická znehodnocení (Vokál a kol. 2013). U uskladněných hlíz se díky teplotě ovlivňuje vznik a velikost klíčků (Vokál a kol. 2003). Hlízy v jedné frakci sadby by měly mít maximální rozdíl ve velikosti 25 mm, a to proto, aby všechny hlízy dosáhly plné zralosti ve stejném časovém období a také kvůli jednodušším technologickým krokům (Hamouz a kol. 2007).

3.4.4 Sklizeň

Sklizeň je vrcholem celého pěstování. Během ní je potřeba mít na paměti co nejmenší mechanické poškození hlíz. Samotných způsobů sklizně je několik typů – od domácího ručního sběru až po sofistikované stroje, které umožňují i sběr vícero řádků najednou nebo oddělení případných hrud či kamenů, což usnadňuje práci personálu (Vokál a kol. 2013).

Před sklizní pěstitelé přistupují k mechanickému nebo chemickému zničení natě, výsledkem je jednodušší sklizeň, zpevnění slupky hlíz a v neposlední řadě také prevence proti případnému šíření plísně bramborové (Vokál a kol. 2003).

Posklizňovým hmotnostním ztrátám zabraňuje dostatečné množství hořčiku v hlízách (Gericke a kol. 2023).

3.4.5 Skladování

Naskladnění by mělo předcházet třídění hlíz, kdy musí být odstraněny hlízy poškozené, zejména hnilobou, či nežádoucí příměsi – jako jsou kameny, hroudy a natě, hlízy by také měly být suché (Vokál a kol. 2013). Hlízy se mohou skladovat volně nebo v paletách či jiných jednotkách (Vokál a kol. 2003). Skladování je rozhodující parametr ve schopnosti nabízet svým klientům produkt až do další sklizně. Jedná se o komoditu s vysokým obsahem vody, o to více je potřeba dodržovat podmínky skladování, protože jsou hlízy náchylné. Důsledkem dýchání hlíz je zvyšující se teplota, konzumní brambory je vhodné skladovat mezi 4 – 7 °C. Pokud však klesne pod 2 °C, dochází k rozkladu škrobu na jednodušší cukry. Relativní vlhkost vzduchu by měla dosahovat 87 – 95 %. Pokud je vlhkost nižší, tak hlízy vysychají. V opačném případě hrozí rozvoj chorob (Vokál a kol. 2013). Ve skladu je nezbytné mít parametry jako je teplota a vlhkost vzduchu pod kontrolou s možností je ovlivňovat. U hlíz během skladování probíhá několik fází, přičemž je pro každou jiné teplotní optimum. 24 – 36 hodin po naskladnění probíhá osušování, kdy se hlízy zbavují povrchové vlhkosti. Poté nastává proces suberizace, hojení hlíz, během které se hojí případná mechanická opotřebení. Probíhá 2 – 3 týdny a teplota skladování je poměrně vysoká, dosahuje až 18 °C. V další fázi se snižuje teplota až na skladovací optimum

podle užitkového směru brambor. V poslední fázi jsou hlízy ve stavu dormance (Vokál a kol. 2003).

3.5 Choroby

Brambory postihují choroby virové, houbové i bakteriální, či je napadají nejrůznější škůdci. Kromě uvedených činitelů mohou choroby způsobovat i abiotické činitele způsobené výkyvy teplot či teplotními extrémy, ale i nesprávnou výživou, nevhodným skladováním nebo mechanickým poškozením – souhrnně se pro tyto choroby používá termín abiotikózy (Vokál a kol. 2013). K rychlejšímu šíření choroby může přispět i příliš vysoká dávka aplikovaného dusíku (Kusá a kol. 2023). Výskyt chorob souvisí i se střídáním plodin v osevním postupu, pokud se zkracuje interval v pěstování brambor na stejném pozemku, hrozí riziko vyššího výskytu chorob (Carter a Sanderson 2001).

Na jednu stranu je používání chemických přípravků na ochranu proti škůdcům a chorobám nezbytné pro zajištění výnosu, s čímž souvisí i ekonomická rentabilita. Přináší s sebou ale i negativa. Jejich dostupnost není ve všech regionech světa stejná. Jejich používání regulují i obchodní požadavky, rezidua podléhají četným kontrolám. Opomenout nelze ani vliv na životní prostředí a zdraví člověka (Ratnadas a kol. 2012). Eliminace nežádoucích organismů je možné docílit na základě jejich vztahů s přirozenými nepřáteli. To je cílem ekologické intenzifikace (Gaba a kol. 2014).

Virové choroby se projevují na listech a na hlízách, někdy může být choroba dokonce asymptomatická. Jednotlivé viry se liší v závažnosti choroby, avšak mohou negativně ovlivňovat výnos. Obzvlášť rizikový je stav, kdy je rostlina napadena více viry najednou. Nákaza se šíří například sadbou. Mezi virová onemocnění patří X-viróza bramboru či virová svinutka bramboru (Vokál a kol. 2013). Přenašečem virových chorob je hmyz s kousacím nebo sacím ústrojím (Vokál a kol. 2003).

Houbové choroby ovlivňují výnos i kvalitu hlíz. Efektivním opatřením je aplikace fungicidů. Nejvýznamnější houbovou chorobou je plíseň bramboru, dále fusáriová či fomová choroba bramboru. Ochrana porostu proti plísni bramborové je de facto nutností, ročníky bez plísně se objevují ojediněle, 1-2x v 10 sezonách. (Vokál a kol. 2013).

Plíseň bramborová (*Phytophora infestans*) představuje nejzávažnější chorobu pro porost brambor. Napadá listy, způsobuje hnití hlíz. V Evropě se objevuje od poloviny 19.století. Kromě brambor napadá i ostatní rostliny z čeledi lilkovité. Samozřejmostí je podrobné sledování porostu, aplikace chemických prostředků, nečinnost by se podepsala na razantním snížení výnosu (Vokál a kol. 2003).

Bakteriální choroby mají závažný charakter a jednotlivá opatření nejsou jednoduchá. Přípravky působící proti bakteriím jsou finančně náročné a mohly by představovat riziko pro konzumenta. Je třeba klást důraz na preventivní opatření, navíc je obtížné vizuálně určit, o jakou chorobu se jedná. Mezi bakteriální choroby patří bakteriální kroužkovitost bramboru (Vokál a kol. 2013). Strupovitost bramboru patří mezi nejrozšířenější bakteriální choroby. Původcem jsou bakterie rodu *Streptomyces*. V důsledku tohoto onemocnění jsou pozorovány horší parametry klíčivosti, skladování a zvyšují se ztráty během zpracování (Šarapatka a kol. 2021).

Škůdci brambor jsou zástupci několika taxonomických skupin, problémy činí hlístice, hmyz i mšice (Vokál a kol. 2013).

Mandelinka bramborová (*Leptinotarsa decemlineata* Say.) patří mezi nejvýznamnější škůdce brambor. V porostu způsobuje snížení výnosu. Všechna její vývojová stadia jsou nežádoucí. V teplejších oblastech se během vegetace vystřídají dvě generace mandelinek (Doležal a Hausvater 2020). Kromě brambor mandelinka postihuje i jiné plodiny z čeledi *Solanaceae*. Problematickým aspektem je rychle se rozvíjející rezistence (Tereshchcenko a kol. 2024). V extrémních případech mandelinka zlikviduje všechny listy a zanechá pouze stonky (Vokál a kol. 2003).

V posledních letech se ale ukazuje, že bude nutností snížit používání chemických prostředků na ochranu rostlin, ale budou se muset najít jiné prostředky pro boj se škůdci a chorobami (Prasad a kol. 2025). V posledních dekáдах se intenzivní zemědělství přiklonilo k téměř výhradnímu pěstování monokultur (Ratnadas a kol. 2012). Pomocné plodiny nebo meziplodiny pomáhají tento trend zvrátit. Pokud se na pozemku kromě plodiny hlavní vyskytují i jiné rostliny, není pro škůdce tak jednoduché najít svého hostitele, intenzita nákazy se snižuje (Brant a kol. 2019).

3.6 Pomocné plodiny

Cílem současného zemědělství je bezpochyby snaha o eliminaci negativního vlivu intenzivní produkce na životní prostředí. Využívání pomocných plodin by mohlo přinést řešení z pohledu větší biodiverzity či fixace živin. Pomocné plodiny rostou na poli vedle plodiny hlavní, jejich stěžejním úkolem jsou především ekologické aspekty, nikoliv kvantita produkce (Brant a kol. 2019), i když mají potenciál využití jako krmivo (Stybajev a kol. 2023). Využití pomocných plodin je jedním z pilířů precizního zemědělství (Klem 2023). Pomocné plodiny vytváří pokryv mezi řádky plodiny hlavní a jejich účelem je protierozní ochrana, efekt proti rozvoji plevelů, s čímž souvisí redukce herbicidů (Brant a kol. 2019). Pomocné plodiny se dále uplatní při zadržování vody v půdě, mohou pozitivně působit i na výnos hlavní plodiny (Souza a kol. 2024). Využití pomocných plodin by se mohlo ukázat jako opatření vhodné k eliminaci ztrát dusíku do životního prostředí (Johnson a kol. 2024). Na druhou stranu se pomocné plodiny využívají k retenci dusíku, k jehož nejvyšším ztrátám dochází na podzim, a jejich biomasa poslouží na zelené hnojení (Elhakeem a kol. 2023). Výběr pomocné plodiny se odvíjí od plodiny hlavní. V případě pěstování sóji je vyvíjen tlak na rychlý rozvoj biomasy, a to z důvodu pozdějšího termínu výsevu. Zůstává-li půda neosetá, zvyšuje se riziko eroze (Procházka a kol. 2024).

Pomocné plodiny omezují vliv jak vodní, tak větrné eroze na pozemku. Protože v posledních letech přibývá extrémních výkyvů počasí, je role pomocných plodin v tomto ohledu stále více důležitá (Won a kol. 2023). Zmíněné extrémní vlivy mohou mít za následek nižší výnos hlavních plodin, tepelný stres nebo nízkou dostupnost vody, přináší také častější výskyt chorob a škůdců. Vše uvedené je extrémně rizikové vzhledem k zajištění dostatečného množství potravin pro rozrůstající se populaci (Mnbanda 2025). Hansen a kol. (2023) vidí potenciál pomocných plodin ve zvyšování výnosů hlavních plodin díky jejich akumulaci živin a nižší zátěži životního prostředí, ačkoliv připouští, že velkou roli sehrává i úrodnost půdy, která pomocné plodiny ovlivňuje jednak dostupností vody, ale i účinkem na kořenový systém. K dalším plusům patří stimulace edafonu (Garba a kol. 2024).

Neopomenutelný vliv má také druh použité pomocné plodiny, jednotlivé plodiny se liší v produkci biomasy. K přednostem pomocných plodin z čeledi *Fabaceae* patří fixace vzdušného dusíku. Obiloviny zase redukují růst plevelů. Do úvahy také přichází využití směsí pomocných plodin (Kharel a kol. 2023), historicky je známé používání luskovinoobilných směsí (Brant a kol. 2019). Synergické působení směsí, kde se nachází luskovina s jinou plodinou, se vyznačuje vyšším nárůstem biomasy, mimo to ale může směs mít i nežádoucí účinky v podobě konkurenčního boje o živiny. Jeden z rozhodujících faktorů je dostupnost dusíku v půdě. Vyšší množství dusíku v půdě vyhovuje pomocným plodinám z čeledi *Brassicaceae*, v případě nižšího množství dochází k profitu luskovin (Hansen a kol. 2023). I přesto je použití luskovin díky fixaci vzdušného dusíku vhodnou alternativou v ekologickém zemědělství (Yang a kol. 2023).

Pozitivních účinků pomocných plodin je možné využít v konvenčním zemědělství i v ekologické produkci. Z hlediska vlivu na životní prostředí se cení omezení erozních procesů, lepší zadržování vláhy, dále možnost využití pomocné plodiny na zelené hnojení, čímž se tedy sníží aplikace chemických prostředků. Pomocné plodiny neovlivňují pouze aktuální porost, ale dokážou pozitivně působit i na následující hlavní plodiny. Snižují výskyt chorob, škůdců,

plevelů (Brant a kol. 2019). Poláková (2024) doplňuje, že pomocné plodiny mají i pozitivní finanční bilanci – pěstitel v případě používání pomocných plodin ušetří finance za chemické přípravky všeho druhu. Díky pomocným plodinám je možné pěstovat širokořádkové plodiny i na pozemcích, které by k tomu bez pomocných plodin nebyly vhodné (Procházka a kol. 2024).

Pomocné plodiny nepředstavují souhrn pouze kladných účinků, přináší ale i účinky negativní. Pomocné plodiny mohou v rámci konkurenčního boje s plodinou hlavní snižovat její výnos (Brant a kol. 2019), ale například u kukuřice se tato skutečnost nepotvrdila (Stanton a kol. 2020). Rostliny mezi sebou mohou bojovat o živiny, vodu, prostor. Hlavní plodinu může ovlivňovat reakce pomocné plodiny na aplikaci chemických prostředků (Brant a kol. 2019). U kukuřice seté mohou ztráty na výnosu činit 12 %, u sóji luštinaté mohou být i vyšší, a to 7-29 % (Kumar a kol. 2023).

V současné době přináší pěstování hlavní a pomocné plodiny dobré vyhlídky směrem do budoucna. Pomocná plodina může být buď ve stádiu růstu, případně může být již umrtvená, stejný efekt má i biomasa. Hlavní a pomocná plodina nemusí být nutně vyseta současně, jejich doba růstu se může odlišovat. Pokud se sejí ve stejný termín, výhodou je nižší ekonomická náročnost. Z druhé strany, pokud se pomocná plodina naseje až po vzejití hlavní plodiny, nedochází k velkému konkurenčnímu boji o živiny. Z hlediska rozmístění hlavní a pomocné plodiny se uplatňují dvě varianty – buď se pomocná plodina zakládá náhodně nebo do předem přesně stanovených míst (Brant a kol. 2019). Pozice pomocné plodiny a termín výsevu jsou rozhodujícími faktory při používání pomocných plodin. Čím dále jsou od sebe pomocná a hlavní plodina, tím nižší interakce mezi oběma rostlinami probíhá. V prostoru mezi nimi může propuknout rozvoj plevelů. Pokud by ale byly obě rostliny příliš blízko, pomocná plodina by mohla zbrzdit růst hlavní plodiny (Brant a kol. 2022).

Při pěstování brambor je k erozi nejvíce náchylný prostor mezi jednotlivými hrůbkami. Jako nejúčinnější se jeví setí pomocné plodiny při sázení brambor nebo při jejich vzcházení (Kusá a kol. 2023). Brant a kol. (2019) upřesňují, že využití pomocných plodin je vhodné při pěstování širokořádkových plodin – namátkově jako příklad poslouží kukuřice setá, mák nebo řepka ozimá.

Při setí pomocných plodin se v půdě musí vyskytovat dostatečné množství vody, aby mohlo dojít ke klíčení. V opačném případě může dojít k zastavení fyziologických procesů. Dalším limitujícím faktorem je velikost semen. Z abiotických faktorů působí rychlost větru během výsevu, který může ovlivnit místo dopadu semínka, zejména pokud se jedná o semena velikostně menší. V konečném důsledku může vítr způsobit nerovnoměrné rozmístění jednotlivých druhů, jedná-li se o směs pomocných plodin (Brant a kol. 2019).

V rámci pěstování brambor se preferují takové pomocné plodiny, které disponují dostatečně rychlým nárůstem biomasy a zároveň nebudou svým vzrůstem omezovat rostliny brambor. Je nutné brát zřetel na budoucí ošetření porostu brambor chemickými přípravky. Pomocné plodiny se mohou nasít při sázení brambor. Tato varianta je výhodná, pokud se brambory pěstují technologií záhonového odkameňování. V tradiční technologii pěstování brambor je lepší využít přisev pomocné plodiny až po vzejití porostu brambor (Holejšovský a kol. 2023b).

3.7 Používané pomocné plodiny

3.7.1 Bobovité (*Fabaceae*)

Mezi pomocné plodiny z čeledi bobovitých patří jetel, vojtěška, vikev, bob, hrách, sója či cizrna. Často bývají využívány při pěstování ozimé pšenice (Brant a kol. 2019). Významné technologické využití spočívá v biologické fixaci vzdušného dusíku, kterou zprostředkovávají bakterie rodu *Rhizobium* (Novák a Skalický 2017). Semena bývají větší velikosti (Brant a kol. 2019).

3.7.1.1 Bob obecný (*Vicia faba*)

Bob je tradiční plodinou pěstovanou ve světě po dobu několika tisíců let. Tradičně je pěstován v Asii či v Americe. V České republice se dnes pěstuje pouze v menších výměrách než kdysi. Pěstuje se zejména pro krmné účely, v některých regionech světa je běžná i lidská spotřeba (Houba 2018). Aktuální situace naznačuje, že jsou nyní upřednostňovány drobnosemenné formy bobu, které jsou dostupné z okolních států. K jeho přednostem patří intenzivní produkce biomasy (Brant a kol. 2019).

3.7.1.2 Hrách setý rolní peluška (*Pisum sativum subsp. arvense*)

Hrách je nejznámějším zástupcem bobovitých rostlin. Peluška je variantou hrachu využívaného nikoliv pro lidskou stravu, ale jako krmivo (Houba a kol. 2018). Peluška se jako pomocná plodina hodí do porostu řepky ozimé. Užívá se také do směsí. Je vhodná jako pomocná plodina do všech širokořádkových plodin. Může se zasévat jako ozimá či jarní, přičemž pro ozimou formu je typický pomalejší růst biomasy. Peluška je na rozdíl od hrachu setého více ohrožena poleháním (Brant a kol. 2019). Varianta hrachu ozimého vytváří hlubší kořenový systém. Pěstuje-li se peluška společně s pšenicí jako hlavní plodinou, má kladný efekt na kvalitu obilného zrna (Poláková 2024).

3.7.1.3 Sója luštěinatá (*Glycine max*)

Sója se považuje za globálně nejvýznamnější luskovinu. Kromě dusíkatých látek je bohatá i na obsah olejů, proto se považuje i za olejninu. Je to vhodná plodina do ekologické produkce. 30 % celkové produkce se využívá k lidské výživě, zbytek jako krmivo (Houba a kol. 2018).

Sója se často seje na podzim jako meziplodina před jarním setím sóji jako hlavní plodiny kvůli aktivaci hlízkových bakterií. (Brant a kol. 2019).

3.7.1.4 Jetel inkarnát (*Trifolium incarnatum*)

Používá se jako podsev při pěstování slunečnice a kukuřice. Přezimuje, je tedy možné ho vysévat na podzim. Po výsevu hlavní plodiny se doporučuje jeho umrtvení, protože představuje konkurenci pro hlavní plodinu (Brant a kol. 2019). Jako obzvláště výhodné se ukazuje použití jetelu ve společnosti řepky olejné, protože díky biologické fixaci dusíku zlepšuje výnos řepky (Coquerel a kol. 2023). Pro jetel je typická proměnlivost rychlosti růstu.

Přestože má po vysetí nižší dynamiku růstu, silnou konkurencí pro hlavní plodinu se stává během kvetení (Brant a kol. 2019).

3.7.2 Lipnicovité (*Poaceae*)

V rámci využití lipnicovitých jako pomocných plodin se jako rozhodující faktor uvádí rychlost růstu, než nastane prodlužovací fáze. Z typických obilovin se používá zejména ječmen, a to v jarní i ozimé podobě, nebo oves (Brant a kol. 2019), dále i bér vlašský a traviny (Poláková 2023). Lipnicovité slouží jako pomocné plodiny při pěstování kukuřice seté nebo máku setého. Při výběru se berou v potaz ještě odrůdy (Brant a kol. 2019). Obvykle se používají hlavně trávy. Jejich nebezpečím je nekontrolovaný růst do prostoru hlavní plodiny (Poláková 2023).

3.7.2.1 Žitovec (*Triticale*)

Jedná se o křížence pšenice a žita. K jeho přednostem patří velká odolnost vůči stresu, velká variabilita. Pokud se pěstuje na zrno, disponuje vysokými výnosy. Navíc dobře snáší sušší období (Madejón a kol. 2024). Jako pomocná plodina se využívá pro podsev a v jeho ozimé podobě (Brant a kol. 2019).

3.7.2.2 Ječmen setý (*Hordeum vulgare*)

Ječmen se vyznačuje pomalejším sloupkváním. Vhodné je využití v jarní i ozimé formě. Rychlost růstu biomasy se odvíjí od výsevku. Maximální doporučený výsevek je 60 kg/ha (Brant a kol. 2019).

3.7.2.3 Oves setý (*Avena sativa*)

V porovnání s ječmenem oves rychleji sloupkuje, ale pomaleji odnožuje. Tímto procesem se omezuje konkurence mezi hlavní a pomocnou plodinou (Brant a kol. 2019).

3.7.3 Brukvovité (*Brassicaceae*)

Rostliny z čeledi brukvovitých se vyznačují rychlou produkcí nadzemní biomasy po zasetí. Díky tradičnímu pěstování brukvovitých jako hlavních plodin jsou jejich vlastnosti známé všem pěstitelům (Brant 2022). K jejím přednostem patří bezproblémové vzcházení i za horších vláhových podmínek (Poláková 2023). Dále jsou oblíbené i jako meziplodiny a používají se jako zelené hnojení. Je potřeba vyzdvihnout jejich akumulaci dusíku a dalších živin v biomase. Stinnou stránkou je vyšší riziko rozvoje plevelů (Brant 2022). Rychle dosahují fáze kvetení, tak brzy vytváří semena (Poláková 2023).

Zásadní rozdíl brukvovitých pomocných plodin v porovnání s jinými čeleděmi je kořenový systém, který je například od bobovitých diametrálně odlišný (Brant a kol. 2019). Jejich kořenový systém je bohatý a velké množství kořenových vlásků prorůstá půdou (Poláková 2023). Nejčastěji se používají v ozimých obilninách a luštěninách. Nejsou tolik odolné nízkým teplotám. Používají se buď jako jednodruhové pomocné plodiny, ale i ve směsích (Brant 2022), ale směs by se měla skládat výhradně z rostlin z čeledi brukvovitých

(Poláková 2023). Tam se často uplatní lnička setá (Brant 2022). Kromě lničky se dále užívá hořčice bílá, ředkev olejná nebo řeřicha setá (Poláková 2023).

3.7.3.1 Hořčice bílá (*Sinapis alba*)

Velice často se využívá i jako meziplodina. Je možné ji zasít i ve směsích. K jejím dalším přednostem patří velká rychlost růstu. Pokud se vysévá ve stejném termínu jako hlavní plodina, může jí svým růstem konkurovat. Opomenout nelze ani nízkou pořizovací cenu osiva (Brant a kol. 2019). Hořčice konkurenčně neohrožuje porost pšenice (Poláková 2024).

3.7.4 Hvězdnicovité (*Asteraceae*)

Z této čeledi se jako pomocná plodina nejčastěji používá mastňák habešský (Brant a kol. 2019), jehož výška dosahuje až 3 metrů (Poláková 2023). Potenciál využití má i světlice barvířská, jejíž použití u nás zatím není tak časté (Brant a kol. 2019). Hodí se do poloh s vyšší nadmořskou výškou. Výhodou je i její přitažlivost pro opylovače. Kromě uvedených zástupců se může využívat aksamitník, ceněný pro své fyto-sanitární účinky (Poláková 2023).

3.7.4.1 Slunečnice setá (*Helianthus annuus*)

Do směsí se používá slunečnice setá (Brant a kol. 2019). Pokud se slunečnice pěstuje jako hlavní plodina, je rovněž využití pomocných plodin na místě (Kapička a kol. 2024).

3.7.5 Ostatní čeledi

3.7.5.1 Svazenka vratičolistá (*Phacelia tanacetifolia*)

Tato rostlina patří do čeledi stružkovcovitých. Svazenku je možné zasít jednotně nebo ve směsi. Často se používá při pěstování řepky ozimé (Brant a kol. 2019).

3.8 Eroze půdy

Termín eroze zahrnuje procesy, které vedou k degradaci pedosféry. Mezi hlavní činitele eroze patří voda a vítr. Zvláště náchylné na erozní pochody jsou zemědělské pozemky, na kterých dochází k intenzivní produkci. Eroze je problém, který je nutné globálně řešit. Cílem populace by měla být co nejvyšší možná ochrana půdy. Půdní eroze přímo ovlivňuje potenciál zemědělství produkovat dostatečné množství potravin pro lidskou populaci (Polovina a kol. 2024). Brambory jsou z pohledu eroze rizikové, protože jejich habitus netvoří dostatečný povrch půdy (Carter a Sanderson 2001). Ovlivňuje kvalitu vod (Cao a kol. 2023). Postavit se čelem k řešení problémů eroze je nezbytné z pohledu eliminace negativního vlivu erozních procesů na kvalitu půdy a životního prostředí (Luquin a kol. 2024). Dalším problematickým faktorem je rychlost degradace půdy, která probíhá 20 – 40x rychleji než přirozená obnova půdy. Ročně na světě degraduje 30 000 ha orné půdy (Nyawade a kol. 2019). Celosvětově se hovoří o 38 % obdělávané půdy (Xing a kol. 2023). V našich podmínkách se zádržnost vody v půdě snížila o polovinu (Kováříček a kol. 2020). Tradičně jsou erozí ohrožené plodiny jako kukuřice, řepka, obilniny, brambory, ve statistikách se nyní objevuje i mák setý (Kapička a kol.

2024), přičemž kukuřice je erozně riziková po celou dobu vegetace (Honsová 2022). Za erozně rizikovou se označuje i slunečnice roční (Kovaříček a kol. 2020). Zemědělská půda je významným zdrojem minerálních látek (Luquin a kol. 2024), společně s erodovanou půdou pozemek přichází o i zásoby všech důležitých elementů (Nyawade a kol. 2019). Jejich odplavení ohrožuje vodní zdroje, může totiž způsobovat eutrofizaci (Nicosia a kol. 2024). V rámci společné zemědělské politiky Evropské Unie se členské státy zavázaly k eliminaci eroze (Beni a kol. 2021). Součástí změn je i rozdílné uspořádání parcel. Eroze nepředstavuje nebezpečí pouze pro produkční plochy, ale i pro ekosystém (Honsová 2022).

Erozi jsou postižené všechny evropské státy. Dominuje zde vodní eroze nad větrnou (Polovina a kol. 2024). Ostatních světových regionů se také velmi úzce dotýká problematika znehodnocování půdy. Jedná se o aktuální problém v Asii, Americe, ale i v Africe. Zde je erozně ohroženo 65 % plochy zemědělské půdy (Djillo a kol. 2024). Výnos je zde ročně snížen průměrně o 8 % (Nyawade a kol. 2019). Intenzita erozních procesů se odvíjí od pěstované plodiny (Djillo a kol. 2024), typicky jsou více ohrožené širokořádkové plodiny (Kapička a kol. 2024), zahrnutí ochranných opatření, ale také úhrnu srážek a klimatických podmínek. K rozvoji eroze také přispívá rozsáhlé odlesňování (Djillo a kol. 2024), svůj vliv má i sklon pozemku (Nyawade a kol. 2019), četnost deště a zda pěstitel používá ochranné technologie. (Kapička a kol. 2024). Na intenzitě erozních procesů se promítají i parametry jako změna klimatu a intenzivní hospodaření na zemědělské půdě (Luquin a kol. 2024). Erozi podporuje nesprávný způsob obhospodařování půdy (Honsová 2022).

Vybraná ochranná opatření by měla být jednoduchá, efektivní a ekonomicky přijatelná. Mezi ně patří i zařazení pásového střídání plodin (Kapička a kol. 2024). Erozi může eliminovat i rozmanitý kořenový systém rostoucí plodiny (Xing a kol. 2023), zemědělec by se měl přiklonit k pěstování rozmanitých druhů. Nezbytné je také dodržovat osevní postupy (Honsová 2022). Většina lokální produkce brambor je vypěstována v technologii záhonového odkameňování. Vznikající hrůbky se na vrcholu rozšíří, tudíž se voda na vrcholu udrží a vsákne. Nedochází k odplavení vody a půdy. Výhoda tohoto opatření je pomalejší vypaření vody (Kasal a Růžek 2024). K prevenci proti erozi přispívá i odpovídající přísun organických látek do půdy, kdy se jako efektivnější varianta jeví zelené hnojení než použití chlévské mrvy, a menší mechanické zásahy na pozemku (Kovaříček a kol. 2020). Zeleným hnojením se rozumí začlenění zelené biomasy s vysokým obsahem vody do půdy (Brant a kol. 2008). Významným krokem v eliminaci erozních procesů je používání doporučených půdoochranných opatření a preventivních kroků (Honsová 2022). Ačkoliv není možné erozi zcela inhibovat, důležitým parametrem je ji účinnými kroky omezovat (Kovaříček a kol. 2020).

Vodní eroze propukne následkem částic vody. Vždy záleží na stavu konkrétního pozemku. Jednotlivé parametry se vzájemně ovlivňují. Kromě svažitosti pozemku preventivně působí i dostačující množství organické hmoty. Přívalové lijáky se nejčastěji objevují v letním období, v tomto období už by na pozemku měl tedy být dostatečný vegetační pokryv (Kapička a kol. 2024). Efekt vodní eroze je zesilován v regionech, kde se v roce přirozeně vyskytují měsíce s obdobím sucha, jako je například Středomoří (Beni a kol. 2021). V České republice je silně erozně ohrožených 50 % ploch zemědělské činnosti (Honsová 2022).

Větrné eroze v České republice ohrožuje 10 % pozemků využívajících se k zemědělské činnosti (Záruba a kol. 2023). Nutno podotknout, že se riziko větrné eroze zvyšuje v souvislosti

se zvyšující se teplotou, v budoucnu tedy bude její vliv výrazně větší. Samotnou erozi ovlivňuje intenzita větru, povaha daného pozemku – velikost částic v půdě, sklon a další parametry. Samozřejmě záleží i na pěstované plodině a způsobu obdělávání pozemku. Principem je odfouknutí částí půdy pryč z pozemku, dochází tedy k úbytku půdy. Kořenový systém rostlin se postupně odkrývá (Podhrázká a kol. 2022).

Eroze však není jediným procesem, který se podílí na znehodnocování půdy (Polovina a kol. 2024). Velkým problémem u nás jsou změna orné půdy v pozemky pro komerční využití. Statistiky za posledních 10 let uvádí, že se takto denně přijde o 15 ha obhospodařovaných pozemků (Šarapatka a kol. 2021). Zhutňování půdy má za následek horší propustnost vody půdou a také nižší teplotu půdy (Kovaříček a kol. 2020). Dalšími nežádoucími procesy je acidifikace půdy, špatné vsakování vody a její urychlený odtok, odčerpávání zásob organické hmoty. Vyjmenované procesy globálně poškozují rentabilitu pěstování a životní prostředí (Šarapatka a kol. 2021).

Pěstování brambor je z pohledu rizika eroze značně rizikové (Nyawade a kol. 2019). Djaman a kol. (2022) označují produkci brambor za stěžejní příčinu erozních procesů. Pěstují-li se brambory klasickou technologií, je půda ještě více náchylná k vodní erozi (Nyawade a kol. 2019), rizikovou se stává ale i eroze větrná. U nás pěstitelé pěstují brambory převážně technologií záhonového odkameňování. Tato technologie je závislá na aplikaci organické hmoty zpět (Záruba a kol. 2023). Úprava tvaru hrůbků se pozitivně odráží na míře eroze. V případě dodržení preventivních opatření je pak brambory možné pěstovat i na méně vhodných pozemcích. Na pozemcích, které jsou erozí silně ohroženy je pěstování brambor zakázáno (Kasal a Růžek 2024).

3.9 Meziplodiny

Řešením, jak erozi předcházet, představují meziplodiny. Jejich úkolem je zakrytí co největší plochy půdy (Nyawade a kol. 2019). O meziplodinách se hovoří v takových případech, pokud jejich setí probíhá mezi sklizní hlavní plodiny a následujícím setím další hlavní plodiny (Winkler a kol. 2024). Používání meziplodin je dlouho známou zemědělskou praktikou (Lithourdigis a kol. 2011), výhradní pěstování monokultur se na scéně objevuje v druhé polovině minulého století a výsledkem byla řada zemědělských úspěchů. Dnes se už ale ví, že pěstování monokultur není v souladu s principy udržitelného zemědělství (Dubey a kol. 2024). Princip spočívá v pěstování vícero plodin na jednom pozemku. Meziplodiny ovlivňují stav konkrétní parcely – bývá eliminován výskyt škůdců, zlepšují stav půd během nepříznivých podmínek, v případě směsi meziplodin disponují rozmanitým kořenovým systémem, podporují biodiverzitu (Lithourdigis a kol. 2011), svou biomasou tvoří pokryv půdy, čímž ochraňují pozemek před degradací (Jančová 2024), a to včetně větrné i vodní eroze (Brant a kol. 2008), eliminují vyplavování dusíku do vodních zdrojů (Winkler a kol. 2024). Biodiverzita je klíčem k trvale udržitelnému zemědělství. Rozmanitá plocha kořenového systému je výhodou z hlediska distribuce vody v porostu (Lithourdigis a kol. 2011). Pokud se využívají rostliny z čeledi bobovitých, fixují vzdušný dusík (Bremer a kol. 2023). Winkler a kol. (2024) označuje meziplodiny za nejjednodušší opatření proti erozi, navíc doporučuje ponechat biomasu meziplodin na pozemku i po ukončení jejich vegetace.

Kromě toho byl zaznamenán pozitivní efekt v hospodaření s vodou a nižším výparem. Pozitivních výsledků se pěstitel dočká při využívání v kopcovitém terénu (Ouyang a kol. 2023). Podle publikovaných výsledků lze tvrdit, že meziplodiny pozitivně ovlivňují výnos hlavní plodiny (Lithourdigis a kol. 2011).

Při výběru konkrétních druhů meziplodin je pěstitel silně ovlivněn druhem hlavní plodiny, konkrétně daty jejího setí a sklizně. V rámci meziplodin je možné vybrat i takové, které přezimují (Winkler a kol. 2024). Délka vegetace a termín výsevu jsou dva stěžejní faktory, podle kterých se vyčleňují různé typy meziplodin (Brant a kol. 2008). Podle termínu výsevu se hovoří o letních meziplodinách, které se na pozemcích objevují od dubna až do sklizně, dále strniskové a ozimé meziplodiny (Brant 2022). Využití letních a strniskových meziplodin je už na ústupu (Brant a kol. 2008). Další možné využití představují podsevové meziplodiny, které se nejčteněji uplatňují při pěstování kukuřice. Kromě preventivního charakteru proti erozním procesům je jejich hlavní činností eliminace plevelů na pozemku (Brant a kol. 2008). Strniskové plodiny se uplatňují především pro přerušování obilných sledů. Ovšem jejich zakládání bývá často problematické (Kohout a Kohoutová 2017). Jejich absence má za důsledek nevyužití slunečního záření (Brant a kol. 2008).

3.10 Kvalitativní parametry brambor

Pojem kvalita skrývá poměrně širokou problematiku, která se jako celek skládá z několika dílčích pohledů, které zohledňují nutriční, senzorické, hygienické, environmentální charakteristiky dané potraviny. Spotřebitelé berou v potaz ale i vzhled, balení výrobku a jeho neporušenost, v neposlední řadě i kulturní aspekty (Gomes a kol. 2024). Naumann a kol. (2020) definují termín kvalita brambor jako komplexní pojem, jehož charakteristiky závisí na účelu produkce brambor. 85 % světové produkce se hodí pro lidskou spotřebu (Mikó a kol. 2023). Do úzké souvislosti se dávají parametry výnos a kvalita hlíz. Rozhodujícími faktory jsou podmínky ročníku a odrůda brambor (Bárta a kol. 2008).

Brambory jsou běžnou a významnou součástí stravy světové populace. Jejich četná konzumace souvisí s širokými možnými způsoby přípravy, kdy jsou brambory surovinou pro výrobu celého spektra výrobků (Naumann a kol. 2020). Výhodám brambor také nahrává fakt, že se jedná o levnou surovinu. Svým složením poskytuje pro tělo nezbytné sacharidy, naopak se v hlízách vyskytuje pouze malé množství tuku (Bártová a kol. 2013). Brambory mají energetickou hodnotu 330 kJ/100 g, v případě smažených produktů je mnohem vyšší (Bárta a kol. 2008), od způsobu přípravy se odvíjí i glykemický index (Perlín a kol. 2008). Konkrétní složení hlíz se odvíjí od způsobu a místa produkce, klimatu, podmínek skladování a dalších vnějších faktorů (Bártová a kol. 2013).

Bárta a kol. (2008) rozděluje kvalitu potravin na kvalitu vnější a vnitřní. Mezi kvalitativní parametry brambor se řadí obsah škrobu a sušiny (Naumann a kol. 2020), ostatních nutričních látek, jako je množství bílkovin, vitaminů a minerálních látek (Bárta a kol. 2008). Brambory jsou ceněny pro obsah vitamínu C, B₃, B₆, B₉. Z minerálních látek je nutno vyzdvihnout přítomnost draslíku, železa, fosforu a hořčíku (Islam a kol. 2022). Uvedené parametry jsou stěžejní hlavně při výrobě škrobu a smažených výrobků. Velikost, tvar hlíz, barva dužniny podléhá přísnému výběru spotřebitelů. Mezi další vnější kvalitativní parametry se řadí vyrovnanost hlíz a parametry slupky, přítomnost napadení. Z hlediska dužniny je snaha o eliminaci nežádoucích barevných změn. Vnější kvalita hlíz je ovlivněna množstvím makroživin a mikroživin během pěstování (Naumann a kol. 2020).

Český statistický úřad (2024b) uveřejnil, že průměrná roční spotřeba brambor na 1 osobu byla za rok 2023 68,1 kg, spotřeba brambor u nás se v posledních letech pohybuje mírně pod hranicí 70 kg/osoba/rok. Přitom v polovině minulého století atakovala téměř 150 kg/os. Stejný trend se potvrzuje i u celkové produkce brambor. Za rok 2023 bylo sklizeno 573 769 tun brambor, na počátku milénia byla produkce téměř třikrát vyšší (Český statistický úřad 2024c)

3.10.1 Chemické složení hlíz

Hlíza bramboru se skládá ze sušiny a vody, kdy množství vody převažuje. Celkově v hlízách dosahuje 70 – 80 %, zbytek náleží sušině. Právě vysoký obsah vody limituje skladovací možnosti (Bárta a kol. 2008). Pokud jsou hlízy určené k průmyslovému zpracování, je požadovaná sušina minimálně 20 % (Bedini a kol. 2023). Obsah sušiny je přímo souvisí se senzorickými vlastnostmi budoucího výrobku. Pokud je obsah sušiny menší než 20 %, případné výrobky jsou méně křupavé (Islam a kol. 2022). Větší sušinu mají brambory, které měly delší

vegetační dobu. Pro rané brambory je tedy typické sušina nižší než pro brambory pozdní. Kromě vegetační doby sušinu snižují nadměrné dávky dusíkatých hnojiv (Bárta a kol. 2008).

3.10.2 Škrob

Nejvýznamnějším sacharidem v bramborách je škrob, který zde plní sytící a objemovou funkci (Bárta a kol. 2008), neméně je jeho obsah důležitý z pohledu průmyslového zpracování (Boruckowski a kol. 2022). Kvůli velkému množství vody v hlízách vzniká při výrobě škrobu velké množství odpadu. Průměrný obsah škrobu v hlízách činí 11 – 16 %. Škrob se v hlízách nachází v podobě škrobových zrn (Bárta a kol. 2008), jejichž distribuce je odrůdově závislá (Boruckowski a kol. 2022). Tvar bramborových škrobových zrn je v porovnání s dalšími škrobnatými plodinami specifický, zrna jsou oválná či ve tvaru elipsy, a poměrně velká (Ahmad a kol. 2024). Hlízy pro výrobu škrobu by měly obsahovat minimálně 18 % tohoto polysacharidu (Bárta a kol. 2008). Molekula škrobu se skládá ze dvou podjednotek – amylózy a amylopektinu (Boruckowski a kol. 2022). Zásadní rozdíl mezi amylózou a amylopektinem je v jejich vazbách. Amylóza obsahuje výhradně α -1,4-glykosidovou vazbu. To znamená, že vytváří dlouhé řetězce. Naopak amylopektin kromě α -1,4,-glykosidických vazeb obsahuje navíc α -1,6-glykosidickou vazbu, která je zodpovědná za větvení této molekuly. Tato rozvětřovací vazba se objevuje po 20 – 25 jednotkách glukózy. Obsah amylózy je nižší a pohybuje se od 20 do 33 % (Ahmad a kol. 2024), pro zjednodušení se uvádí poměr 1:4 (Bárta a kol. 2008). Využití škrobu v potravinářském průmyslu je pestré, má zahušťovací a stabilizační účinky (Boruckowski a kol. 2022). Klíčovou součástí molekuly škrobu je fosfor vázaný ve fosfátové skupině na každých 200–300 jednotek glukózy. Významně ovlivňuje vlastnosti škrobu, co se týká tepelné stability a jeho želírujících vlastností (Ahmad a kol. 2024). Ve studené vodě dochází k bobtnání škrobu, v teplejší vodě od 60 °C škrob mazovatí (Vokál a kol. 2013). Vlastnosti škrobu se odvíjí od odrůdy brambor, podmínek a lokality pěstování (Krystyjan a kol. 2022). Obzvláště významným faktorem jsou povětrnostní podmínky (Bárta a kol. 2008).

Rezistentní škrob se od běžně se vyskytujícího škrobu odlišuje. Nepodléhá totiž trávení, jeho účinky jsou podobné vláknině (Raatz a kol. 2016). Tento typ škrobu není hydrolyzován enzymy, fermentují ho až bakterie v tlustém střevě (Kim a kol. 2024). Označuje se za funkční potravinu. Pozitivně působí na snižování hladiny cholesterolu v krvi, podporuje přirozenou funkci střev, dokonce se dává do souvislosti i s plodností (Das a kol. 2024).

Stanovení obsahu škrobu se nejčastěji provádí polarimetricky podle Ewerse. Principem je odstranění všech látek vyjma škrobu, který se účinkem kyseliny chlorovodíkové naruší a pak se polarimetricky proměřuje stáčení roviny světla. Mezi další používané metody patří i ty založené na principu měření hustoty (Boruckowski a kol. 2022).

3.10.3 Dusíkaté látky

Brambory nebývají všeobecně považovány za zdroj bílkovin (Bárta a kol. 2008). V syrových hlízách se vyskytuje okolo 2 % dusíkatých látek, což je sice například v porovnání s luštěninami málo, na druhou stranu se bramborový protein vyznačuje přítomností některých esenciálních aminokyselin (Bhutto a kol. 2024), a to včetně lysinu, biologická hodnota dosahuje 83 %. Za limitují se považují sirné aminokyseliny a izoleucin (Bárta a kol. 2008). Výhodou je také to, že neobsahuje alergenní složky. Některé studie dokonce uvádí, že biologická hodnota

bramborového proteinu je vyšší než z jiných rostlinných zdrojů (Bahri a kol. 2024). FAO také označuje bramborový protein jako výborný zdroj (Luo a kol. 2024). Jeho využití by se v budoucnu mohlo zvyšovat, protože roste zájem spotřebitelů o proteinové potraviny (Bhutto a kol. 2024). Bílkoviny se z brambor získávají se zbytků škrobářenského průmyslu (Domian a kol. 2023). Nejvýznamnější skupinou bramborového proteinu je patatin (Hussain a kol. 2021).

3.10.4 Lipidy

Hlízy brambor obsahují ještě menší množství lipidů než proteinů. Celkový obsah lipidů činí 0,9 % (Bhutto 2024). Nejvyšší koncentrace lipidů je soustředěna ve slupce. Převládají zde nenasycené mastné kyseliny. Kyselina linolová je zde zastoupena 50 %, kyselina linolenová a palmitová shodně 20 %. Nutriční význam lipidů je pouze v těch výrobcích, kde se zpracovává celá hlízy včetně slupky (Bárta a kol. 2008).

3.10.5 Vitaminy a minerální látky

Hlízy jsou ceněny pro obsah vitaminů skupiny B a C (Torabian a kol. 2025). Obsah vitaminů se může měnit v závislosti na zpracování hlíz jako je například krájení na menší části (Ren a kol. 2021). Nejvíce je v hlízách zastoupen vitamin C. Jeho množství v průběhu skladování klesá. Brambory jsou jeho poměrně významným zdrojem ve výživě z důvodů jeho vysoké konzumace. Vitaminu C se také připisují antioxidační vlastnosti (Mystkowska a kol. 2021).

Z minerálních látek je v hlízách nejvíce zastoupen draslík (Bárta a kol. 2008) a železo. Celkový obsah minerálních látek činí 0,9 % (Torabian a kol. 2021).

3.10.6 Akrylamid

Jedná se o chemickou látku se systematickým názvem 2-propenamid (Govindaraju a kol. 2024), je bezbarvá a bez zápachu (El-Sayed a kol. 2023). V současném potravinářském průmyslu způsobuje velké problémy, protože se stal součástí tepelně upravených potravin. Jako riziková se jeví teplota přesahující 120 °C, zejména způsoby jako je pečení, smažení (Govindaraju a kol. 2024), pražení. Výsledkem těchto procesů je zvýšení senzorické atraktivity, jako je chuť, vůně a barva (Adimas a kol. 2024). Stálé vystavování akrylamidu, které neklesá, se dostala do pozornosti WHO. Zdroji akrylamidu jsou více vystaveni dospívající (Govindaraju a kol. 2024).

Této toxické sloučeniny jsou připisovány karcinogenní, neurotoxické (Adimas a kol. 2024) a genotoxické účinky (Govindaraju a kol. 2024). Přítomnost akrylamidu ve stravě může negativně ovlivňovat plodnost mužů a žen a narušovat hormonální systém (Nagata a kol. 2024). Mezi nejvíce rizikové potraviny z hlediska akrylamidu se řadí hranolky, pečené brambory, kávová zrna, pečivo, sušenky (Adimas a kol. 2024), objevují se ale i ve snídaňových cereáliích (Hidayah a kol. 2024). V tepelně neupravených potravinách nebyl akrylamid detekován (Adimas a kol. 2024). Hidayah a kol. (2024) apelují, že největším dietárním zdrojem jsou výrobky z brambor. Dalším významným zdrojem jsou obilniny a káva (El-Sayed a kol. 2023).

Akrylamid je výsledkem procesu nazývaného Maillardova reakce. Jedná se o interakci redukujících cukrů, například glukózy a fruktózy, a bílkovin, kdy se typicky jedná

o aminokyselinu asparagin (Adimas a kol. 2024). Je to reakce označována jako neenzymatické hnědnutí (Kathuria a kol. 2023). Dochází k reakci karbonylové skupiny s aminoskupinou (Huang a kol. 2024). Jedná se Maillardovou reakcí vznikají požadované senzorické vlastnosti (Abedi a kol. 2023).

Akrylamid není jedinou toxickou látkou, která vzniká při tepelné úpravě potravin bohatých na sacharidy. Při tepelném namáhání sacharidů vzniká hydroxymethylfurfural. Stěžejní faktory jsou teplota a čas, způsob tepelné úpravy a původní složení surovin (Adimas a kol. 2024).

3.10.7 Glykoalkaloidy

Solanin je glykoalkaloid, který se nachází v plodinách z čeledi *Solanaceae*. U brambor se nejvyšší koncentrace glykoalkaloidů nachází ve slupkách, což je problematické z hlediska nárůstu jejich zpracování (Martínez-García a kol. 2025). Ze všech glykoalkaloidů vyskytujících se v bramborách je solanin zastoupen 95 % (von Fournier a kol. 2024). Dalším významným zástupcem je chakonin (Okada a Matsuo 2023). Úkolem glykoalkaloidů v rostlinách je obrana proti bakteriálním a houbovým chorobám. Mají toxické účinky (von Fournier a kol. 2024). Jejich výskyt je vyšší v naklíčených hlízách (Wu a kol. 2025). Maximální množství glykoalkaloidů v bramborách je 200 mg/kg (Liu a kol. 2024). Množství solaninu v bramborách narůstá za přítomnosti světla a během skladování. V případě nadměrného příjmu může způsobit otravu jídlem (Okada a Matsuo 2023), ta se projevuje bolestí hlavy či zažívacími potížemi (Liu a kol. 2024).

3.10.8 Užitkové směry

Výběr odrůdy je klíčový pro následné zpracování hlíz. Jejich stolní hodnota se popisuje varnými typy. V současnosti se hlízy rozdělují do 4 varných typů – A, B, C, D. Hlavním kritériem výběru by mělo být zamýšlené zpeněžení (Vokál a kol. 2004). Stolní hodnota se stanovuje senzorickým panelem, kdy se hlízy připraví následujícím způsobem. Hlízy se uvaří v páře a posuzují se tyto parametry: konzistence, struktura, moučnatost, vlhkost, nedostatky v chuti, tmavnutí po uvaření, stabilita kvality (Bárta a kol. 2008).

Kromě hlíz ke konzumaci se i zvláště vydělují brambory sadbové a rané. U sadbových brambor se musí brát zřetel na nejruznější choroby, které by se právě prostřednictvím sadby mohly šířit. Produkce sadbových brambor podléhá přísným podmínkám a legislativním předpisům. Růst je ukončen chemicky použitím desikačních prostředků. Teplota skladování je nižší než u hlíz konzumních, pohybuje se v rozmezí 2 – 4 °C (Vokál a kol. 2013). Rané brambory se definují jako takové hlízy, které byly sklizené před úplnou zralostí, aniž by se však došlo k negativnímu vlivu na kvalitu hlíz. Lokální produkce raných brambor je silně ovlivněna aktuálním zájmem spotřebitelů, i když se u nás jedná o tradiční produkt (Hamouz a kol. 2007).

Varný typ A se vyznačuje sice pevnou, ale jemnou konzistencí, nerozváří se a hodí se k přípravě bramborového salátu či jako vařené (Vokál a kol. 2004).

Varný typ B jsou charakteristické polopevnou a spíše hrubou konzistencí, využívají se jako přílohové (Vokál a kol. 2004).

Varný typ C jsou moučné hlízy vhodné jako surovina pro výrobu výrobků z brambor, kaší, těst (Vokál a kol. 2004). Takové hlízy mají jiné teplotní podmínky na uskladnění, teplota

dosahuje zpravidla 8 – 10 °C, kdy se musí za pomoci přípravků omezovat přirozené vytváření klíčů (Vokál a kol. 2003).

Varný typ D není vhodný pro přímý konzum, ale jako krmivo (Vokál a kol. 2004).

3.10.9 Průmyslové zpracování brambor

Skladování brambor je časově omezené, protože hrozí rozvoj chorob či škůdců a hmotnostní ztráty, je samozřejmé, že je zájmem producentů jednak prodej čerstvých hlíz, ale i jejich zpracování. Výrobky z brambor se těší velkému zájmu spotřebitelů. Nejčastěji se jedná o hranolky, brambůrky nebo bramborový škrob (Wang a kol. 2023).

Prvním technologickým krokem při výrobě výrobků z brambor je jejich příjem v podniku, kde se zkontroluje, že dodavatel dodal pouze nezávadné hlízy, nežádoucí se vyřadí. Následuje praní, které hlízy zbaví povrchových nečistot, poté probíhá mechanické odstranění slupky. Dochází k velikostnímu dělení a k porcování. Protože brambory na vzduchu přirozeně tmavnou, oloupané hlízy se tedy namáčí do lázní s chemickými prostředky, které mají eliminovat nežádoucí barevné změny (Vokál a kol. 2013).

Pro výrobu škrobu se využívají hlízy s minimálním obsahem škrobu 18 %. Čisté hlízy se nastrohají, aby se mohl uvolnit buněčný obsah. Vznikne bramborová třenka. Ze třenky se škrob vypírá a získá se škrobové mléko, jehož součástí je kromě škrobu i vláknina, která se v dalším kroku odstraní. Produkt se přefiltruje a pak se vysouší. V České republice se výrobou škrobu zabývají společnosti Lyckeby Amylex Horažďovice, Škrobárny Pelhřimov a Amylex Radešínská Svratka (Vokál a kol. 2013).

4 Metodika

Pokus probíhal ve 3 vegetačních letech – 2022–2024. Brambory byly pěstovány technologií záhonového odkameňování společně s vybranými pomocnými plodinami. Vysévány byly ve 2 termínech, a to buď rovnou při sázení brambor nebo během vegetace po optimálním vzejití porostu. Při vyhodnocení byly sledovány následující parametry: výnos, výnos konzumních hlíz, počet hlíz pod trsem, počet konzumních hlíz pod trsem, obsah škrobu. Při výpočtech produkčních parametrů se vychází z obvyklého sponu pro brambory – 75x30 cm, na jehož základě se na 1 ha nachází 44500 jedinců. V rámci pokusu jako kontrolní varianta sloužila varianta bez pomocné plodiny. Pro pokus byly vybrány tyto pomocné plodiny: bob obecný, hrách setý, oves nahý.

V rámci pokusu byly brambory sázeny na pozemek, kde se v předchozím roce pěstovala řepka ozimá. Po její sklizni byla naseta meziplodina, klasická orba nebyla provedena. Po vymrznutí meziploidy se přistupuje k operacím záhonového odkameňování. Sadba brambor proběhla v měsíci dubnu. V případě, kdy byly pomocné plodiny zasety v rámci jedné technologické operace se sázením brambor, se používal sazeč se speciálním zařízením umožňujícím výsev pomocných plodin. Pokud byly pomocné plodiny vysévány během vegetace, byl výsev pomocných plodin také mechanizovaný, což zvyšuje využitelnost této technologie při pěstování brambor. Samozřejmostí bylo využití certifikované sadby brambor, ale i odrůd pomocných plodin.

Získané výsledky byly statisticky vyhodnocena za pomoci testu ANOVA – HSD Tukey test - na hladině významnosti $\alpha = 0,05$.

4.1 Lokalita

Lokalita pokusu byla ve všech 3 ročnících stejná. Pokaždé probíhal v katastrálním území obce Chmelná ležící ve Středočeském kraji. Obec leží v nadmořské výšce 481 m n. m. V místě je pěstování brambor typickou záležitostí, jedná se o bramborářskou výrobní oblast. Pomocné plodiny byly nasety při sázení brambor nebo během vegetace. Pro pokus byl vždy vybrán takový pozemek, kde bylo možné zařadit brambory s ohledem na osevní postup.

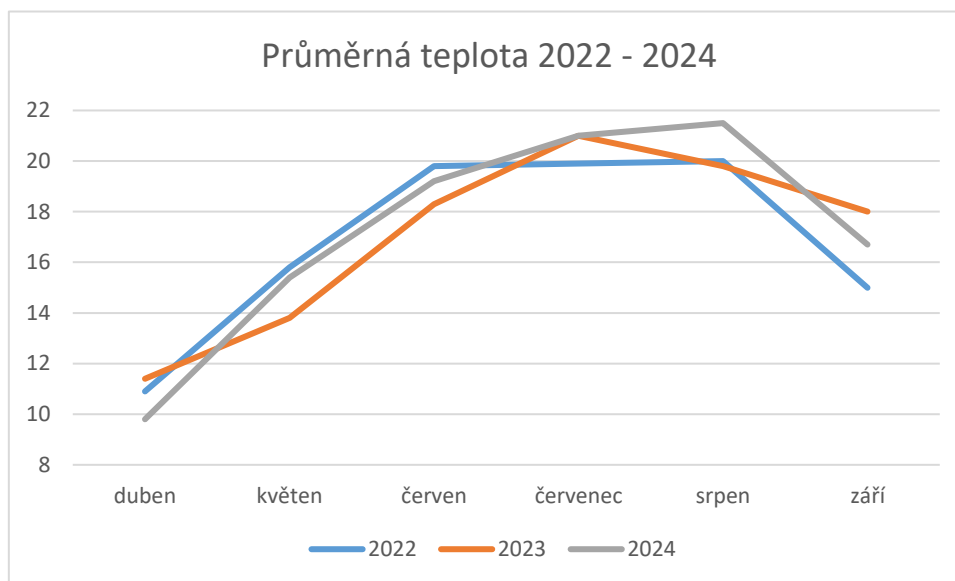
4.1.1 Teplota

Teplota byla hodnocena specificky pro každý ročník v termínu od sázení brambor až do jejich sklizně. V roce 2022 byla průměrná teplota od sázení až do sklizně 16,9 °C. Průměrná teplota v roce 2023 za celé vegetační období hlavní plodiny byla 17,1 °C. V posledním roce experimentu průměrná teplota dosáhla 17,3 °C. Vývoj teplot je vyobrazen v Grafu č.1. Nejvyšší průměrné denní teploty jsou typické pro letní měsíce. Konkrétní průměrné teploty v jednotlivých měsících jsou uvedeny v Tabulce č.1.

Tabulka č.1: Průměrná teplota ve vegetačních letech

rok/měsíc	duben	květen	červen	červenec	srpen	září
2022	10,9	15,8	19,8	19,9	20	15
2023	11,4	13,8	18,3	21	19,8	18
2024	9,8	15,4	19,2	21	21,5	16,7

Graf č.1: Průměrná teplota v letech 2022-2024



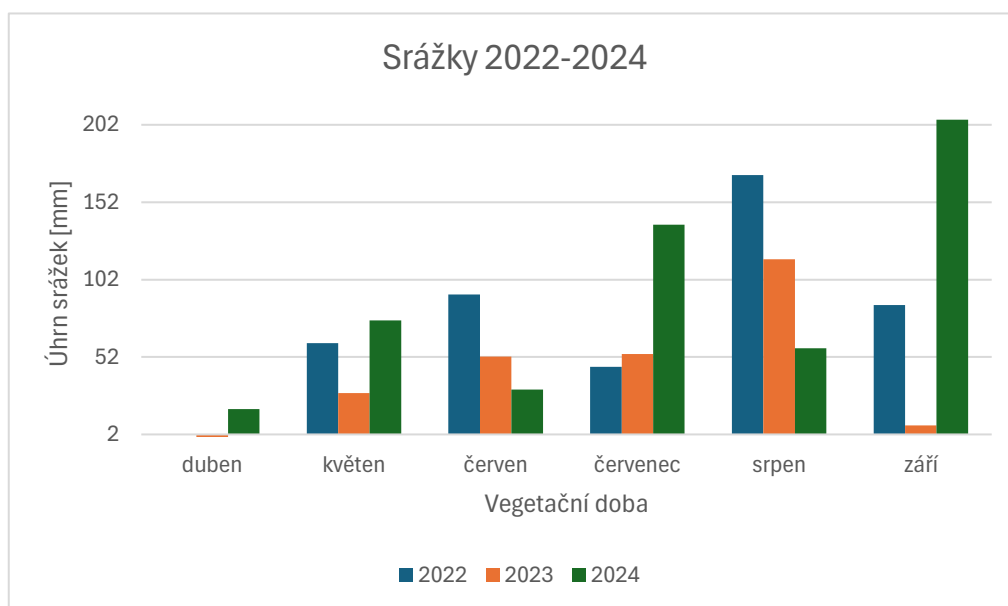
4.1.2 Srážky

Celkový úhrn srážek byl hodnocen v období od sázení do sklizně. Rok 2022 byl hodnocen jako srážkově podprůměrný, což mělo vliv na výnos hlíz, ale i na množství biomasy pomocných plodin, kdy do tehdy jednoletých výsledků výrazně promlouval vliv ročníku. V roce 2023 po přisevu pomocných plodin došlo k silným lijákům, které znemožnily hodnocení varianty pomocných plodin přisetých během vegetace. Pro rok 2024 byl ze všech porovnávaných ročníků nejbohatší na dešťové srážky. Z Tabulky č.2 vyplývá, že srážky bývají nejvyšší v období července a srpna. Nutno konstatovat, že se často jedná o nárazové deště, které střídají dny na srážky chudé, což je v kombinaci s vysokou teplotou v tomto období nepříznivé pro porost. Celkový průměr srážek za uvedené období činil 413 mm. Vývoj srážek je zobrazen v Grafu č.2.

Tabulka č.2: Průměrný úhrn srážek ve vegetačních letech [mm]

rok/měsíc	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	úhrn srážek
2022	2,1	60,9	92,4	45,6	169,5	85,5	456
2023	0	28,8	52,2	54	115,2	7,8	258
2024	18,3	75,6	30,9	137,4	57,6	205,2	525
průměr let	6,8	55,1	58,5	79	114,1	99,5	413

Graf č.2: Průměrný úhrn srážek v letech 2022-2024



4.2 Odrůda

Pro pokus byla zvolena odrůda Antonie. Jedná se o poloraný typ brambor varného typu A. Hlízy oválného tvaru mají žlutou dužninu i slupku. Tato odrůda se vyznačuje tvorbou velikostně vyrovnaných hlíz, disponuje vysokým výnosem, problémy při skladování nejsou časté. K jejím výhodám patří dobrá odolnost proti vodnímu stresu.

4.3 Ročník 2022

Brambory byly zasázeny 25.4.2022. Setí pomocných plodin během vegetace proběhlo 18.6.2022, tedy po 54 dnech od sázení. Po dalších 9 dnech byl ukončen růst pomocných plodin, které byly vysety současně při sázení brambor, celkově byla jejich vegetační doba 63 dní. Pomocné plodiny vysévané během vegetace byly umrtveny až při sklizni, celková doba růstu činila 94 dní. Porost byl ošetřován konvenčními přípravky na ochranu rostlin. Sklizeň proběhla 20.9.2022. Celková vegetační doba brambor byla 148 dní.

4.4 Ročník 2023

Sázení proběhlo 30.4.2023. Pomocné plodiny vyseté při sázení byly mechanicky regulovány 28.6.2023, po 59 od setí. I v tomto roce byly nasety pomocné plodiny po 62 dnech vegetace - 1.7.2023. V první polovině července ale vlivem prudkých lijáků došlo k odplavení semen pomocných plodin mimo hrůbky brambor, čímž byla znemožněna realizace variant s pomocnými plodinami vysetými během vegetace. Během období růstu byly využity konvenční fungicidy, herbicidy a graminicidy. Sklizeň byla realizována 28.9.2023 – tj. po 151 dnech od sázení.

4.5 Ročník 2024

Sázení brambor se uskutečnilo 13.4.2024. Vegetace pomocných plodin nasetých během sázení brambor byla ukončena 29.5.2024. Jejich doba vegetace tedy odpovídala 46 dnům. Setí pomocných plodin během vegetace proběhlo 28.6.2024, tj. po 76 dnech vegetace. Sklizeň pokusů byla provedena 24.9.2024. Celková vegetační doba činila 164 dní.



Obrázek č. 1: Hrůbky brambor s pomocnou plodinou 9.8.2022 (autor: Veronika Dobiášová)

4.6 Sklizeň pokusů

V porostu každé varianty byly odebrány vzorky konzumních hlíz, vždy ve 4 opakováních. Nejprve byly sebrány všechny hlízy pod určenými trsy, zbaveny nečistot, následně byly zváženy na digitální váze a spočítány. Všechny hlízy v rozmezí 35 - 80 mm byly považovány za konzumní. K rozdělení bylo použito síto s odpovídající velikostí ok. Poté se zvážily a spočítaly konzumní hlízy.

V roce 2022 proběhla sklizeň 20.9.2022, tedy po 149 vegetačních dnech. V tomto ročníku byly hodnoceny hlízy s pomocnými plodinami vysévanými během vegetace, ale i během sázení brambor.

Pro rok 2023 byly hodnoceny pouze pomocné plodiny vyseté během sázení brambor, vlivem silných dešťů došlo k jejich vyplavení. V rámci pomocných plodin byl ověřován vliv jednodruhových pomocných plodin, ale i směsí. Hlízy byly sklizeny po 151 dnech vegetace.

V posledním pokusném roce, 2024, byly pomocné plodiny vyhodnocovány pro termín výsevu společně s bramborami a během vegetace. Sklizeň proběhla 164.den vegetace. Ve všech třech ročnících se z hlediska vegetační doby brambor jednalo o sklizeň v termínu pozdních odrůd.

4.7 Stanovení škrobu

Obsah škrobu byl stanoven polarimetricky metodou podle Ewerse.

Chemikálie: kyselina chlorovodíková (0,422 %), Carezzovo činidlo I a II, ether

Postup:

- 1.Všechny hlízy bylo nutné před začátkem laboratorní práce zbavit mechanických nečistot.
2. Po umytí byly osušeny a nakrájeny na čtvrtiny.
- 3.Dále byly rozmixovány v laboratorním mixéru.
- 4.Vzniklá hmota byla převedena na 26 sekund a 6500 otáček/min do Grindomixu, kde vznikla bramborová třenka, homogenní směs.
- 5.Do 100 ml Kohlrauschovy baňky bylo převedeno 10 g bramborové třenky.
- 6.Do baňky se přililo 25 ml kyseliny chlorovodíkové (0,422%).
- 7.Kyselina se promíchala s bramborovou třenkou.
- 8.Poté se opět přidalo 25 ml kyseliny chlorovodíkové (0,422%).
- 9.Baňka byla vložena na 15 minut do vroucí lázně, během varu byl obsah baňky promícháván, aniž by byl vyjmutý z lázně.
- 10.Po vyjmutí z vodní lázně byla baňka ochlazená pod proudem tekoucí vody.
- 11.Do baňky se přidalo 1 ml Carrezova činidla I a 1 ml Carrezova činidla II.
- 12.Baňka se po rysku dolila destilovanou vodou.
13. Pokud se na hladině objevila pěna, bylo přidáno 1 ml etheru.
- 14.Baňka se nechala po dobu 1 hodiny odstát.
- 15.Obsah baňky se zfiltraval do čisté kádinky.
- 16.Odpovídající množství filtrátu se nalilo do 200 ml polarimetrické rourky.
- 17.Rourka se vložila do přístroje.
- 18.Odečtená hodnota z polarimetru byla vynásobena koeficientem 0,8875.



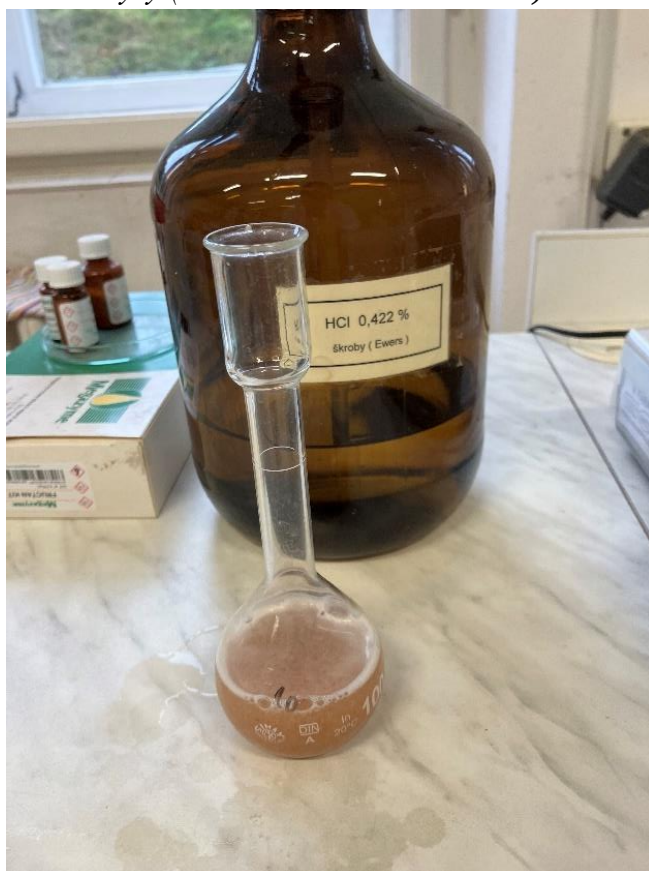
Obrázek č. 2: Hlízy před analýzou (autor: Veronika Dobiášová)



Obrázek č. 3: Průběh analýzy (autor: Veronika Dobiášová)



Obrázek č. 4: Průběh analýzy (autor: Veronika Dobiášová)



Obrázek č. 5: Průběh analýzy (autor: Veronika Dobiášová)



Obrázek č. 6: Průběh analýzy (autor: Veronika Dobiášová)



Obrázek č. 7: Průběh analýzy (autor: Veronika Dobiášová)



Obrázek č. 8: Měření v polarimetru (autor: Veronika Dobiášová)

5 Výsledky

5.1 Výnos

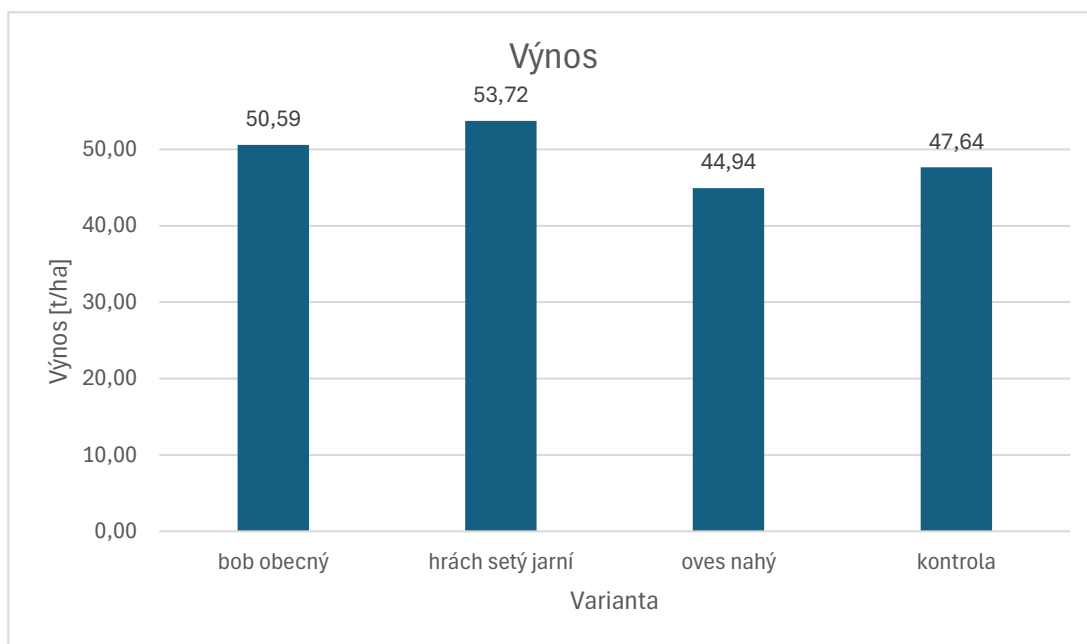
Celkový výnos hlíz byl stanoven výpočtem pro 44500 rostlin na 1 hektaru.

V uvedeném grafu jsou vyobrazené průměrné výnosy jednotlivých variant nasetých současně při sázení brambor v letech experimentu, tj. 2022-2024. Pouze u varianty, kdy byl jako pomocná plodina použitý oves nahý, byl výsledován nižší výnos v porovnání s kontrolní variantou, a to o 2,7 t/ha, tedy o 5,7 %. Varianta využívající bob obecný jako pomocnou plodinu dosáhla o 2,95 t/ha vyššího výnosu, což odpovídá nárůstu o 6,2 %. U varianty hrách jarní došlo ke zvýšení výnosu dokonce o 12,8 %, což odpovídá 6,08 t/ha. Výnosy variant s pomocnými plodinami během sázení brambor jsou uvedeny v Grafu č.3.

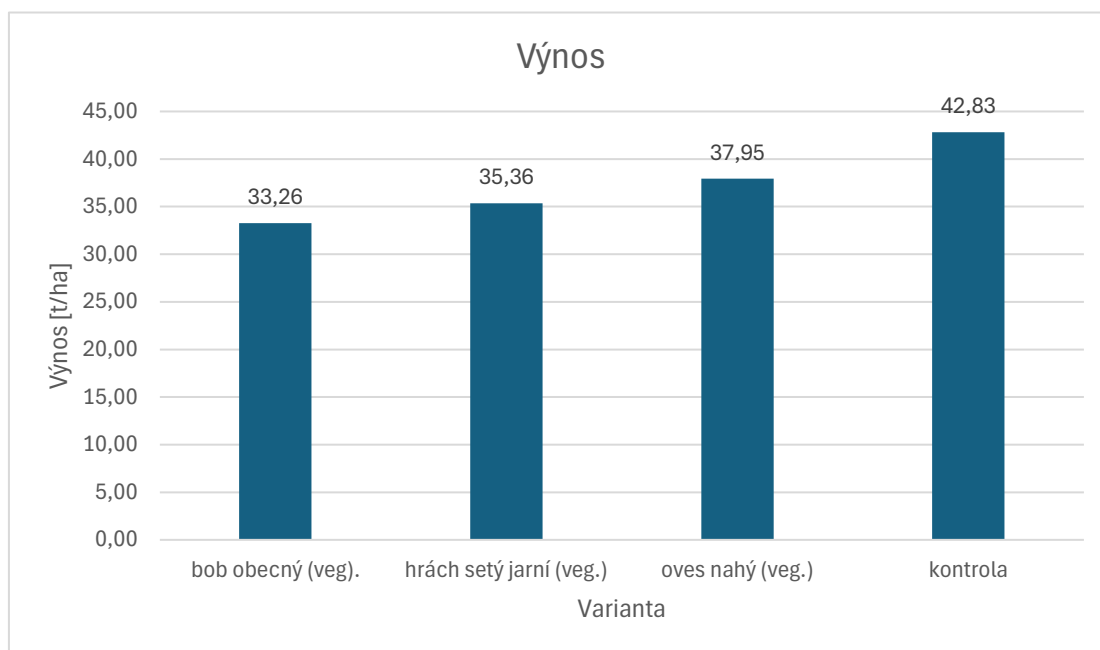
Vliv varianty s pomocnými plodinami vyšetřými během vegetace byl ověřován v letech 2022 a 2024. V uvedeném grafu jsou tyto varianty vyznačeny symbolem (veg.). V těchto variantách poskytla nejvyšší výnos kontrolní varianta. Markantní rozdíl ve výnosu se ukázal v porovnání s variantou bob obecný (veg.), kde došlo k poklesu o 9,57 t/ha. Tato hodnota odpovídá poklesu o 22,3 %. U hrachu setého (veg.) se výnos snížil o 7,47 t/ha, tj. 17,4 %, a u ovsa nahého (veg.) o 4,88 t/ha, což je o 11,4 % méně v porovnání s kontrolou. Celkové výnosy jsou uvedeny v Grafu č.4.

Hodnoty průměrného výnosu byly statisticky vyhodnoceny testem ANOVA, kdy $\alpha = 0,05$. Z uvedených výsledků lze konstatovat, že mezi výnosem variant využívající pomocné plodiny a kontrolní variantou neexistují statisticky významné rozdíly, ať už je pomocná plodina vysetá během sázení brambor nebo později během vegetace.

Graf č.3: Výnos [t/ha] – pomocné plodiny během sázení brambor (průměr čtyř opakování)



Graf č.4: Výnos [t/ha] – pomocné plodiny během vegetace (průměr čtyř opakování)



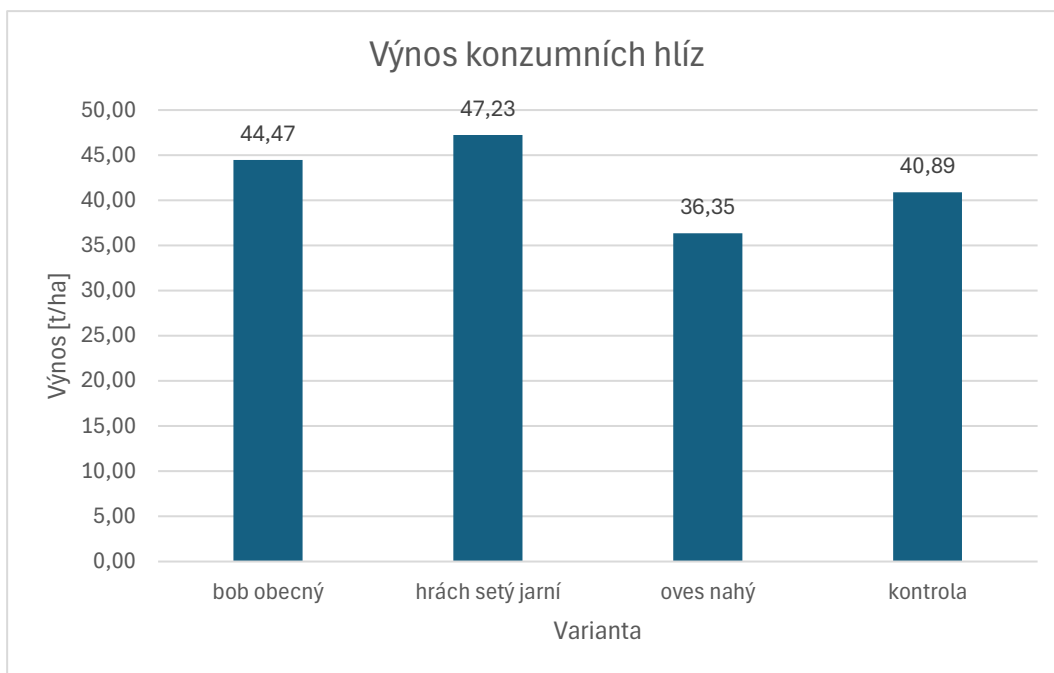
5.2 Výnos konzumních hlíz

Jako konzumní hlízy byly označeny všechny nepoškozené hlízy s velikostí v intervalu 35 až 80 mm. Nejvyšší výnos konzumních hlíz zaznamenala varianta hrách setý. Zde výnos konzumních hlíz činil o 6,34 t/ha více než u kontrolní varianty, v porovnání s ní se jedná se o celkový nárůst o 15,5 %. U varianty bob obecný byl detekován vyšší výnos než u kontrolní varianty, celkově vzrostl o 3,58 t/ha, tj. o 8,8 % více oproti kontrole. K poklesu došlo u varianty oves nahý, celkově o 4,54 t/ha, což odpovídá 11,1 %. Konkrétní hodnoty jsou uvedeny v Grafu č.5.

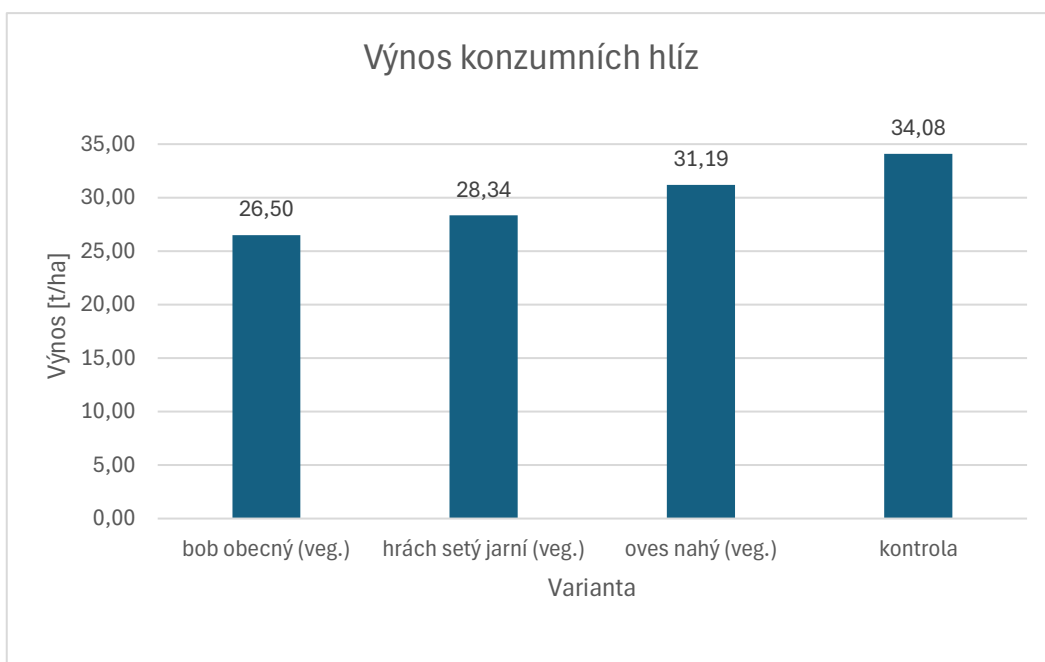
Varianty pomocných plodin vyšetých během vegetace dosáhly nižších výnosů konzumních hlíz v porovnání s kontrolní variantou. Nejvíce se kontrolní variantě přiblížila varianta oves nahý (veg.), kdy rozdíl mezi variantami činil 2,89 t/ha, z pohledu varianty ovesa nahého došlo k poklesu o 8,5 %. Výraznější rozdíly vznikly mezi dalšími variantami a kontrolou. Hrách setý jarní (veg.) dosáhl o 5,74 t/ha (16,8 %) nižšího výnosu. Varianta bob obecný (veg.) dokonce o 7,58 t/ha, tj. o 22,22 % méně než kontrolní varianta. Výnosy konzumních hlíz při setí pomocných plodin během vegetace jsou vyobrazené v Grafu č.6.

Na základě statistického hodnocení bylo ověřeno, že neexistuje statisticky významný rozdíl ve výnosu konzumních hlíz.

Graf č.5: Výnos konzumních hlíz [t/ha] – pomocné plodiny během sázení brambor (průměr čtyř opakování)



Graf č.6: Výnos konzumních hlíz [t/ha] – pomocné plodiny během vegetace (průměr čtyř opakování)



5.3 Relativní výnos

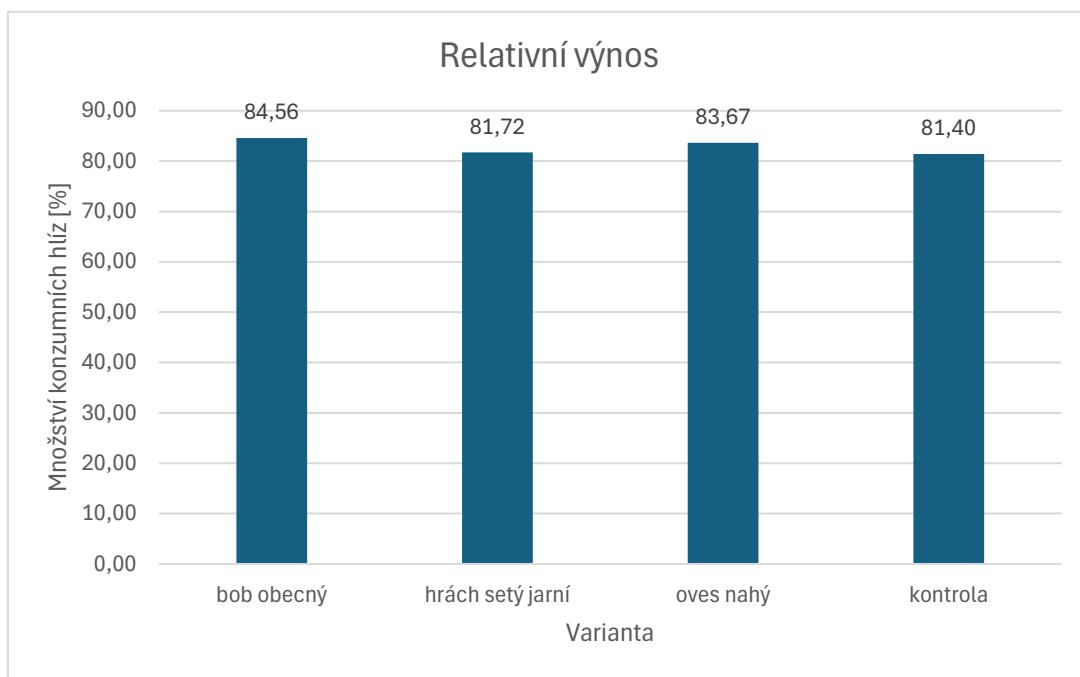
Pojmem relativní výnos se vyjadřuje procentuální zastoupení konzumních hlíz v celém výnosu, vypovídá o podílu konzumních hlíz na celkovém výnosu.

U všech variant, které byly vysety v jednotném termínu během sázení brambor bylo dosaženo vyššího podílu relativního množství konzumních hlíz. Nejvyššího relativního výnosu bylo dosaženo u varianty bob obecný, a to 84,56 %, dále u varianty oves nahý - 83,67 %. U varianty hrách setý bylo dosaženo relativního výnosu 81,72 %, nejnižší relativní výnos byl vysledován u kontrolní varianty - 81,40 %. Relativní výnosy jsou v Grafu č.7.

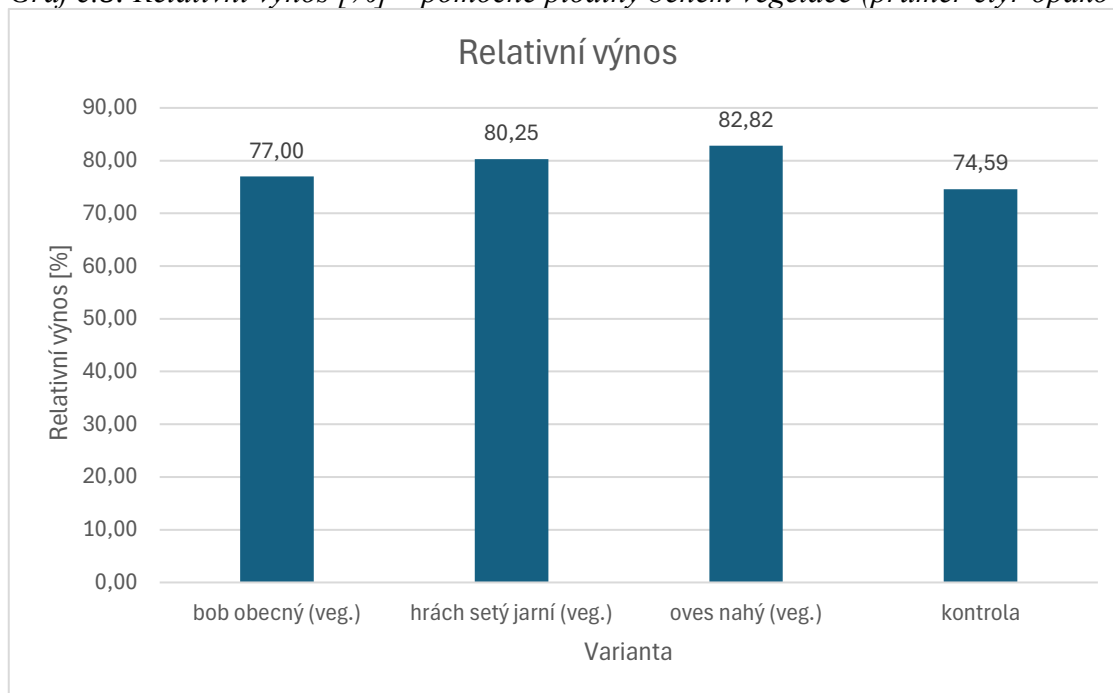
V případě pomocných plodin vysévaných později během vegetace opět kontrolní varianta měla nejnižší podíl relativního výnosu. Jednalo se o 74,59 %, dále vzestupně řazené varianty bob obecný (veg.) – 77,00 %, hrách setý (veg.) 80,25 % a oves nahý (veg.) – 82,82 %. Relativní výnosy při setí pomocných plodin během vegetace uvádí Graf č.8.

Z provedeného statistického testování vyplývá, že neexistují statisticky významné rozdíly.

Graf č.7: Relativní výnos [%] – pomocné plodiny při sázení (průměr čtyř opakování)



Graf č.8: Relativní výnos [%] – pomocné plodiny během vegetace (průměr čtyř opakování)

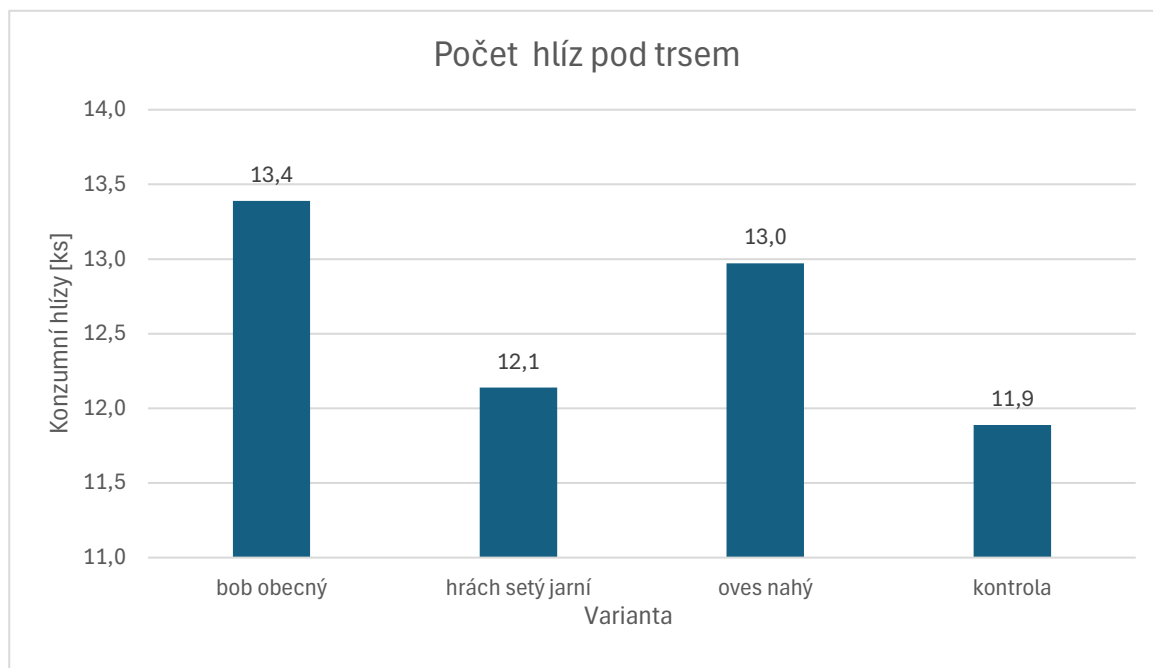


5.4 Počet hlíz pod trsem

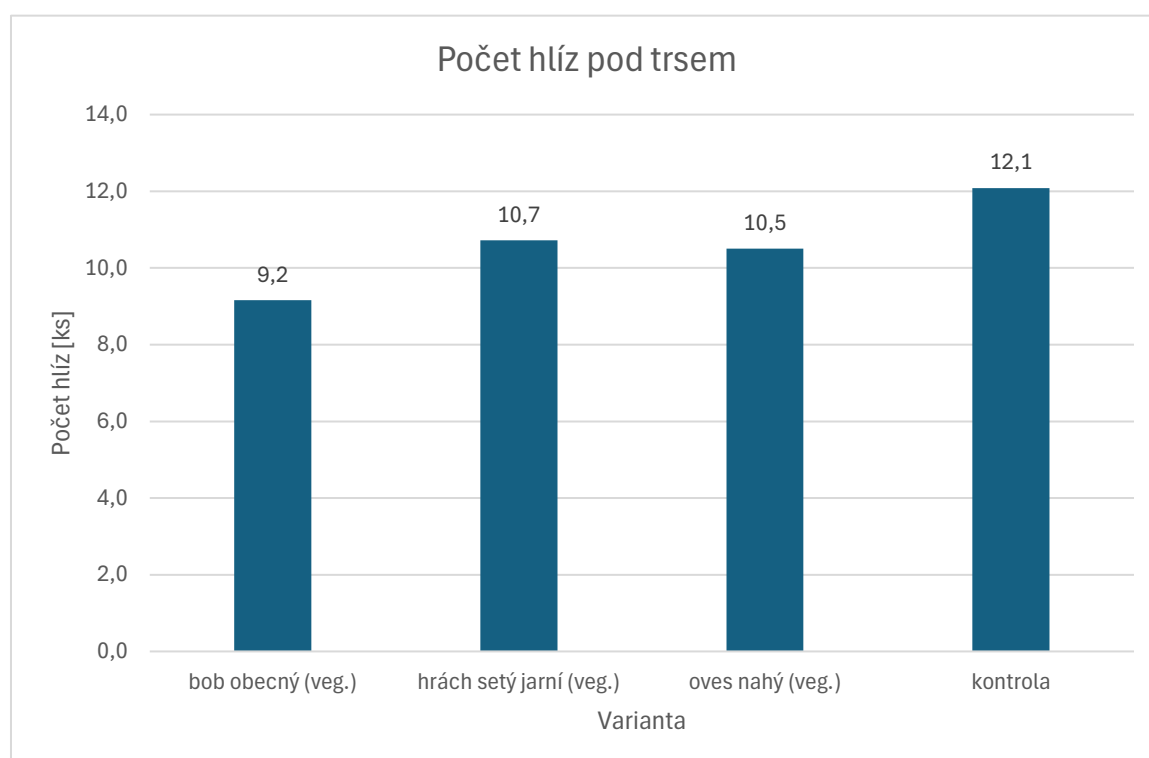
Jedná se o průměrný počet hlíz, které byly v dané variantě pod jedním trsem.

Nejnižší celkový počet hlíz pod trsem bylo evidováno u kontrolní varianty, jednalo se o 11,9 ks. Nejvyšší počet hlíz pod trsem nacházel u varianty bob obecný. Celkem se pod jedním trsem nacházelo 13,4 ks, to je o 12,6 % více než u kontroly. U varianty oves nahý to bylo 13,0 ks (nárůst o 9,2 %) a v případě hrachu setého 12,1 ks (nárůst o 1,7 %). Ve všech případech s pomocnou plodinou vysetou při sázení se pod trsem nacházel vyšší počet kusů než u kontrolní varianty. Počet hlíz pod trsem je zobrazen v Grafu č.9. Opačná situace nastala při variantách vysévaných později během vegetace. V tomto případě se byl nejvyšší počet hlíz detekován u kontrolní varianty, celkově 12,1 ks. Nejvyšší pokles nastal u bobu obecného (veg.), kde bylo nalezeno 9,2 ks, v porovnání s kontrolní variantou se jednalo o rozdíl 24 %. U varianty hrách setý (veg.) se nacházelo 10,7 ks, tj. o 11,6 % méně než u kontroly, u varianty oves nahý (veg.) 10,5 ks, kdy pokles odpovídá 13,2 %. Graf č.10 uvádí počet hlíz pod trsem u variant vysévaných během vegetace. Mezi jednotlivými variantami neexistuje statisticky významný rozdíl.

Graf č.9: Počet hlíz pod trsem [ks] – pomocné plodiny během sázení brambor (průměr čtyř opakování)



Graf č.10: Počet hlíz pod trsem [ks] – pomocné plodiny během vegetace (průměr čtyř opakování)



5.5 Hmotnost hlíz pod trsem

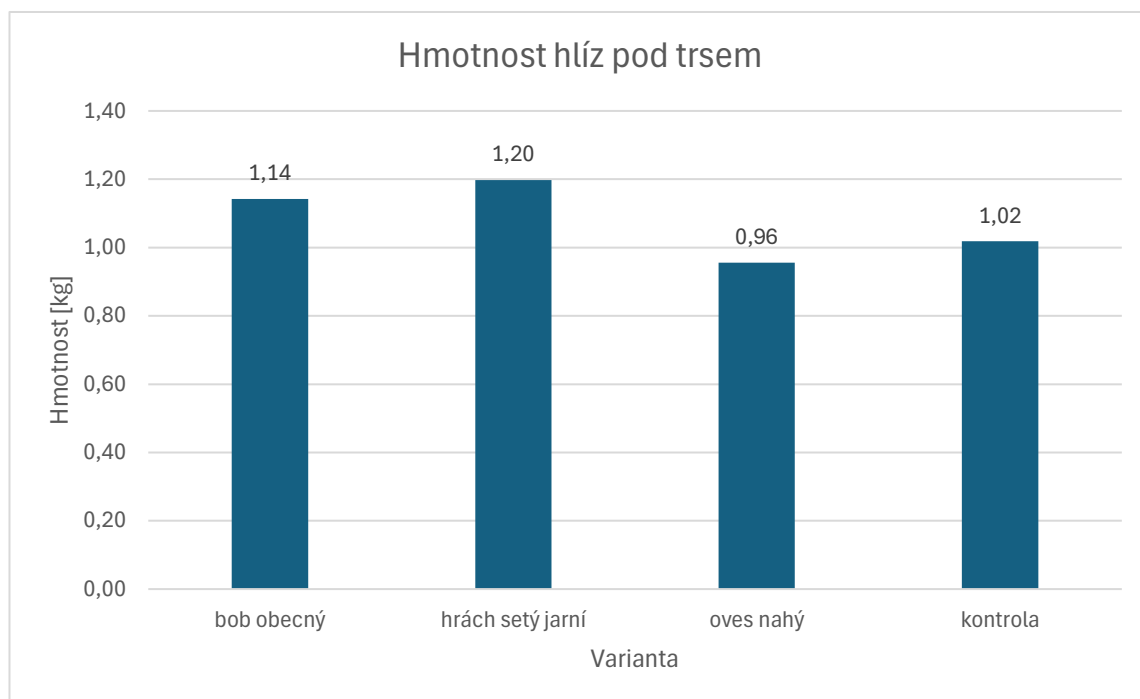
Jedná se o celkovou hmotnost všech hlíz pod jedním trsem stanovenou jako průměr ze 4 opakování. Hmotnost hlíz přímo souvisí s počtem hlíz pod trsem, poukazuje na jejich velikost.

Hmotnost hlíz pod trsem při výsevu pomocných plodin při sázení brambor je uvedena v Grafu č.11. U kontrolní varianty byla celková hmotnost hlíz 1,02 kg. 1 kilogram hlíz dosáhl nejvyšší hmotnosti v případě varianty hrách setý jarní, jednalo se o nárůst 17,6 %. U varianty bob obecný celková hmotnost odpovídala 1,14 kg, to odpovídá 11,8 %. Nižší hmotnost hlíz, než u kontroly, se vyskytla v případě ovsa nahého – 0,96 kg, tj. o 5,9 % méně v porovnání s kontrolou.

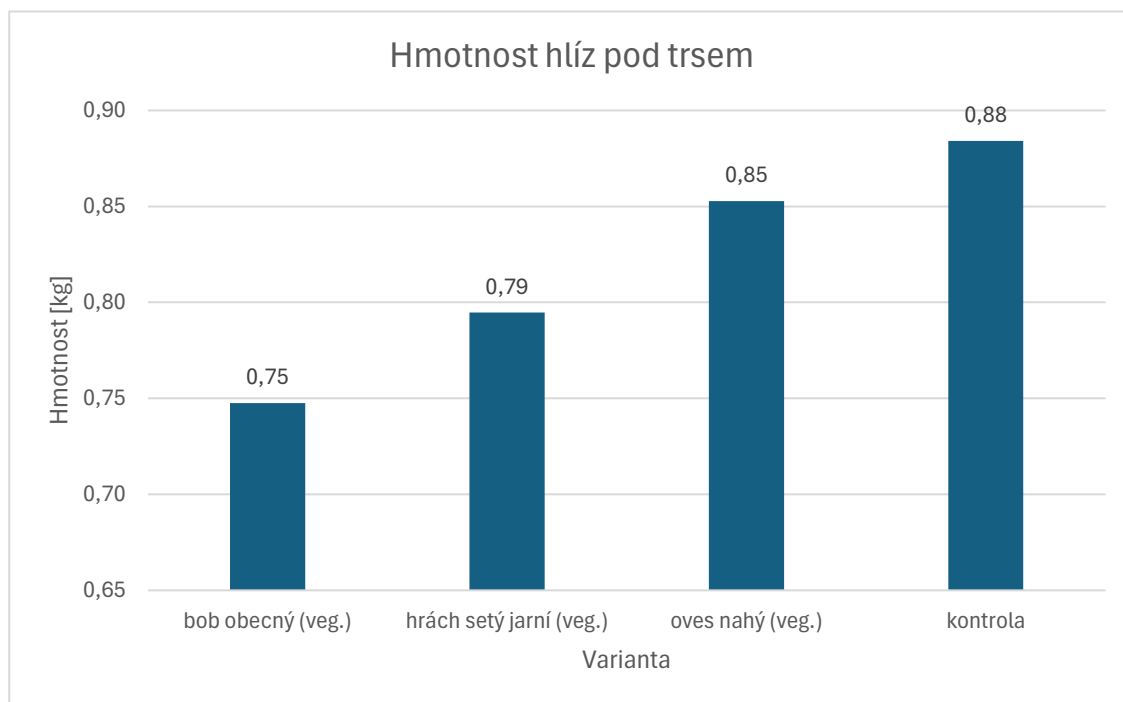
V případě, kdy byly pomocné plodiny vyseté později během vegetace, bylo nejvyšší hmotnosti dosaženo u kontrolní varianty – 0,88 kg. Nejvýraznější pokles byl vysledován v případě bob obecný (veg.), a to 0,75 kg – relativně o 14,8 % méně. U varianty hrách setý (veg.) byla celková hmotnost 0,79 kg, tj. o 10,2 % méně v porovnání s kontrolou, u varianty oves nahý (veg.) 0,85 kg, což odpovídá 3,4 %. Hmotnost hlíz pod trsem při výsevu pomocných plodin během vegetace je uvedena v Grafu č.12.

Podle statistického hodnocení lze konstatovat, že mezi jednotlivými variantami neexistují statisticky významné rozdíly.

Graf č.11: Hmotnost hlíz pod trsem [kg] – pomocné plodiny během sázení brambor (průměr čtyř opakování)



Graf č.12: Hmotnost hlíz pod trsem [kg] – pomocné plodiny během vegetace (průměr čtyř opakování)



5.6 Počet konzumních hlíz pod trsem

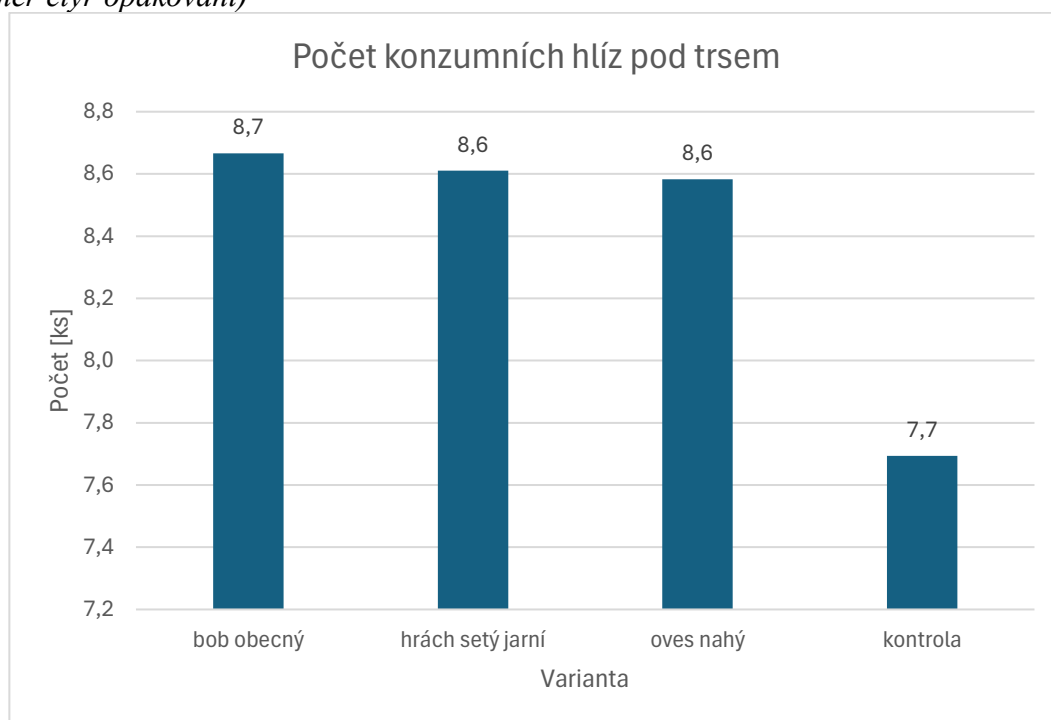
Jako konzumní byly zvoleny hlízy v odpovídající velikosti, průměr byl stanoven ze 4 trsů v odpovídající velikosti 35 – 80 mm.

U kontrolní varianty se nacházelo nejméně konzumních hlíz, celkem šlo o 7,7 ks. U varianty bob obecný bylo nalezeno 8,7 ks, proti kontrolní variantě se počet navýšil o 13 %, u hrachu setého 8,6 ks, tj. nárůst o 11,7 %. V případě ovsa nahého se jednalo o 8,6 ks, celkově o 11,7 % více než u kontroly. Tyto hodnoty podkládá Graf č.13.

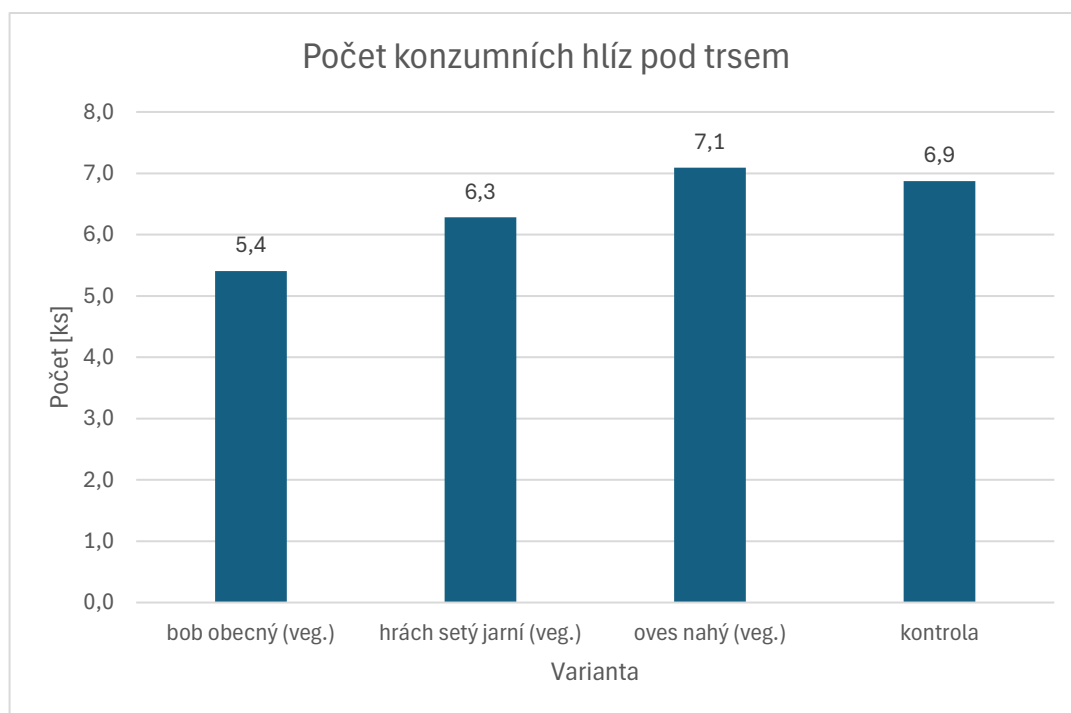
Pokud byly pomocné plodiny vyšetřeny později během vegetace, kontrolní varianta dosáhla celkově 6,9 ks konzumních hlíz pod trsem. Více konzumních hlíz se vyskytlo u varianty oves nahý (veg.), kde bylo průměrně nalezeno 7,1 ks, tj. o 2,3 % více. Méně kusů bylo u variant bob obecný (veg.) – zde 5,4 ks, čili pokles o 21,7 %, a hrachu setého (veg.). Zde se pod trsem nacházelo 6,3 ks, to je o 8,7 % méně než u kontroly. Počet konzumních hlíz pod trsem je uveden v Grafu č.14.

Výsledkem statistického šetření je, že mezi vzorky neexistuje statisticky významný rozdíl.

Graf č.13: Počet konzumních hlíz pod trsem [ks] – pomocné plodiny během sázení brambor (průměr čtyř opakování)



Graf č.14: Počet konzumních hlíz pod trsem [ks] – pomocné plodiny během vegetace (průměr čtyř opakování)



5.7 Obsah škrobu

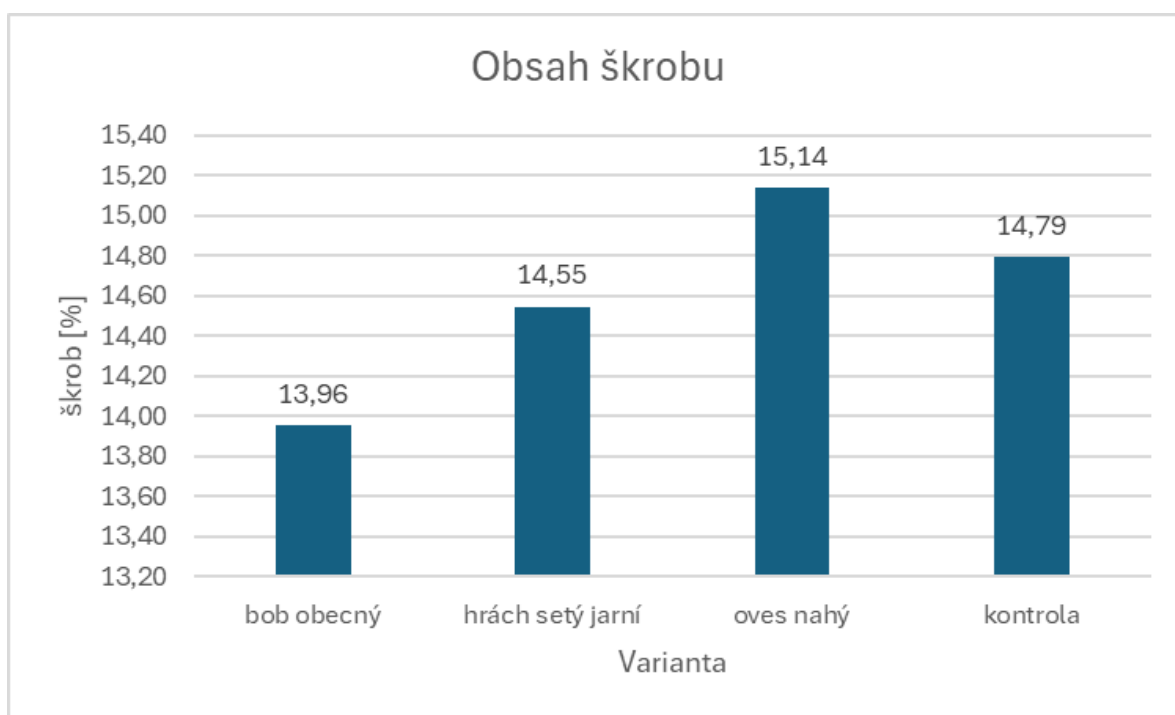
Škrob byl stanoven laboratorně polarimetrickou metodou podle Ewerse.

Nejvíce byl škrob zastoupen ve variantě, kde se ho průměrně nacházelo 15,14 %. Tato škrobnatost byla stanovena u varianty oves nahý. Nejméně škrobu bylo naměřeno u varianty bob obecný, konkrétně 13,96 %. U varianty hrách setý byl škrob zastoupen 14,55 %. V kontrolní variantě bylo stanoveno 14,79 % škrobu. Obsah škrobu udává Graf č.15.

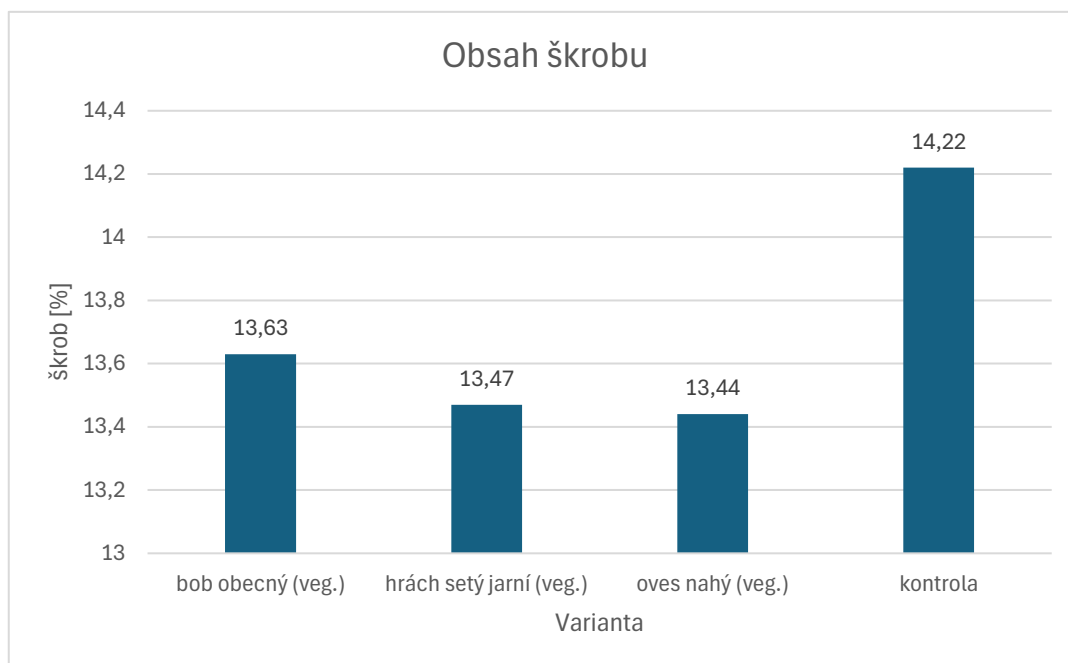
Při výsevu pomocných plodin během vegetace byl nejvyšší obsah škrobu zjištěn v případě kontrolní varianty. – 14,22 %. Následující varianty jsou řazeny sestupně: bob obecný (veg.) 13,63 %, hrách setý (veg.) 13,47 %, oves nahý (veg.) 13,44 %. Uvedené hodnoty znázorňuje Graf č.16.

Mezi kontrolní variantou a variantami využívající pomocných plodin neexistují statisticky významné rozdíly.

Graf č.15: Obsah škrobu [%] – pomocné plodiny během sázení brambor (průměr čtyř opakování)



Graf č.16: Obsah škrobu [%] – pomocné plodiny během vegetace (průměr čtyř opakování)



Tabulka č.3: Výsledky statistického testování

TESTOVANÝ UKAZATEL	P-VALUE	STATISTICKY VÝZNAMNÝ ROZDÍL
VÝNOS	0,4247	NE
VÝNOS (PP během vegetace)	0,2526	NE
VÝNOS KONZUMNÍCH HLÍZ	0,5445	NE
VÝNOS KONZUMNÍCH HLÍZ (PP během vegetace)	0,6338	NE
RELATIVNÍ VÝNOS	0,9668	NE
RELATIVNÍ VÝNOS (PP během vegetace)	0,9668	NE
POČET HLÍZ POD TRSEM	0,5106	NE
POČET HLÍZ POD TRSEM (PP během vegetace)	0,4859	NE
HMOTNOST HLÍZ	0,3504	NE
HMOTNOST HLÍZ (PP během vegetace)	0,5348	NE
POČET KONZUMNÍCH HLÍZ POD TRSEM	0,8223	NE
POČET KONZUMNÍCH HLÍZ POD TRSEM (PP během vegetace)	0,1956	NE
OBSAH ŠKROBU	0,4574	NE
OBSAH ŠKROBU (PP během vegetace)	0,8477	NE

6 Diskuze

V této kapitole budou shrnuty výsledky tříletého polního pokusu, jehož cílem bylo ověření vlivu pomocných plodin ve dvou termínech výsevu na následující parametry brambor: výnos a výnos konzumních hlíz, jejich výtěžnost, počet hlíz a počet konzumních hlíz pod trsem, obsah škrobu. Všechny výsledky jsou shrnuty v Tabulce č.3. Jako pomocné plodiny byly použity následující rostliny: bob obecný, hrách setý jarní, oves nahý. Kontrolní varianta odpovídá porostu bez využívání pomocných plodin. Pomocné plodiny byly vysévány buď současně během sázení brambor nebo později během vegetace. Termín výsevu během vegetace se odvíjel od konkrétních podmínek ročníku, konkrétně to bylo v roce 2022 to bylo po 54 dnech od sázení, v roce 2023 po 62 dnech vegetace, i když vyhodnocení tohoto ročníku z důvodu srážek nebylo provedeno a v posledním roce experimentu setí proběhlo 76.den.

6.1 Výnos

Celkový výnos v obou termínech pomocných plodin dalece přesahuje průměrný výnos brambor, který uvádí Český statistický úřad za rok 2023, a to 27,39 t/ha. Výnos v podmínkách experimentu přesáhl 40 t/ha. Při výsevu pomocných plodin v jednom termínu byl celkový výnos 47,6 t/ha, při pozdějším výsevu 42,8 t/ha. Nutno podotknout, že výše výnosu souvisí i s použitou technologií (Kusá a kol. 2024). Jahanzad a kol. (2017) uvádí, že často s použitím souvisí i míra hnojení dusíkem, kdy s jeho vysokou dávkou může nastat i snížení výnosu. V provedeném experimentu nebyly detekovány statisticky významné rozdíly ve variantách s pomocnými plodinami a s kontrolou. Stejný výsledek potvrzuje i Rittl a kol. (2023), i když ve svém norském experimentu uvádějí výnosy kolem 16 t/ha. Nutno poznamenat, že v tato oblast je typická nižší průměrnou teplotou a vyšším ročním úhrn srážek. Stejný výsledek z dvouleté studie potvrzuje i Sabet a kol. (2022) po svém dvouletém polním pokusu. Hypotézu, že neexistují statisticky významné rozdíly po svém víceletém pokusu potvrzují i Una a kol. (2022). Brant (2019) se z hlediska vývoje nových pěstebních systémů na zvýšení intenzity produkce vlivem biotických zákonitostí. V případě výsevu pomocných plodin až během vegetace brambor dosáhla kontrolní varianta nejvyššího výnosu oproti ostatním variantám. U varianty s nejnižším výnosem došlo k poklesu o 22,34 %. Na tento aspekt poukazuje i Brant a kol. (2019), kteří tvrdí, že využití pomocných plodin u sóji či kukuřice seté může způsobit snížení výnosu i o několik desítek procent. I přesto se ale vyzdvihují pozitivní aspekty využití. Naopak při pěstování pšenice ozimé a použití pomocné plodiny z čeledi *Fabaceae* zmiňují vyšší výnos zrna. Rittl a kol. (2023) uvádějí, že statisticky významný rozdíl nebyl ani v případě konzumních hlíz v porovnání s kontrolní variantou. Larkin (2024) dokonce tvrdí, že pomocné plodiny mají takový vliv na půdu, že tímto způsobem mohou upravovat výnos. Kusá a kol. (2024) upozorňují, že je výhodnější použití pomocných plodin typických rychlým počátečním rozvojem, avšak se shodují, že je nutné ověřit konkurenci pomocné a hlavní plodiny.

6.2 Výnos konzumních hlíz

Z celkového výnosu bylo u kontrolní varianty 85,53 % hlíz konzumních, zbývajících 14,17 % hlíz bylo odpadních. Nižší procentuální výtěžnost byla u varianty oves nahý, a to 80,89 %. Vyšší podíl konzumních hlíz bylo u ostatních variant s pomocnými plodinami, u bobu obecného se jednalo o 87,92 %, v případě hrachu setého o pouhou setinu procenta méně. U pomocných plodin vysévaných během vegetace dosáhla kontrolní varianta nejnižšího podílu konzumních hlíz, celkově 79,57 %. Více to bylo v případě bobu obecného – 79,65 %, u varianty hrách setý 80,14 %, nejvíce – 82,19 % konzumních hlíz celkového výnosu získala varianta oves nahý. Holejšovský a kol. (2023b) vidí výhodu pomocných plodin v lepší odolnosti proti chorobám, v porostech brambor zmiňují především drátovce, kteří snižují kvalitu konzumních hlíz. Zvýšení výnosu je očekáváno při využití pomocných plodin, vysoký potenciál má v systému ekologické produkce (Ierna a Distefano 2024).

6.3 Počet hlíz pod trsem

Mezi uvedenými variantami neexistuje statisticky významný rozdíl. U pomocných plodin vysévaných při sázení brambor byl nejnižší počet hlíz vysledován u kontrolní varianty. Nejvyšší počet hlíz pod trsem se nacházel u varianty bob obecný (13,4 ks), 13 ks hlíz pod trsem bylo v případě varianty bob obecný, u varianty hrách obecný to bylo celkem 12,1 ks hlíz. Když byly pomocné plodiny vysévány během vegetace, byl u kontrolní varianty nejvyšší počet hlíz, a to 12,1 ks. Následovaly tyto varianty, řazeno sestupně: hrách setý (10,7 ks), oves nahý (10,5 ks), nejméně u bobu obecného, a to 9,2 ks. Právě v případě bobu obecného se nejvíce hlíz nacházelo v případě výsevu při sázení, naopak nejméně při výsevu během vegetace. Z hlediska počtu hlíz se jeví jako výhodnější setí pomocných plodin současně při sázení brambor, právě v tomto případě byl monitorován vyšší počet hlíz. Brant a kol. (2019) zmiňují snížení výnosu v případě pěstování obilnin s pomocnou plodinou, což se negativně podepisuje na HTS, dále upozornili na pozdější dozrávání hlavní plodiny. Vliv pomocné plodiny je závislý na použitém typu hlavní plodiny, Peng a kol. (2024) vyzdvihují luskoviny jako pomocné plodiny, což by se mohlo dát do souvislosti s vysokým počtem hlíz pod trsem u varianty vysévané při sázení brambor. V experimentu provedeném v USA bylo u kukuřice seté zaznamenáno snížení výnosu zrna o 5 %, u sóji o 3 % (Deines a kol. 2022). Sabet a kol. (2022) uvádí, že nebyl prokázán statisticky významný rozdíl ve hmotnosti hlíz.

6.4 Počet konzumních hlíz pod trsem

Výběr konzumních hlíz ovlivňuje jednak jejich zdravotní stav, ale i jejich velikost. Pokud byly pomocné plodiny vysévány současně při sázení brambor, nejméně konzumních hlíz připadá na kontrolní variantu, u které bylo pod jedním trsem 7,7 ks konzumních hlíz. Nejvíce konzumních hlíz náleží variantě bob obecný, celkem 8,7 ks, u varianty hrách setý 8,6 ks konzumních hlíz. Průměrně 8,6 ks konzumních hlíz bylo pod trsem u varianty oves nahý. V případě, že byly pomocné plodiny vyseté později během vegetační doby brambor, byly počty konzumních hlíz více rozkolísané než v předchozím případě. Kontrolní varianta disponovala 6,9 ks konzumních hlíz, více to bylo pouze v případě varianty oves nahý, kde se pod trsem

nacházelo 7,1 ks. U varianty hrách setý se nacházelo 6,3 ks konzumních hlíz. Nejnížší počet konzumních hlíz byl v případě varianty bob obecný, kde se pod trsem nacházelo pouze 5,4 ks konzumních hlíz. Tyto parametry velkou měrou ovlivňují i použité chemické přípravky během pěstování (Zarzecka a kol. 2023). Ve stejné lokalitě prováděli své experimenty i Holejšovský a kol. (2020, 2022). Celkový počet hlíz i celkový počet konzumních hlíz jsou totožné s tímto experimentem.

6.5 Obsah škrobu

Celkový obsah sacharidů v hlíze přesahuje 18 %. V kombinaci s obsahem vitaminů a minerálních látek a zároveň jejich významným postavením ve stravě obyvatel na celém světě, hlavně z důvodu jejich různorodého potravinářského využití, jsou brambory důležitou zemědělskou komoditou. Z hlediska sacharidů a průmyslového zpracování brambor nejsou žádoucí redukující cukry – konkrétně glukóza a fruktóza. Čím více sacharidů hlíza obsahuje, logicky roste i podíl sušiny v hlíze. Vyšší sušina vede ke snížení vstřebávání tuků během smažení brambor a výrobků z nich (Sreckov a kol. 2024). Major a kol. (2022) pro smažení doporučují obsah sušiny 20-22 % jako optimální. Obsah škrobu v hlízách kromě způsobu pěstování ovlivňuje i odrůda, která má na výsledné množství škrobu vliv až z 66 %. Dále jeho množství ovlivňuje i lokalita pěstování a klima (Šimková a kol. 2013). Využití pomocných plodin je výhodné i z ekologického hlediska (Margus a kol. 2022). Bleharczyk a kol. (2023) upozorňuje, že obsah škrobu je ovlivněn spíše agrotechnickými zásahy, jeho obsah mohou negativně ovlivňovat intenzivní srážky.

Sreckov a kol. (2024) se v rámci vlastního tříletého experimentu s ranými bramborami věnovali obsahu škrobu v hlízách. V pokusu nebyly využívány pomocné plodiny jako v případě této práce, ale pokryv půdy byl realizován za pomoci mulče a textilií. Výsledkem byl statisticky významný rozdíl v obsahu škrobu mezi kontrolní variantou a variantami, u kterých během pěstování došlo k zakrytí půdy. U těchto variant byl obsah škrobu vyšší. Výsledky Sreckova a kol. (2024) jsou tedy odlišné od výsledků této práce. Zde nebyly nalezeny statisticky významné rozdíly. Nutno připomenout, že se jednalo o pokus s ranými bramborami a lišil se i způsob pokrytí půdy.

Margus a kol. (2022) provedli experiment s pomocnými plodinami v Estonsku. Výsledkem této studie je, že kromě pěstebního systému se množství škrobu v hlízách odvíjí od hnojení, podmínek ročníku. V tomto případě byl obsah škrobu ovlivněn způsobem pěstování. V jiném estonském výzkumu, kde se experiment probíhal s použitím meziplodin, nebyl obsah škrobu ovlivněn systémem hospodaření (Tein a kol. 2014).

Pěstování s pomocnými plodinami bylo realizováno u další širokořádkové plodiny – kukuřice seté. Experiment byl realizován v Indii po dobu 2 let. V obsahu škrobu nebyl statisticky významný rozdíl na hladině významnosti $\alpha=0,05$ při použití pomocných plodin (Singh a kol. 2020).

7 Závěr

Z předložené práce plynou uvedené závěry:

- Mezi sledovanými parametry (výnos, výnos konzumních hlíz, počet hlíz pod trsem, počet konzumních hlíz pod trsem, obsah škrobu) neexistuje statisticky významný rozdíl.
- Hypotézu „Využití pomocných plodin při pěstování brambor nemá vliv na produkční parametry konzumních hlíz brambor“ lze na základě uvedených statistických šetření potvrdit.
- Hypotézu „Využití pomocných plodin při pěstování brambor nevede ke změnám v kvalitativních parametru sklizených hlíz (výťažnost konzumních hlíz, obsah škrobu v hlízách) je možné podle dostupných závěrů potvrdit.
- Protože bylo v tomto experimentu dokázáno, že využití pomocných plodin nemá negativní vliv na produkční a kvalitativní parametry brambor, nabízí se vhodné využití pomocných plodin z ekologických důvodů, kdy mají bezesporu řadu pozitivních účinků.

8 Literatura

- Abedi E, Hashemi SMB, Ghiasi F. 2023. Effective mitigation in the amount of acrylamide through enzymatic approaches. *Food Research International* 172 (e113177). DOI: 10.1016/j.foodres.2023.113177
- Adimas MA, Abera BD, Adimas ZT, Woldemariam HW, Delele MA. 2024. Traditional food processing and Acrylamide formation: A review. *Heliyon* 10 (e30258). DOI: 10.1016/j.heliyon.2024.e30258
- Ahmad D, Ying Y, Bao J. Understanding starch biosynthesis in potatoes for metabolic engineering to improve starch quality: A detailed review. *Carbohydrate Polymers* 346 (e122592). DOI: 10.1016/j.carbpol.2024.122592
- Bahri A, Charpentier C, Khati P, Le Parc R, Chevalier-Lucia D, Picart-Palmade L. 2024. Long-time high-pressure processing of a patatin-rich potato proteins isolate: impact on aggregation and surface properties. *International Journal of Food Science & Technology* 59:4680-4692. DOI: 10.1111/ijfs.17192
- Balík J, Černý J, Sedlář O, Kulháněk M, Procházková S. 2024. Obsah draslíku v půdě v závislosti (nejen) na intenzitě hnojení. *Úroda* 9: 19-21.
- Bárta J, Čepl J, Diviš J, Hamouz K, Jůzl M, Vacek J. 2008. Brambory. Pages 241-251 in Prugar J a kol., editors. 2008. Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský a.s., Praha.
- Bártová V, Diviš J, Bárta J, Brabroca A, Švajnerová M. 2013. Variation of nitrogenous components in potato (*Solanum tuberosum* L.) tubers produced under organic and conventional crop management. *European Journal of Agronomy* 49:20-31. DOI: 10.1016/j.eja.2013.02.009
- Bedini G, Nallan Chakravartula SS, Nardella M, Bandiera A, Massantini R, Moschetti R. 2023. Prediction of potato dry matter content by FT-NIR spectroscopy: Impact of tuber tissue on model performance. *Future Foods* 8 (e100241). DOI: 10.1016/j.fufo.2023.100241
- Beni C, Neri U, Papetti P, Altimari A. 2021. Natural horticultural systems in organic farming as a tool for resilience: improvement of economic performance and prevention of soil erosion. *Agroecology and Sustainable Food Systems* 45: 1375-1398. DOI: 10.1080/21683565.2021.1929657
- Bhutto RA, Bhutto NH, Khanal S, Wang M, Iqbal S, Fan Y, Yi J. 2024. Potato protein as an emerging high-quality: Source, extraction, purification, properties (functional, nutritional, physicochemical, and processing), applications, and challenges using potato protein. *Food Hydrocolloids* 157 (e110415). DOI: 10.1016/j.foodhyd.2024.110415
- Bilal AM a kol. 2024. Potato stress resilience: Unraveling the role of the signalling molecules and phytohormones. *Plant Gene* 38 (e100456). DOI: 100456
- Bleharczyk A, Kowalczewski PL, Sawinska Z, Rybacki P, Radzikowska-Kujawska D. 2023. Impact of Crop Sequence and Fertilization on Potato Yield in a Long-Term Study. *Plants-Basel* 12 (e495). DOI: 10.3390/plants12030495

- Boruckowski T, Boruckowska H, Drozd W, Raszewski B. 2022. Application on Digital Image Analysis for Assessment of Starch Content and Distribution in Potatoes. *Applied Sciences-Basel* 12 (e12988). DOI: 10.3390/app122412988
- Bouma D. 2024. Meziročně vyšší produkce brambor v zemích NEPG. Available from <https://uroda.cz/mezirocne-vyssi-produkce-brambor-v-zemich-nepg/> (accessed 08/2024).
- Bouma M. 2022. Protierozní opatření při pěstování brambor. Available from <https://uroda.cz/protierozni-opatreni-pri-pestovani-brambor/> (accessed August 2024).
- Brant V, Balík J, Fuksa P, Hakl J, Holec J, Kasal P, Neckář K, Pivec J, Prokinová E. 2008. *Meziplodiny*. Kurent, České Budějovice
- Brant V, Hamouz P, Kroulík M, Škeříková M, Šmoger J, Tyšer L, Zábanský P. 2019. *Pomocné plodiny v pěstebních systémech polních plodin*. Agrární komora ČR. Praha.
- Brant V, Šmoger J, Čejka J, Kroulík M, Plachý P. 2022. *Pomocné plodiny proti plevelům*. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/plevele/pomocne-plodiny-proti-plevelum> (accessed January 2025).
- Brant V. 2022. Využití brukvovitých meziplodin. Pages 87-96 in Brant V a kol., editors. *Brukvovité meziplodiny*. Agrární komora České republiky.
- Bremer E, Ellert BH, Pauly D, Greer KJ. 2023. Variation in over-yielding of pulse-oilseed intercrops. *Field Crops Research* 305 (e109190). DOI: 10.1016/j.fcr.2023.109190
- Cao Y, Hua L, Tang Q, Liu L, Cai C. 2023. Evaluation of monthly-scale soil erosion spatio-temporal dynamics and identification of their driving factors in Northeast China. *Ecological Indicators* 150 (e110187). DOI: 10.1016/j.ecolind.2023.110187
- Carter MR, Sanderson JB. 2001. Influence of conservation tillage and rotation length on potato productivity, tuber disease and soil quality parameters on a fine sandy loam in eastern Canada. *Soil and Tillage Research* 63:1-13. DOI: 10.1016/S0167-1987(01)00224-0
- Ciecko Z, Zolnowski AC, Mierzejewska A. 2012. Impact of foliar nitrogen and magnesium fertilization on concentration of chlorophyll in potato leaves. *Ecological Chemistry and Engineering* 19: 525-535. DOI: 10.2428/ecea.2010.19(06)053
- Coquerel R, Arkoun M, Dupas Q, Leroy F, LAine P, Etienne P. 2023. Silicon Supply Improves Nodulation and Dinitrogen Fixation and Promotes Growth in *Trifolium incarnatum* Subjected to a Long-Term Sulfur Deprivation. *Plants* 12(e2248). DOI: 10.3390/plants12122248
- Cozma A, Mihut C, Velciov A, Chis C, Popescu S, Cozma B, Marazan V, Rada M, Alexa E. 2023. Determination of the mineral profile of potatoes peel, by-product from potato processing- preliminary study. *Scientific papers-series b-horticulture* 67:572-578.
- Český statistický úřad. 2023. Definitivní údaje o sklizni zemědělských plodin – 2023. Available from <https://csu.gov.cz/produkty/definitivni-udaje-o-sklizni-zemedelskych-plodin-2023> (accessed March 2025).
- Český statistický úřad. 2024a. Potraviny – spotřeba vybraných potravin. Available from <https://statistikaamy.csu.gov.cz/potraviny> (accessed August 2024).

- Český statistický úřad. 2024b. Spotřeba potravin. Available from <https://csu.gov.cz/spotreba-potravin?pocet=10&start=0&podskupiny=276&razeni=-datumVydani> (accessed February 2025).
- Český statistický úřad. 2024c. Rostlinná výroba. Available from <https://csu.gov.cz/roslinna-vyroba?pocet=10&start=0&podskupiny=273&razeni=-datumVydani> (accessed February 2025).
- Čížek M. 2024. Ekonomika pěstování brambor-rentabilita pěstování brambor. Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod, s. r. o. a Poradenský svaz „Bramborářský kroužek“, z.s. Havlíčkův Brod.
- Das M, Santra S, Chakraborty M, Rajan N, Sarvanabhupathy S, Sarveshwaran A, Biswas P, Banerjee R. 2024. Resistant starch? Insights into better health and metabolism. *Biocatalysis and agricultural biotechnology* 59 (e103275). DOI: 10.1016/j.bcab.2024.103275
- Deines JM, Guan K, Lopes B, Zhou Q, White CS, Wang S, Lobell DB. 2022. Recent cover crop adoption is associated with small maize and soybean yield losses in the United States. *Global Change Biology* 29: 794-807. DOI: 10.1111/gcb.16489
- Del Papa MF, Delgado MJ, Irisarri P, Lattanzi FA, Monza J. 2024. Editorial: Maximizing nitrogen fixation in legumes as a tool for sustainable agriculture intensification, volume II. *Frontiers in Agronomy* 6 (e1387188). DOI: 10.3389/fagro.2024.1387188
- Djaman K, Koudahe K, Koubodana HD, Saibou A, Essah S. 2022. Tillage Practices in Potato (*Solanum tuberosum* L.) Production: A Review. *American Journal of Potato Research* 99:1-12. DOI: 10.1007/s12230-021-09860-1
- Djillo SC, Wolka K, Tofu DA. 2024. Assessing soil erosion and farmers' decision of reducing erosion for sustainable soil and water conservation in Burji woreda, southern Ethiopia. *Scientific Reports* 14(e8638). DOI: 10.1038/s41598-024-59076-6
- Doležal P, Hausvater E. 2020. Ochrana brambor proti mandelince bramborové. Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod, s. r. o. a Poradenský svaz „Bramborářský kroužek“, z.s. Havlíčkův Brod.
- Domian E, Manko-Jurkowska D, Górska A. 2023. Heat-induced gelation, rheology and stability of oil-in-water emulsions prepared with patatin-rich potato protein. *Food and Bioproducts Processing* 139:144-156. DOI: 10.1016/j.fbp.2023.03.008
- Dubey R, Zustovi R, Landschoot S, Dewitte K, Verlinden G, Haesaert G, Maenhout S. 2024. Harnessing monocrop breeding strategies for intercrops. *Frontiers in Plant Science* 15 (e1394413). DOI: 10.3389/fpls.2024.1394413
- El-Beltagy MS, El-Abd SO, Abou-Hadid AF, Singer SM, Abdel-Naby A. 2002. Response of fall season potato crop to different calcium levels. *Proceeding of the second Balkan symposium on vegetables and potatoes* 579:289-293. DOI: 10.17660/ActaHortic.2002.579.49
- Elhakeem A, Porre RJ, Hoffland E, Van Dam JC, Drost SM, De Deyn GB. 2023. Radish-based cover crop mixtures mitigate leaching and increase availability of nitrogen to the cash crop. *Field Crops Research* 292(e108803). DOI: 10.1016/j.fcr.2022.108803
- El-Sayed AA, Abdelhady MM, Jaafari SA, Alanazi TM, Mohammed AS. 2023. Impact of Some Enzymatic Treatments on Acrylamide Content in Biscuits. *Processes* 11 (e1041). DOI: 10.3390/pr11041041

- Estupinan L. 2023. Registros arqueológicos etnohistóricos y etnobotánicos de la papa en la cordillera de los Andes. *Historia Y Memoria* **27**:19-49. DOI: 10.19053/20275137.n27.2023.14410
- Exnarová J. 2017. Brambory tak, jak je neznáme – historie brambor. *Zpravodaj* 5:77-79. Available from chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.vyzivaspol.cz/wp-content/uploads/2017/11/brambory.pdf (accessed August 2024)
- Fixen PE, Bruulsema TW. 2014. Potato Management Challenges Created by Phosphorus Chemistry and Plant Roots. *American Journal of Potato Research* **91**:121-131.
- Fuka V. 2022. Plochy brambor stále klesají. Available from https://uroda.cz/plochy-brambor-stale-klesaji/ (accessed August 2024)
- Gaba S, Bretagnolle F, Rigaud T, Philippot L. 2014. Managing biotic interactions for ecological intensification of agroecosystems. *Frontiers in ecology and evolution* **2**: (29) 1-9. DOI: 10.3389/fevo.2014.00029
- Garba II, Stirling GR, Stirling AM, Williams A. 2024. Cover crop functional types alter soil nematode community composition and structure in dryland crop-fallow rotations. *Applies Soil Ecology* 194(e105196). DOI: 10.1016/j.apsoil.2023.105196
- Gelaye Y, Alemayehu M, Ademe D. 2022. Potato (*Solanum tuberosum* L.) Growth and Quality as Influenced by Inorganic Fertilizers Rates in Northwestern Ethiopia. *International Journal of Agronomy* (e9476021). DOI: 10.1155/2022/9476021
- Gericke R, Combrink NJJ, van der Rijst M. 2023. Low magnesium content in potato tubers associated with mass loss during storage. *South African Journal of Plant and Soil* **40**:64-68. DOI: 10.1080/02571862.2022.2144959
- Gomes T, Martinelli SS, Soares P, Cavalli SB. 2024. What Is Quality Food? The Opinion of Key of the Brazilian Food System. *Nutrients* 16 (e948). DOI: 10.3390/nu16070948
- Govindaraju I, Sana M, Chakraborty I, Rahman MH, Biswas R, Mazumder N. 2024. Dietary Acrylamide: A Detailed Review on Formation, Detection, Mitigation, and Its Health Impacts. *Foods* 13 (e556). DOI: 10.3390/foods13040556
- Gunko S, Vakuliuk P, Naumenko O, Bober A, Boroday V, Nasikovskiy V, Muliari O. 2023. The mineral composition of potatoes and its influence on the darkening of tubers pulp. *Food Science and Technology* **17**:1. DOI: 10.15673/fst.v17i1.2565
- Hamouz K, Čepl J, Dmkářová J, Dvořák P, Hausvater E, Mottl V, Vokál B, Zavadil J. 2007. Rané brambory – Pěstitelský rádce. Kurent, České Budějovice.
- Hansen V, Meilvang L, Magid J, Thorup-Kristensen K, Jensen LS. 2023. *European Journal of Agronomy* 145(e126796). DOI: 10.1016/j.eja.2023.126796
- Hidayah JN, Razis AFA, Jambari NN, Chai LC, You L, Sanny M. 2024. Dietary exposure to acrylamide among the Malaysian adult population. *Food and Chemical Toxicology* 185 (e114502). DOI: 10.1016/j.fct.2024.114502
- Holejšovský J, Brant V, Procházka P, Kroulík M. 2023a. Meziplodiny a pomocné plodiny při pěstování brambor (I.). Available from

- <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/meziplodiny-a-pomocne-plodiny-pri-pestovani-brambor-i> (accessed August 2024)
- Holejšovský J, Brant V, Procházka P, Kroulík M. 2023b. Meziplodiny a pomocné plodiny při pěstování brambor (II.): Vývoj porostů a produkce biomasy pomocných plodin při pěstování brambor. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/meziplodiny-a-pomocne-plodiny-pri-pestovani-brambor-ii-vyvoj-porostu-a-produkce-biomasy-pomocnych-pl> (accessed January 2025).
- Holejšovský J, Procházka P, Hamouz K. 2020. Vliv způsobu aplikace a dávky základního hnojení na výnos brambor. *Úroda* 5:79-82.
- Holejšovský J, Procházka P, Vostřel J, Řehoř J, Fraňková A. 2022. Přírodní látky v ochraně brambor proti plísni bramborové. *Úroda* 5:80-82.
- Honsová H. 2022. Erozi v zemědělství lze účinně řešit. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/erozi-v-zemedelstvi-lze-ucinne-resit> (accessed February 2025).
- Houba M. 2018. Luskoviny – charakteristika, pěstování, využití. Profi Press, Praha.
- Huang H, Gao Y, Wang L, Yu X, Chen S, Xu Y. 2024. Maillard reaction intermediates in Chinese Baijiu and their effects on Maillard reaction related flavor compounds during aging. *Food Chemistry* 22 (e101356). DOI: 10.1016/j.fochx.2024.101356
- Hussain M, Qayum A, Zhang X, Hao X, Liu L, Wang Y, Hussain K, Li X. 2021. Improvement in bioactive, functional, structural and digestibility of potato protein and its fraction patatin via ultra-sonication. *LWT* 148 (e111747). DOI: 10.1016/j.lwt.2021.111747Get rights and content
- Chaurasiya R, Singh SK, Tripathi LK, Sharma A. 2023. Effect of different levels of zinc and potassium with biofertilizers on productivity of potato (*Solanum tuberosum* L.) under field condition. *International Journal of Agricultural and Statistical Sciences* 19:795-804. DOI:10.59467/IJASS.2023.19.795
- Ierna A, Distefano M. 2024. Crop Nutrition and Soil Fertility Management in Organic Potato Production Systems 10 (e886). DOI: 10.3390/horticulturae10080886
- Islam MM, Naznin S, Naznin A, Uddin MN, Amin MN, Rahman MM, Tipu MMH, Alsuhaibani AM, Gaber A, Ahmed S. 2022. Dry Matter, Starch Content, Reducing Sugar, Color and Crispiness Are Key Parameters of Potatoes Required for Chip Processing. *Horticulturae* 8 (e362). DOI: 10.3390/horticulturae8050362
- Jahanzad E, Barker AV, Hashemi M, Sadeghpour A, Eaton T, Park Y. 2017. Improving yield and mineral nutrient concentration of potato tubers through cover cropping. *Field Crops Research* 212: 45-51. DOI: 10.1016/j.fcr.2017.06.023
- Jančová S. 2024. Výnos a kvalitativne parametre biomasy u roznych medziplodinových zmesí. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/vynos-a-kvalitativne-parametre-biomasy-u-roznych-medziplodinovyach-zmesi> (accessed February 2025).
- Johnson FE, Roth RT, Ruffatti MD, Armstrong SD. 2024. Cover crop impacts on nitrogen losses and environmental damage cost. *Agriculture, Ecosystems&Environment* 363 (e108859). DOI: 10.1016/j.agee.2023.108859

- Kapička J, Mistr M, Kolbabová V, Janoušek Z. 2024. Pěstování plodin a protierozní ochrana. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/pestovani-plodin-a-protierozni-ochrana> (accessed February 2025).
- Karlsson BH, Palta JP. 2003. Enhancing tuber calcium by in-season calcium application can reduce tuber bruising during mechanical harvest. *Potatoes – healthy food for humanity: international development in breeding, production, protection and utilization* **619**: 285 - 291. DOI: 10.17660/ActaHortic.2003.619.32
- Kasal P, Čepl J, Vokál B. 2010. Hnojení brambor. Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod, s.r.o. Havlíčkův Brod.
- Kasal P, Růžek P. 2024. Půdoochranná opatření s důrazem na zadržení vody v hrůbcích při pěstování brambor. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/pudoochranna-opatreni-s-durazem-na-zadrzeni-vody-v-hrubcich-pri-pestovani-brambor> (accessed August 2024).
- Kasal P, Růžek P. 2024. Půdoochranná opatření s důrazem na zadržení vody v hrůbcích při pěstování brambor. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/pudoochranna-opatreni-s-durazem-na-zadrzeni-vody-v-hrubcich-pri-pestovani-brambor> (accessed February 2025).
- Kathuria D, Hamid, Gautam S, Thakur A. 2023. Maillard reaction in different food products: Effect on product quality, human health and mitigation strategies. *Food Control* 153 (e109911). DOI: 10.1016/j.foodcont.2023.109911
- Kharel TP, Bhandari AB, Mubvumba P, Tyler HL, Fletcher RS, Reddy KN. 2023. Mixed-Species Cover Crop Biomass Estimation Using Planet Imagery. *Sensors* 23 (e1541). DOI: doi.org/10.3390/s23031541
- Kim MK, Park J, Kim DM. 2024. Resistant starch and type 2 diabetes mellitus: CLinical perspective. *Journal of Diabetes Investigation* **15**:395-401. DOI: 10.1111/jdi.14139
- Klem K. 2023. Regenerativní zemědělství (2): Hlavní přínosy a rizika. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/regenerativni-zemedelstvi-2-hlavni-prinosy-a-rizika> (accessed February 2025).
- Kohout V, Kohoutová D. 2017. Proč (ne)pěstovat strništní meziplodiny. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/proc-ne-pestovat-strnistni-meziplodiny> (accessed February 2025).
- Kováříček P, Hůla J, Vlášková M. 2020. Technologické možnosti omezování vodní eroze. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/technologicke-moznosti-omezovani-vodni-eroze> (accessed February 2025).
- Krystyjan M, Gumul D, Areczuk A, Khachatryan G. 2022. Comparison of physico-chemical parameters and rheological properties of starch isolated from coloured potatoes (*Solanum tuberosum* L.) and yellow potatoes. *Food Hydrocolloids* 131 (e107829). DOI: 10.1016/j.foodhyd.2022.107829
- Kumar V, Singh V, Flessner ML, Haymaker J, Reiter MS, Mirsky SB. 2023. Cover crop termination options and application of remote sensing for evaluating termination efficiency. *Plos One* 18(e0284529). DOI: 10.1371/journal.pone.0284529

- Kusá H, Kasal P, Růžek P, Vopravil J, Záruba J. 2023. Půdoochranné postupy při pěstování brambor na svažitých pozemcích. Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i. Praha.
- Larkin RP. 2024. Potato Cropping System and Variety Impacts on Soil Properties, Soilborne Diseases, and Tuber Yield in a Long-Term Field Trial. *Agronomy* 14 (e2852). DOI: 10.3390/agronomy14122852
- Lazarevic B, Poljak M, Horvat T. 2012. The Effect of Aluminium on Calcium and Magnesium Uptake and Translocation of Potato (*Solanum tuberosum* L.). V Balkan Symposium on Vegetables and Potatoes **960**: 401-407.
- Le Vayer de F. 2017. The Potato: a Long History to Fit our Contemporary World. *Potato Research* **60**:223-235. DOI: 10.1007/s11540-018-9352-9
- Liškas V, Vourlioti P, Makouka T, Kotsopoulos S, Paraskevas C. 2023. Sustainable Water Resources Management under Climate Change: A Case Study with Potato Irrigation in an Insular Mediterranean Environment. *Hydrology* 10 (e218). DOI: 10.3390/hydrology10120218
- Lithourdigis AS, Dordas CA, Damalas CA, Vlachostergios DN. 2011. Annual intercrops: an alternative pathway for sustainable agriculture. *Australian Journal of Crop Science* **5**:396-410.
- Liu Y, Liu X, Li Y, Pei Y, Jaleel A, Ren M. 2024. Potato steroidal glycoalkaloids: properties, biosynthesis, regulation and genetic manipulation. *Molecular Horticulture* 4 (e43). DOI: 10.1186/s43897-024-00118-y
- Luo X, Cao L, Yu L, Gao M, Gao D, Zhang X, Lucas WJ, Huang S, Xu J, Shang Y. 2024. Deep learning-based characterization and redesign of major potato tuber storage protein. *Food Chemistry* **443** (e138556). DOI: 10.1016/j.foodchem.2024.138556
- Luquin E, Ferrie C, Gelder B, Herzmann D, Zimmerman E, James D, Cruse R, Isenhardt T. 2024. Estimating erosion vulnerability within agricultural fields by downscaling the Daily Erosion Project (DEP): the Ofetool. *Earth Surface Processes and Landforms* **49**:4444-4454. DOI: 10.1002/esp.5978
- Lutaladio N, Prakash A. 2010. La pomme de terre: histoire et développement économique. *Cahiers de Nutrition et de Diététique* **45**:S5-S16. DOI: 10.1016/S0007-9960(10)70003-1
- Madejón P, Fernández-Boy E, Madejón E, Morales-Salmerón L, Domínguez MT. 2024. Managing climate change impacts on crops: The influence of soil tillage on a triticale crop under water stress conditions. *Annals of Applied Biology*:1-14. DOI: 10.1111/aab.12947
- Major N, Ban SG, Perkovic J, Znidarcic D, Persuric ASI, Oplanic M, Dumicic G, Urlic B, Ban D. 2022. Plant Cover Stimulates Quicker Dry Matter Accumulation in „Early“ Potato Cultivars without Affecting Nutritional or Sensory Quality. *Horticulturae* 8 (e364). DOI: 10.3390/horticulturae8050364
- Mancer H, Rouahna H, Souici S, Otmani Z, Bettiche F, Menasria H, Rechachi MZ, Chaib W, Mostephaoui T. 2024. Effect of mineral and organic fertilization on potato production in sandy soil in arid region. *Scientific African* **23** (e02112). DOI: 10.1016/j.sciaf.2024.e02112
- Margus K, Ereemeev V, Loit E, Runno-Paurson E, Maeorg E, Luik A, Talgre L. 2022. Impact of Farming System on Potato Yield and Tuber Quality in Northern Baltic Sea Climate Conditions. *Agriculture-Basel* **12** (e568). DOI: 10.3390/agriculture12040568

- Martínez-García I, Pérez-Quintanilla D, Morante-Zarcero S, Sierra I. 2025. Effect of various culinary treatment on the glycoalkaloid content of potato peel. *Journal of Food COMposition and Analysis* 137 (e1069347). DOI: 10.1016/j.jfca.2024.106937
- Maulidiyah R, Salam M, Jamil M, Tenriawaru AN, Ramdanih, Saadah. 2024. Examining the effect of input allocation on potato production, production efficiency, and technical inefficiency in potato farming: Evidence from the Stochastic Frontier Model in search of sustainable farming practices. *Sustainable Futures* 7 (e10018). DOI: 10.1016/j.sftr.2024.100218
- Mikó PP, Percze A, Kovács A, Kende Z. 2023. Effects of repeated replanting on yield, dry matter, starch, and protein content in different potato (*Solanum tuberosum* L.) genotypes. *Open Agriculture* 8 (e20220246). DOI: 10.1515/opag-2022-0246
- Ministerstvo zemědělství. 2023. Základní statistické údaje komodity – brambory a škrob. Available from chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://mze.gov.cz/public/portal/-a31852--CLdfBFbH/zakladni-statisticke-udaje-komodity-brambory-a-bramborovy-skrob?_linka=a537222 (accessed August 2024).
- Mnbando GS. 2025. Harnessing artificial intelligence and remote sensing in climate-smart agriculture: the current strategies needed for enhancing global food security. *Cogent Food & Agriculture* 11(e2454354). DOI: 10.1080/23311932.2025.2454354
- Mystkowska I, Zarzecka K, Gugala M, Sikorska A. 2021. Vitamin C content in edible potato tubers in the conditions of using biostimulators. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B- Soil and Plant Science* 71:732-737. DOI: 10.1080/09064710.2021.1946584
- Nagata C, Wada K, Yamakawa M, Sugino M, Mori T, Ueyama J, Sumoto Y. 2024. Acrylamide exposure, sex hormones, and pubertal status in Japanese adolescents. *International Journal of Environmental Health Research* 2024:1-10. DOI: 10.1080/09603123.2024.2401578
- Nascimento CS, Nascimento CS, de Jesus Pereira B, Soares Silva PH, Pessoas da Cruz MC, Filho ABC. 2024. Enhancing Sustainability in Potato Crop Production: Mitigating Greenhouse Gas Emissions and Nitrate Accumulation in Potato Tubers through Optimized Nitrogen Fertilization. *Nitrogen* 5:163-176. DOI: 10.3390/nitrogen5010011
- Naumann M, Koch M, Thiel H, Gransee A, Pawelzik E. 2020. The Importance of Nutrient Management for Potato Production Part II: Plant Nutrition and Tuber Quality. *Potato Research* 63:121-137.
- Nicosia A, Carollo FG, Di Stefano C, Palmeri V, Pampalone V, Serio MA, Bagarello V, Ferro V. 2024. The Importance of Measuring Soil Erosion by Water at the Field Scale: A Review. *Water* 16 (e3427). DOI: 10.3390/w16233427
- Novák J, Skalický M. 2017. Botanika: cytologie, histologie, organologie, a systematika. Powerprint, Praha.
- Nyawade SO, Gachene CK, Karanja NN, Gitari HI, Schulte-Geldermann E, Parker ML. 2019. Controlling soil erosion in smallholder potato farming systems using legume intercrops. *Geoderma Regional* 17 (e00225). DOI: 10.1016/j.geodrs.2019.e00225

- Okada K, Matsuo K. 2023. Development of New Antibodies and an ELISA System to Detect the Potato Alkaloids α -Solanine and α -Chaconine. *Foods* 12 (e1621). DOI: 10.3390/foods12081621
- Ouyang CR, Kaixian WU, Bozhi WU. 2023. Characteristics of Flow Hydraulics and Soil Erosion in Maize and Potato Intercropping Systems. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition* 23:5097-5108. DOI: 10.1007/s42729-022-00875-z
- Ozgen S, Palta JP, Kleinhenz MD. 2002. Influence of supplemental calcium fertilization on potato tuber size and tuber number. *Potatoes – Healthy Food for Humanity: International Developments in breeding, production, protection and utilization* 619: 329-336. DOI: 10.17660/ActaHortic.2003.619.38
- Peng Y, Wang L, Jacinthe PA, Ren W. 2024. Global synthesis of cover crop impacts on main crop yield. *Field Crops Research* 310 (e109343). DOI: 10.1016/j.fcr.2024.109343
- Perlín C, Čepl J, Dostálová J, Kopes K, Prugar J. 2008. Výživové a potravinové mýty s ohledem na potraviny rostlinného původu. Pages 66-74 in Prugar J a kol., editors. 2008. Kvalita rostlinných produktů na prahu 3.tisíciletí. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský a.s., Praha.
- Poberezny J., Retmanska K., Wszelaczynska E., Nogalska A. 2023. Influence of Magnesium and Biostimulant on the Consumption Value and Harmful Nitrogen Compounds Content of Potato Tubers after Storage. *Agriculture* 13 (e2052). DOI: 10.3390/agriculture13112052
- Podhrázká J, Kučera J, Papaj V, Szturc J. 2022. Rizika rozvoje větrné eroze v intenzivně obhospodařovaných oblastech a možnosti jejího řešení. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/rizika-rozvoje-vetrne-eroze-v-intenzivne-obhospodarovanych-oblastech-a-moznosti-jejeho-reseni> (accessed February 2025).
- Poláková M. 2023. Rostlinné druhy a jejich směsi o ozelenění. Pages 15-18 in Brant V, Čejka J, Dvořák P, Holejšovský J, Kapička J, Kroulík M, Poláková M, Procházka P, Šmoger J, Tošovský F, editors. Cílené ozelenění kolejových řádků aplikátorů kapalných a pevných látek v konvenčním a ekologickém zemědělství. Spolek pro inovace a udržitelné zemědělství, z. s. Kličany.
- Poláková M. 2024. Pomocné plodiny – proč je používat a jak na to. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/pomocne-plodiny-proc-je-pouzivat-a-jak-na-to> (accessed January 2025).
- Polovina S, Radic B, Ristic R, Milčanovic V. 2024. Application of Remote Sensing for Identifying Soil Erosion Processes on a Regional Scale: An Innovative Approach to Enhance the Erosion Potential Model. *Remote Sensing* 16 (e2390). DOI: 10.3390/rs16132390
- Prasad KD, Prasad BSRV, Kritish D. 2025. Importance of pesticide and additional food in pest-predator system: a theoretical study. *Journal of Biological Dynamics* 19 (e2444263). DOI: 10.1080/17513758.2024.2444263
- Procházka P, Brant V, Mička M, Štefek M. 2024. Pěstování sóji v širších řádcích s využitím pomocných plodin Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/pestovani-soji-s-v-sirsich-radcich-s-vyuzitim-pomocnych-plodin> (accessed January 2025).
- Qaswar M, Bustan D, Mouanzen AM. 2024. Economic and Environmental Assessment of Variable Rate Nitrogen Application in Potato by Fusion of Online Visible and Near Infrared

(Vis-NIR) and Remote Sensing Data. *Soil Systems* **8**: 66-85. DOI: 10.3390/soilsystems8020066

Raatz SK, Idso L, Johnson LK, Jackson MI, Combs GF. 2016. Resistant starch analysis of commonly consumed potatoes: Content varies by cooking method and service temperature but not by variety. *Food Chemistry* **208**:291-300. DOI: 10.1016/j.foodchem.2016.03.120

Ratnadas A, Fernandes P, Avelino J, Habib R. 2012: Plant species diversity for sustainable management of crop pests and diseases in agroecosystems: a review. *Agronomy for Sustainable Development* **32**: 273 – 303.

Reddivari L, Wang TM, Wu BN, Li SY. 2019. Potato: an Anti-Inflammatory Food. *American Journal of Potato Research* **96**:164-169. DOI: 10.1007/s12230-018-09699-z

Ren X, Tang TT, Xie XF, Wang WJ, Tang XM, Brennan CS, Zhang J, Wang ZD. 2021. The effect of wounding intensities on vitamins and antioxidant enhancement in potato products. *International Journal of Food Science and Technology* **56**:2325-2335. DOI: 10.1111/ijfs.14854

Rittl TF, Gromyr F, Bakken I, Loes AK. 2023. Effects of organic amendments and cover crops in soil characteristics and potato yields. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B-soil and Plant Science* **73**:13-26. DOI: 10.1080/09064710.2023.2165963

Sabet M, Hosseini NM, Mashhadi HR, Asadi S. 2022. Potato Yield Improvement Through Integrated Cover Cropping and Nitrogen Management Occurred in Semiarid Climatic Condition. *Potato Research* **65**: 959-977. DOI: 10.1007/s11540-022-09557-w

Salisu MA, Oyebamiji YO, Ahmed OK, Shamsudin NA, Fairuz YS, Yusuff O, Yusop MR, Sulaiman Z, Arolu F. 2024. A systematic review of emerging trend in crop cultivation using soilless techniques for sustainable agriculture and food security in post-pandemic. *Aims agriculture and food* **9**: 666-692. DOI: 10.3934/agrfood.2024036

Sawicka B, Barbas P, Pszcólkowski P, Skiba D, Yeganehpour F, Krochmal-Marczak B. 2022. Climate Changes in Southeastern Poland and Food Security. *Climate* **10** (4). DOI: 10.3390/cli10040057

Setu H.2022. Effect of Phosphorus and Potassium Fertilizers Application on Soil Chemical Characteristics and Their Accumulation in Potato Plant Tissues. *Applied and Environmental Soil Science* 2022 (e5342170). DOI: 10.1155/2022/5342170

Sidhu SK, Zotarelli L, Sharma LK. 2024. A review of potassium significance and management approaches in potato production under sandy soils. *Journal of sustainable agriculture and environment* **3** (e12106). DOI: 10.1002/sae2.12106

Singh A, Deb SK, Singh S, Sharma P, Kang JS. 2020. Effects of Non-Leguminous Cover Crops on Yield and Quality of Baby Corn (*Zea mays* L.) Grown under Subtropical Conditions. *Horticulturae* **6** (e21). DOI: 10.3390/horticulturae6020021

Souza VS a kol. 2024. Cover crop diversity for sustainable agriculture: Insight from the Cerrado biome. *Soil Use and Management* **40** (e13014). DOI: 10.1111/sum.13014

Sreckov Z, Vujasinovic V, Miskovic A, Mrkonjic Z, Bojovic M, Nikolic O, Vasic V. 2024. Effect of different Covering Treatments on Chemical Composition of Early Potato Tubers. *Potato Research* 2024. DOI: 10.1007/s11540-024-09747-8

- Stanton VL, Haramoto ER, Phillips TD. 2020. Sumer survival is a major limitation to interseeding Poaceae cover crops in Kentucky. *Crop, Forage & Turfgrass Management* 6 (e20004). DOI: 10.1002/cft2.20004
- Stybajev G, Zargar M, Serekpajev N, Žarlygassov Ž, Baitelenova A, Nogajev A, Mukhanov N, Elsergani MIM, Abdiee AAA. 2023. Spring-Planted Cover Crop Impact on Weed Suppression Productiity, and Feed Quality of Forage Crops in NOrthern Kazakhstan. *Agronomy* 13 (e1278). DOI: 10.3390/agronomy13051278
- Svoboda L: Encera – nová technologie pro systémové poutání vzdušného dusíku do rostlin. Availbale from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/vyziva-a-stimulace/stimulace/encera-nova-technologie-pro-systemove-poutani-vzdusneho-dusiku-do-rostlin> (accessed August 2024).
- Svobodová A. 2023. Možnosti hnojení dusíkem během vegetace. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/vyziva-a-stimulace/hnojeni/moznosti-hnojeni-brambor-dusikem-behem-vegetace> (accessed August 2024).
- Šarapatka B, Borůvka L, Konečná J, Podhrázská J, Pospíšilová L, Sánka M, Šantrůčková H, Vácha R, Žigová A. 2021. Půda – přehlížené bohatství. Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc.
- Šimková D, Lachman J, Hamouz K, Vokál B. 2013. Effect of cultivar, location and years on total starch, amylose, phosphorus content and starch grain size of high starch potato cultivars for food and indusrial processing. *Food Chemistry* **141**: 3872-3880. DOI: 10.1016/j.foodchem.2013.06.080
- Tein B, KAuer K, Ereimejev V, Luik A, Selge A, Loit E. 2014. Farming systems affect potato (*Solanum tuberosum* L.) tuber and soil quality. *Field Crops Research* **156**: 1-11. DOI: 10.1016/j.fcr.2013.10.012
- Tereshchcenko DS, Grizanova EV, Shelikhova EV, Alikina TJ, KAbilov MR, Dubovsky IM. 2024. A Comparative Analysis of Immune Response, Gut Microbiota, and Susceptibility to *Bacillus thuriniensis* Bacteria in the Colorado Potato Beetle *Leptinotarsa decemlineata*. *Journal of Evlutionary Biochemistry and Physiology* **60**: 2326-2342. DOI: 10.1134/S0022093024060139
- Torabian S, Farhangi-Abríz S, Qin R, Noulas C, Sathuvalli V, Charlton B, Loka DA. 2021. Potassium: A Vital Macronutrient in Potato Production – A Review. *Agronomy-Basel* 11 (e543). DOI: 10.3390/agronomy11030543
- Torabian S, Goyer A, Quin R, Jones K, Flagg C, Phillips R, Spear R. 2025. Efect of potassium fertilizer, genetic makeup, and environment on the potato tuber nutrition. *Journal od Agriculture and Food Research* 19 (e101645). DOI: 10.1016/j.jafr.2025.101645
- Una TM, McMoran D, Seefeldt SS, Maupin B, Myhre E, Griffin-LaHue D. 2022. Short-term impacts of cover crops in maritime potato (*Solanum tuberosum*) systems. *Agrosystems Geosciences & Environment* 5 (e20263). DOI: 10.1002/agg2.20263
- Valenzuela H. 2024. Optimizing the Nitrogen Use Efficiency in Vegetable Crops. *Nitrogen* **5**:106-143. DOI: 10.3390/nitrogen5010008

- Vejchar D, Stehlik M, Mayer V. 2017. Influence of tied ridging technology on the rate of surface runoff and erosion in potato cultivation. *Agronomy Research* **15**: 2207 – 2216. DOI: 10.15159/AR.17.039
- Venclová B. 2024. Brambory si zaslouží větší propagaci. Available from <https://uroda.cz/brambory-si-zaslouzi-vetsi-propagaci/> (accessed August 2024)
- Vokál B a kol. 2013. Brambory – šlechtění, pěstování, užití, ekonomika. Profi Press s.r.o. Praha.
- Vokál B, Čepl J, Čížek M, Domkářová J, Hausvater E, Rasocha V, Diviš J, Hamouz K. 2004. Technologie pěstování brambor (Rozhodovací systémy pro optimalizaci pěstitelských technologií u jednotlivých užitkových směrů brambor). Ústav zemědělských a potravinářských informací informací, Praha.
- Vokál B, Čepl J, Fér J. 2002. Hnojení a sázení brambor v systému odkameňování půdy. Available from <https://uroda.cz/hnojeni-a-sazeni-brambor-v-systemu-odkamenovani-pudy/> (accessed August 2024).
- Vokál B, Čepl J, Hausvater E, Rasocha V. 2003. Pěstujeme brambory. Grada Publishing, Praha.
- Von Fournier A, Kasemo TE, Hackebberg S, Wilhelm C, Meyer T, Gehrke T, Hagen R, Scherzad A. 2024. Effects of a-solanine on human head and neck squamous cell carcinoma cells and human umbilical vein endothelial cells in vitro. *Oncology Letters* **28** (e400). DOI: 10.3892/ol.2024.14533
- Wang Z, Liu H, Zeng F, Yang Y, Xu D, Zhao Y, Liu X, Kaur L, Liu G, Singh J. 2023. Potato Processing Industry in China: Current Scenario, Future Trends and Global Impact. *Potato Research* **66**: 543-562. DOI: 10.1007/s11540-022-09588-3
- Wilmer L, Trankner M, Pawelzik E, Naumann M. 2022. Sufficient potassium supply enhances tolerance of potato plants to PEG-induced osmotic stress. *Plant Stress* (e100102). DOI: 10.1016/j.stress.2022.100102
- Winkler a kol. 2024. Plevelé meziplodin a jarních plodin. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/plevele/plevele-meziplodin-a-jarnich-plodin> (accessed February 2025).
- Won S, Rejesus RM, Goodwin BK, Aglasan S. 2023. Understanding the effect of cover crops use on prevented planting losses. *American Journal of Agricultural Economics* **106**:659-683. DOI: 10.1016/j.agee.2023.108859
- Wu Z, Shao Y, Sedjoah RCAA, Wang M, Abdalmegeed D, Zhang Z, Xin Z. 2025. Enhancing solanine production and antifungal activity by *Streptomyces abikoensis* XH-17 through combined ribosome engineering and post-translational modification. *Food Bioscience* **63** (e105618). DOI: 10.1016/j.fbio.2024.105618
- Xing S, Zhang G, Wang C, Zhang N, Chen S. 2023. Effects of straw incorporation on soil erosion resistance along a land degradation gradient in the black soil region of China. *Catena* **231** (e107365). DOI: 10.1016/j.catena.2023.107365
- Yang X, Drury CF, Reynolds WD, Reeb MA. 2023. Legume cover crop as a primary nitrogen source in an organic crop rotation in Ontario, Canada: impacts on corn, soybean and winter wheat yields. *Organic Agriculture* **14**:19-31. DOI: 10.1007/s13165-023-00452-3

Zaheer K, Akhtar MH. 2016. Potato Production, Usage, and Nutrition – A Review. 2016. Critical Reviews in Food Science and Nutrition **56**:711-721. DOI: 10.1080/10408398.2012.724479

Záruba J, Formánek P, Kincl D, Vopravil J, Kusá H, Růžek P, Kabelka D, Kasal P. 2023. Different technologies of potato (*Solanum tuberosum* L.) cultivation and their effects on water runoff and soil erosion. Plant, Soil and Environment **69**:238-246. DOI: 10.17221/149/2023-PSE

Zarzecka K, Gugala M, Ginter A, Mystkowska I, Sikorska A. 2023. The Positive Effects of Mechanical and Chemical Treatments with the Application of Biostimulants in the Cultivation of *Solanum tuberosum* L. Agriculture 13 (e45). DOI: 10.3390/agriculture13010045

