

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroekologie a rostlinné produkce



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

Technologie pěstování jakonu (*Smallanthus sonchifolius*)

Diplomová práce

Bc. Markéta Kuljová

Rostlinná produkce

Vedoucí práce Ing. Martin Král, Ph.D.

© 2025 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "**Technologie pěstování jakonu (*Smallanthus sonchifolius*)**" 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 panu Ing. Martinu Královi, Ph.D. za jeho čas, ochotu a odbornou pomoc, kterou mi při psaní této práce poskytl. Také děkuji panu Ing. Janu Frčkovi, CSc. za konzultaci a zapůjčení studijních materiálů. Děkuji rovněž své rodině, přátelům a spolupracovníkům z Výzkumného ústavu bramborářského za jejich pomoc a trpělivost.

Technologie pěstování jakonu (*Smallanthus sonchifolius*)

Souhrn

Diplomová práce je zaměřena na jakon (*Smallanthus sonchifolius*). Tato rostlina, původem z horských oblastí Jižní Ameriky, se pěstuje především pro sladké, osvěžující hlízy s nízkou energetickou hodnotou. Mezi nutričně důležité vlastnosti jakonových hlíz patří vysoký obsah fruktooligosacharidů, inulinu, antioxidantů, polyfenolů a dalších bioaktivních látek. Rovněž listy mají prokázané léčivé účinky. Kořenové hlízy jakonu je možné konzumovat čerstvé, tepelně upravené na způsob zeleniny i jako součást moučníků, kompotů a marmelád. Další možnosti využití je výroba nápojů nebo sladivých sirupů. Sušením lze získat chipsy, z nich po pomletí vzniká bezlepková mouka. Své uplatnění může mít i nadzemní biomasa, která je v některých oblastech zkrmována hospodářským zvířatům. Teoretická část práce je souhrnem informací o jakonu.

Předmětem experimentu bylo stanovit vhodnou technologii pěstování jakonu v podmínkách bramborářské výrobní oblasti ČR. Pro tento účel byl založen přesný polní pokus s různou úrovní minerálního dusíkatého hnojení a s kapkovou závlahou. Zařazeny byly dvě odrůdy jakonu Fiorella a Graciella. Analýzou získaných výsledků z vegetačního pozorování, zpracování sklizně, laboratorních rozborů a ze skladování hlíz byly získány statisticky průkazné rozdíly, zejména ve vztahu k výnosu kořenových hlíz, jejich průměrného počtu pod trsem a jejich průměrné hmotnosti. Ověřena byla závislost sledovaných ukazatelů na variantě pokusu i na odrůdě. Výsledky tím potvrdily stanovené hypotézy. Jakon se projevil jako rostlina s potenciálem pro tvorbu vysokého výnosu jakostních hlíz, a to i při pěstování v daných podmínkách.

Pro svou přizpůsobivost, odolnost škůdcům i chorobám, vysoké výnosy a široký záběr uplatnění, je jakon perspektivní plodinou pro zemědělce hledající alternativní plodiny pro pěstování v konvenčním i ekologickém systému hospodaření. Je třeba pokračovat ve vývoji a ověřování dalších možností pro optimalizaci pěstební technologie. Zároveň je nutné zvyšovat povědomí o jakonu, jako zdraví prospěšné potravině, léčivé rostlině a nenáročné plodině. Ze stejného důvodu vznikla i tato práce.

Klíčová slova: jakon, kapková závlaha, sucho, výnos hlíz, dusík

Cultivation Techniques of Yacon (*Smallanthus sonchifolius*)

Summary

The thesis is focused on yacon (*Smallanthus sonchifolius*). This plant, originally from the mountain areas of South America, is mainly cultivated for its sweet, refreshing tubers with low caloric value. Nutritionally important properties of yacon tubers include a high content of fructooligosaccharides, inulin, antioxidants, polyphenols, and other bioactive compounds. The leaves also have proven medicinal effects. Yacon root tubers can be consumed fresh, cooked as a vegetable, or used in desserts, compotes, and jams. Another option for use is in the production of beverages or sweet syrups. When dried, they can be made into chips, which can be ground into gluten-free flour. The above-ground biomass can also be used, as it is fed to livestock in some areas. The theoretical part of the thesis provides a summary of information about yacon.

The subject of the experiment was to determine a suitable cultivation technology for yacon under the conditions of the potato-growing region of the Czech Republic. For this purpose, a precise field experiment was established, testing different levels of mineral nitrogen fertilization and drip irrigation. Two yacon varieties, Fiorella and Graciella, were included. By analyzing the results of vegetative observations, harvest processing, laboratory analyses, and tuber storage, statistically significant differences were identified—particularly in relation to root tuber yield, the average number of tubers per plant, and their average weight. A correlation was confirmed between the monitored parameters and both the experimental variant and the variety. The results supported the set hypotheses. Yacon proved to be a plant with the potential to produce high yields of quality tubers, even when cultivated under the given conditions.

Thanks to its adaptability, resistance to pests and diseases, high yields, and wide range of uses, yacon is a promising crop for farmers seeking alternative crops for cultivation in both conventional and organic farming systems. Further development and verification of additional methods for optimizing cultivation technology are needed. At the same time, awareness of yacon as a health-promoting food, medicinal plant, and low-maintenance crop should be increased. This thesis was created for that reason.

Keywords: yacon, drip irrigation, drought, tuber yield, nitrogen

Obsah

1 Úvod	8
2 Vědecká hypotéza a cíle práce	9
3 Literární rešerše	10
3.1 Význam plodiny.....	10
3.2 Původ, historie pěstování a rozšíření.....	10
3.3 Botanická charakteristika	11
3.3.1 Taxonomie	11
3.3.2 Nadzemní část rostliny	12
3.3.3 Podzemní část rostliny	13
3.3.4 Růst a vývoj	13
3.4 Chemické složení	15
3.4.1 Hlízy	15
3.4.2 Listy	16
3.5 Technologie pěstování.....	17
3.5.1 Podmínky stanoviště.....	17
3.5.2 Výběr pozemku a příprava půdy.....	17
3.5.3 Hnojení	18
3.5.4 Zálaha	19
3.5.5 Množitelský materiál a výsadba	19
3.5.6 Ošetření během vegetace	20
3.5.7 Sklizeň a posklizňová úprava	22
3.5.8 Skladování	23
3.5.9 Způsoby zpracování.....	23
4 Metodika	24
4.1 Charakteristika pokusného pozemku	24
4.1.1 Popis pokusného pozemku	25
4.1.2 Průběh počasí.....	25
4.1.3 Agrotechnické zásahy na pozemku	27
4.1.4 Varianty pokusu.....	29
4.2 Sadba.....	29

4.2.1	Odrůdy	29
4.2.2	Příprava sazenic	30
4.2.3	Výsadba sazenic.....	30
4.3	Průběh zavlažování	31
4.4	Sledování porostu	36
4.5	Sklizeň pokusu.....	36
4.6	Použití statistických metod.....	38
5	Výsledky	39
5.1	Sledování vývoje porostu.....	39
5.2	Vyhodnocení sklizně hlíz	40
5.2.1	Výnos hlíz.....	40
5.2.2	Vybrané výnosotvorné prvky.....	42
5.2.3	Vnitřní kvalita hlíz	44
5.3	Uskladnění kořenových hlíz	47
6	Diskuze	49
6.1	Hodnocení průběhu vegetace	49
6.2	Sklizeň pokusu.....	49
6.2.1	Výnos kořenových hlíz	49
6.2.2	Počet a hmotnost hlíz	50
6.2.3	Obsah sušiny a cukernatost hlíz.....	50
6.3	Skladování.....	50
7	Závěr.....	52
8	Literatura.....	53

1 Úvod

Jakon (*Smallanthus sonchifolius*) můžeme označit jako kořenovou zeleninu, dietní potravinu, nebo léčivou rostlinu. Tato hlíznatá okopanina pochází z And, kde od nepaměti patřila mezi základní potraviny (Lachman et al. 2007). Vlivem socioekonomických a politických podmínek v této oblasti se na dlouhý čas stala plodinou chudých farmářů. V posledních desetiletích zájem o její pěstování, konzumaci a využívání léčivých vlastností celosvětově stoupá (Illéš et al. 2019; Moreira Szokalo et al. 2023).

Jakon nehromadí zásobní sacharidy v podobě škrobů, ale ukládá je ve formě fruktooligosacharidů, jež lidské tělo nedokáže metabolizovat, tudíž nezvyšují hladinu krevního cukru (Fernández et al. 2006). Hlízy dále obsahují velké množství vody, proto mají nízkou energetickou hodnotu. Zároveň jsou chutné, křupavé a osvěžující, mohou se konzumovat syrové i tepelně upravené. Spolu s významným obsahem antioxidantů, vitamínů a minerálních látek představuje jakon ideální potravinu nejen pro diabetiky a osoby s nadváhou, ale i pro zdravé jedince, kteří chtějí eliminovat rizika civilizačních chorob (Fernández et al. 2010).

Již krátce po začátku pěstování jakonu na evropském kontinentu byl zjištěn jeho potenciál pro výrobu sladidel a rovněž byl úspěšně využíván jako surovina pro lihovarnický průmysl (Calvino 1940). Oproti předpokladům ale nedošlo k jeho závratnému rozšíření. Přestože je jakon velmi tolerantní k nadmořské výšce, druhu půdy i meteorologickým podmínkám stanoviště, nedokáže konkurovat komerčně pěstovaným okopaninám (brambory, cukrová řepa). K popularizaci a zefektivnění pěstování jakonu může přispět výzkum a optimalizace technologie jeho pěstování (Grau & Rea 1997; Frček et al. 1999).

2 Vědecká hypotéza a cíle práce

Cílem práce bylo ověření technologie pěstování jakonu na produkci hlíz, v podmínkách bramborářské výrobní oblasti. Pozorování vlivu intenzifikačních faktorů kapkové závlahy, fertigace a úrovně minerální výživy dusíkem na výnosové parametry a vnější kvalitu hlíz.

Hypotézy:

- Závlaha během vegetace ovlivnila výnos hlíz jakonu.
- Různé dusíkaté hnojení ovlivnilo výnos hlíz jakonu.
- Odrůdy jakonu Fiorella a Graciella zareagovaly odlišně na dusíkaté hnojení a závlahu.

3 Literární rešerše

3.1 Význam plodiny

Jakon (*Smallanthus sonchifolius* (Poeppig & Endlicher) H. Robinson) je hlíznatá okopanina a léčivá rostlina, jež se pěstuje především pro chutné hlízy s nízkou energetickou hodnotou (Fernández et al. 2010). V odborné literatuře je jakon často označován jako funkční potravina, jelikož díky obsahu fruktooligosacharidů, inulinu a fenolickým sloučeninám může jeho konzumace pomáhat při prevenci vzniku civilizačních chorob. Perspektivní se jeví možnost využít jej při léčbě pacientů se stravovacími omezeními, diabetem či nadváhou (Caetano et al. 2016). Pozornost vědců si získaly i listy jakonu, výzkum se zaměřuje především na jejich využití při léčbě diabetu (Aybar et al. 2001). Z mladých výhonků je možné připravit chutnou variaci špenátu, podobně jako z mladých kopřiv (Fernández & Plchová 1997). Mimo jiné obsahují listy velké množství bílkovin, tudíž je nadzemní biomasa vhodná ke krmení hospodářských zvířat (Fernández et al. 2006).

Rostliny jakonu se dokáží velmi dobře přizpůsobit různým nadmořským výškám, nejsou náročné na druh půdy a snáší široký rozsah pH (Grau & Rea 1997). Limitujícím faktorem pro výnos hlíz jsou spíše srážkové úhrny během vegetace než kolísání teplot. V pěstebních podmínkách střední Evropy není jakon ohrožen chorobami ani škůdci. Stejně tak není výnosově závislý na minerálních hnojivech a jeho pěstování je jistě možné v ekologickém systému hospodaření (Fernández et al. 2007). V různých částech světa se odborníci zabývají optimalizací pěstební technologie jakonu tak, aby mohl být zcela využit potenciál této zajímavé plodiny (Carvalho et al. 2021).

3.2 Původ, historie pěstování a rozšíření

V pohoří And má svůj původ množství dobře známých a široce rozšířených rostlin, ale i rostlin málo známých, jež by si vzhledem ke svým vlastnostem zasloužily větší zájem veřejnosti (Campos et al. 2018).

Ústně předávané legendy odkazující na původ jakonu, potvrzené archeologickými nálezy, určují východní humidní úbočí And jako centrum jeho zdomácnění. Tato oblast s vysokou biodiverzitou se rozprostírá od povodí řeky Aprímac v Peru po břehy řeky La Paz v Bolívii, po celé délce horských svahů a údolí s nadmořskou výškou od 1000 do 3770 m. Domestikace této zajímavé plodiny proběhla možná ještě před zrodem říše Inků, za jejího rozkvětu byla nejpěstovanější a zároveň rituální rostlinou (Calvino 1940). Její nízkou energetickou hodnotu vyvažoval sytící efekt a léčivé vlastnosti, jež byly původním obyvatelům dobře známy. Význam jakonu postupně slábl a po staletí zůstával spíše okrajovou plodinou venkovských rolníků, určenou převážně pro vlastní spotřebu (Grau & Rea 1997). Jeho postupně znovu vzrůstající popularitu můžeme částečně připisovat rozrůstající se dopravní infrastruktuře, díky níž se objevuje nejen na trzích, ale i na pultech prodejních řetězců. Hlavním důvodem však je znovuoobjevení jeho léčivých vlastností. Díky výrazné adaptabilitě jakonu se oblast pěstování rozšířila mimo pohoří And, a dále i mimo kontinent (Fernández et al. 2010).

Bredemann (1943) uvádí rok 1861 jako první snahu o experimentální pěstování jakonu v Evropě, konkrétně ve Francii. V roce 1927 úspěšně vysadil jakon italský agronom Mario

Calvino v oblasti San Rema. Rostliny po dobu třinácti let úspěšně pěstoval a aklimatizoval. V roce 1940 sepsal práci, v níž jakon doporučuje pěstovat jako plodinu vhodnou pro konzumaci lidmi i hospodářskými zvířaty a také jako slibný zdroj pro průmyslové zpracování na výrobu sladidel (Calvino 1940). V dalších letech se jakon šířil dále do severního Německa, do lokality mezi městy Hamburk a Wulfsdorf (Bredemann 1943). Po druhé světové válce expandoval do Koreje, Japonska, na Nový Zéland a do USA (Frček & Loyková 1996; Yan et al. 2019). Sharma et al. (2024) ve své práci uvádějí poznatky o současném rozšíření pěstování této plodiny v severovýchodní Indii i jiných oblastech Asie a také o lokálním pěstování ve většině států Evropy i severní Africe.

Snahy o získání sadby jakonu se setkaly s úspěchem v 1993, kdy pro Výzkumný ústav bramborářský v Havlíčkově Brodě získal množitelský materiál z Nového Zélandu Jan Frček ve spolupráci s Jiřím Ptáčkem. Od následujícího roku se úspěšně pěstuje i na pokusných pozemcích České zemědělské univerzity v Praze, kde jsou intenzivně studovány, doplňovány a udržovány desítky klonů (Illěš et al. 2019; Svobodová et al. 2022). Po přivyknutí na podmínky Českomoravské vrchoviny, byly zdárně vyšlechtěny pod vedením Jana Frčka konzumní odrůdy Graciella a Fiorella. Obě odrůdy jsou dnes ve vlastnictví Výzkumného ústavu bramborářského Havlíčkův Brod, s. r. o. (Svobodová et al. 2022).

3.3 Botanická charakteristika

První známý písemný záznam o jakonu je z roku 1615 v seznamu 55 původních plodin pěstovaných v Andách, jehož autorem je Felipe Guaman Poma de Ayala. V roce 1653 doporučoval kněz a kronikář Bernabé Cobo konzumaci hlíz jakonu při plavbách po moři. K tomuto účelu vytvořil podrobný popis rostliny (Grau & Rea 1997).

České pojmenování jakon i anglické yacon pochází pravděpodobně ze španělského yacón. To je odvozeno od kečuánského výrazu yaku jež se překládá jako voda, vodnatý, mdlý. Německý název je erdbirne, italský polymnia a francouzský poir de terre. Regionálně se v Jižní Americe používají názvy aricoma, aricama, jicama, chicama, schicama, yacumpi, yakuma, nejbližší yacón a podobně (Zardini 1991). Badatelé Eduard Poepping a Stephan Ladislaus Endlicher v roce 1845 jakonu určili latinské jméno *Polymnia sonchifolia*. O 12 let později popisoval jakon odborník na rostliny pocházející z Jižní Ameriky Hugh Algernon Weddell a uváděl jej pod názvem *Polymnia eduli*. Ačkoliv se snažil veřejnost upozornit na kvalitu hlíz a prospěšnost jejich konzumace, nesetkal se s kladným ohlasem. Autorem nyní používaného latinského názvu *Smallanthus sonchifolius* je Harold Robinson (Calvino 1940; Robinson 1978; Illěš et al. 2019).

3.3.1 Taxonomie

Jakon spolu s nejbližší příbuznými rostlinami byly nejdříve zařazeny do rodu *Polymnia* (*Asteraceae*, *Heliantheae*, *Melampodinae*). V roce 1933 přišel první impuls pro vytvoření rodu *Smallanthus* (*Asteraceae*, *Heliantheae*), oficiálně vznikl až v roce 1978 a bylo do něj zařazeno 21 druhů. Rod *Smallanthus* zahrnuje převážně nekulturní druhy, od bylin přes keře až po stromy menšího vzrůstu. Liší se rovněž v počtu somatických chromosomů (30 až 68), morfologií i svým rozšířením. Pouze několik druhů se považuje za blízce příbuzné s jakonem a jen o dvou

se ví, že tvoří jedlé hlízy (Cronquist 1955; Robinson 1978; Grau & Rea 1997; Valentová et al. 2001).

Tabulka 1: Zařazení jakonu v taxonomické nomenklatuře navržené Cronquistem (1955).

Botanická klasifikace	
říše	<i>Plantae</i>
podříše	<i>Embriobionta</i>
oddělení	<i>Magnoliophyta</i>
třída	<i>Magnoliopsida</i>
podtřída	<i>Asteridae</i>
čeleď	<i>Asteraceae</i>
podčeleď	<i>Asteroideae</i>
kmen	<i>Heliantheae</i>
rod	<i>Smallanthus Mackenzie</i>
druh	<i>Smallanthus sonchifolius</i>

Habitus jakonu vykazuje některé společné znaky příbuzných rostlin z čeledi *Asteraceae*, někomu dokonce může připomínat slunečnice před tvorbou květů. Právě pro tuto čeleď je typické uspořádání květů do květenství nazývané úbor (Lachman et al. 2003; Biggs 2019). Rostliny jakonu dosahují výšky až 3 m a tvoří velké množství biomasy, jež vytváří rozvětvené stonky, hustě olistěné a pokryté trichomy. Stonky mají nadzemní a podzemní část. Z podzemní báze stonku vyrůstají zásobní kořeny, jež jsou nejdůležitější částí rostliny (Fernández et al. 2006; Santana & Cardoso 2008; Pedrosa et al. 2020).

3.3.2 Nadzemní část rostliny

Stonky raší z oček kaudexů, nejčastěji bývají na rostlině tři hlavní a mohou se objevit i postranní, viditelně slabší stonky. Běžně dorůstají do výšky 2 m, ale i více a mají zelenou až načervenalou barvu. Na příčném řezu je jejich tvar oválný až kulatý, v závěru vegetace mohou být stonky duté (Frček et al. 1995; Illés et al. 2019). Nad jednotlivými internodii, kterých může být na stoncích až 16, vyrůstají vstřícně postavené listy srdcovitého, trojúhelníkovitého nebo šípovitého tvaru. Jejich okraje jsou zubaté až laločnaté. Křídlaté řapíky listů jsou přimknuté ke stonku, nebo jej částečně objímají. Zbarvení listů, velikost a tvar se může stát rozlišovacím znakem odrůd či jednotlivých klonů. Pohybuje se v různých odstínech zelené, někdy s šedým, růžovým až nachovým nádechem. Povrch listů, stejně jako stonků je pokrytý trichomy, intenzivněji na spodní straně (Illés et al. 2019; Svobodová et al. 2022).

Drobné vrcholičnaté květenství tvořené jednou či více osami zakončené úborem je složeno z jazykovitých květů při okraji a středem z trubkových květů v odstínech žluté až oranžové barvy. Na bázi květenství se tvoří zpravidla lichý počet úzkých trojúhelníkovitých listenů. Ačkoliv jsou květy oboupohlavní, nerozkvétají synchronizovaně. Plodem je zhruba 2 mm velká, tmavě hnědá, nepukavá nažka, jež se vytvoří ve středoevropských podmínkách jen výjimečně. Pokud už rostlina semena vytvoří, bývají v převážné většině sterilní (Frček et al. 1995; Polreich 2003).

3.3.3 Podzemní část rostliny

Pod povrchem půdy se na stonku tvoří nepravidelně tvarované stonkové hlízy s výraznými očky, které nazýváme kaudexy a používáme je k vegetativnímu rozmnožování. Jejich zbarvení přechází od krémové přes odstíny hnědé k purpurové. Vitální jedinec vytvoří přibližně 0,5 až 4,5 kg stonkových hlíz. S velikostí stonkových hlíz narůstá počet oček a potencionálně i výhonů, ze kterých v příští generaci vyrůstají stonky nových rostlin. Počet oček z jedné rostliny se pohybuje přibližně v rozmezí od 10 do 50 kusů (Frček et al. 1995; Seminario et al. 2001).

Rostliny jakonu vytváří dva druhy kořenů. Absorpční kořeny vyrůstají z báze stonku, zajišťují příjem vody a živin. Na bázi stonkových hlíz se vytvářejí kořenové hlízy, které jsou zásobními orgány jakonu. Kořenových hlíz vyrostle pod trsem v průměru 5 až 20, jejich počet často koreluje s velikostí hlíz, která dosahuje až 200 mm na délku s obvodem až 350 mm. V závislosti na různých faktorech dosahují kořenové hlízy hmotnosti 100 až 2000 gramů. Tvar hlíz je rovněž velmi variabilní, může připomínat batát nebo řepu. Vlivem struktury či utužení půdy se hlízy mohou stáčet nebo jinak deformovat (Frček et al. 1999; Polreich 2003; Svobodová 2021). Barva povrchu hlíz i barva dužniny je značně proměnlivá a může představovat spolu s tvarem hlíz identifikační znak jednotlivých odrůd a klonů. Tenká slupka na povrchu hlíz tmavne pomalu a průběžně během zrání, rychleji při vyjmutí z půdy. Zbarvuje se krémově, žlutě, světle hnědě, růžově až po tmavě červenou. Mezi slupkou a dužninou je slabá korová vrstva. Hlízy jakonu obsahují velké množství vody, proto je dužnina velmi křehká a sklovitá. Barva dužniny se pohybuje od průsvitně bílé, přes světlé odstíny krémové, růžové a žluté až k oranžové. Chuť hlíz se odvíjí od ekotypu, místa a způsobu pěstování i termínu konzumace. Dříve sklizené hlízy mohou být mdlé, vyzrálé hlízy oproti tomu svěže ovocné chuti, mírně i více sladké (Frček & Loyková 1996; Seminario et al. 2003; Illés et al. 2019).

3.3.4 Růst a vývoj

Rostliny rozmnožované vegetativně se vyznačují nevyrovnaným vzházením, jež je u jakonu způsobeno především různou velikostí kaudexů a počtem oček. Podle teplotních a vláhových podmínek se doba vzházení pohybuje od 8 do 21 dní. Nízké teploty mohou vzházení citelně zpomalit. Pokud přijdou mrazíky v době, kdy mají rostliny již listy, objeví se na nich nekrózy a někdy také celé listy odumřou a opadají. V závislosti na teplotní amplitudě, podmínkách stanoviště a vitalitě rostlin, se mohou rostliny jakonu z poškození mrazem zotavit. Vystavení rostlin mrazu na počátku vegetace má za následek snížení výnosu hlíz (Seminario et al. 2001; Polreich 2003).

Kvetení rostlin jakonu významně ovlivňují podmínky stanoviště. Za příznivých okolností vykvétá přibližně po 150 až 220 dnech od vzejití. Jelikož samčí a samičí květy nerozkvétají ve stejnou dobu, dojde jen zřídka k oplodnění semen (Frček et al. 1999; Seminario et al. 2001).

Přibližně 90 až 120 dní po výsadbě kaudexů se začnou tvořit kořenové hlízy. Vyrůstají z báze stonkových hlíz a jsou z počátku velmi tenké. Tloustnou v závislosti na rychlosti ukládání zásobních látek. Pokud je asimilace nevyrovnaná, může docházet k praskání hlíz či jiným deformacím. V závislosti na komplexních podmínkách stanoviště, kde je jakon pěstován, se celková délka vegetace rostlin jakonu pohybuje od 7 do 9 měsíců (Vilhena et al. 2000; Meza 2001; Fernández et al. 2006). Plně vyvinutá rostlina je znázorněna na obrázku 1.



Obrázek 1: Kresba rostliny jakonu v době květu (Seminario et al. 2003).

3.4 Chemické složení

Rostliny jakonu obsahují řadu látek prospěšných lidskému zdraví. Jejich konzumace může působit preventivně proti řadě chorob a pomáhat při léčbě akutně i chronicky nemocných jedinců (Caetano et al. 2016; Verediano et al. 2021).

3.4.1 Hlízy

Voda představuje hlavní podíl hlíz, více než 70 %, což je také příčinou jejich nízké energetické hodnoty (54 Kcal ve 100 g čerstvé hmoty). Podíl bílkovin v kořenových hlízách je nízký (0,3 až 3,7 %). Sušinu tvoří především sacharidy (70 až 80 %), hlavně fruktooligosacharidy (FOS), inulin a malý podíl volných cukrů (fruktóza, glukóza, sacharóza). Výchozí složení hlíz jakonu uvádí tabulka 2. Poměr sacharidů se během tvorby hlíz a jejich skladování mění. Rostoucí množství oligofruktanů v době asimilace polymerizuje, naopak je tomu po sklizni, kdy v závislosti na podmínkách skladování oligofruktany degradují ve prospěch volných cukrů. Za sladkou chuť vděčí jakon hlavně fruktóze, jež je výrazně sladší než sacharóza (Valentová et al. 2001; Lachman et al. 2003; de la Rosa et al. 2022).

Tabulka 2: Chemické složení kořenových hlíz jakonu (Lachman et al. 2003).

Obsah stanovený ve 100 g čerstvých hlíz jakonu	Hmotnost [g]
voda	81,3
sacharidy	13,8
bílkoviny	1,0
tuky	0,1
vláknina	0,9
popeloviny	1,1

Fruktooligosacharidy (FOS)

Fruktooligosacharidy se přirozeně vyskytují v řadě rostlin, například v česneku, chřestu či banánech, avšak nejvyšší koncentrace byly zjištěny v kořenových hlízách jakonu. FOS nejsou tráveny v tenkém střevě, teprve v tlustém střevě jsou fermentovány prospěšnými bakteriemi (*Bifidobacteria* spp. a *Lactobacillus* spp). Zároveň potlačují činnost patogenních bakterií (*Clostridium* spp. a *Escherichia coli*), účinkuje tedy v organismu prebioticky (Caetano et al. 2016; Yan et al. 2019). Konzumace potravin obsahujících FOS dle studií zajišťuje správné fungování trávicího systému a působí preventivně proti vzniku kolorektálního karcinomu. Rovněž podporuje vstřebávání vitamínů a minerálních látek, především vápníku. Dostatek FOS ve vyvážené stravě může také vyrovnávat hladinu cholesterolu, posilovat imunitu organismu a tlumit alergické reakce (Caetano et al. 2016; Delgado et al. 2013).

Inulin

Inulin má v lidském organismu podobné účinky jako FOS a rovněž odolává hydrolýze v trávicí soustavě. Je klasifikován jako dietetická vláknina s prokazatelným prebiotickým efektem. Vedle jakonu je možné extrahovat inulin z kořene čekanky nebo hlíz topinamburu (Fernández et al. 2010; Yan et al. 2019).

V kořenových hlízách jakonu byl zjištěn významný obsah minerálních látek, vitamínů a polyfenolů (viz tabulka 3). Vysoký obsah draslíku je možné spojovat s okopaninovým charakterem plodiny. Pro konzumenty má rovněž význam, že obsažené polyfenoly působí protizánětlivě a antimikrobiálně. Nejvyšší přítomnost fenolových kyselin byla stanovena u kyseliny chlorogenové a derivátů kyseliny kávové, jež mají antioxidační účinky. Mezi aminokyselinami byl určen nejvyšší podíl tryptofanu (Valentová et al. 2001; Lachman et al. 2007).

Tabulka 3: Průměrné hodnoty významných látek v jakonových hlízách (Lachman et al. 2003).

Obsah stanovený ve 100 g čerstvých hlíz jakonu	Hmotnost [mg]
draslík	334
fosfor	34
vápník	12
hořčík	8,4
sodík	0,4
železo	0,2
B1	0,07
B2	0,31
C	5
β-karoten	0,13
polyfenoly	203

3.4.2 Listy

Zastoupení jednotlivých látek a jejich poměr v čerstvých listech jakonu se v průběhu vegetace mění, nejvíce kolísá množství vody. Průměrné hodnoty jsou uvedeny v tabulce 4. Listy jakonu mají přirozenou schopnost bránit se útokům škůdců díky obsahu seskvi- a diterpenů. Dále jsou v listech přítomny katechiny a flavonoidy (Lachman et al. 2007; Valentová

& Ulrichová 2003). Z flavonoidů je nejvíce zastoupen rutin, který působí protizánětlivě a antibakteriálně. Jsou rovněž zkoumány jeho účinky v boji proti rakovinnému bujení a diabetu (Simonovska et al. 2003; de Andrade et al. 2014).

Tabulka 4: Průměrný obsah látek v čerstvých listech jakonu (Valentová & Ulrichová 2003; Svobodová et al. 2022).

Obsah stanovený ve 100 g čerstvých listů jakonu	Hmotnost [g]	Obsah stanovený ve 100 g čerstvých listů jakonu	Hmotnost [mg]
voda	6,9	draslík	4970
sacharidy	36,8	vápník	905
bílkoviny	12,8	hořčík	661
tuky	2,9	sodík	10,7
vláknina	18,3	železo	24,5
tanin	2,99	zinek	30,7

3.5 Technologie pěstování

3.5.1 Podmínky stanoviště

Podle Robinsona (1978) je jakon obdivuhodně přizpůsobivá rostlina. Poukázal tím na možnost pěstovat jej v širokém rozpětí nadmořských výšek. V Peru, Ekvádoru i Bolívii roste plodina v rozmezí od 900 až po 3500 m n. m., proti tomu na Novém Zélandu či v Japonsku roste jakon na pozemcích na úrovni hladiny moře. Jakon je rovněž adaptabilní k délce dne, druhu půdy a výživným podmínkám stanoviště. Fernández et al. (2006) uvádí na základě výzkumu jako limitující faktor pro pěstování jakonu srážky, kdežto délka vegetačního období a sumy teplot nejsou rozhodující. Rovněž potvrzují značnou adaptaci plodiny na výkyvy teplot během vegetace ve středoevropském podnebí. Rostliny jakonu tolerují krátkodobý pokles teplot až do $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$, a taktéž snáší teploty dosahující $40\text{ }^{\circ}\text{C}$. Přestože při takových podmínkách listy vadnou, dokáží rostliny jakonu přestát i delší období sucha. V závislosti na délce vláhové deficitní etapy, dochází ke snížení výnosu kořenových hlíz. Množství studií se zabývá jednotlivými faktory ovlivňující možnosti pěstování jakonu ve specifických regionálních podmínkách. Některé z těchto poznatků jsou uplatnitelné v obecné podobě i v podmínkách střední Evropy (Grau & Rea 1997; Ojansivu et al. 2011; Kamp et al. 2019).

3.5.2 Výběr pozemku a příprava půdy

Výběr pozemku a příprava půdy je obdobná jako u ostatních okopanin, v případě jakonu je značnou výhodou jeho přizpůsobivost. Snáší různé druhy půd, avšak pro dostatečný rozvoj

kořenových hlíz a jejich co možná nejpravidelnější tvar je vhodná půda středně těžká až lehká, bez kamenů a hrud, které by mohly poškodit hlízy. Zároveň by půda pozemku určeného pro výsadbu jakonu měla mít schopnost zadržovat co největší množství vody (Fernández et al. 2010; Svobodová et al. 2022). Meza (2001) uvádí, že nejvyšších výnosů jakon dosahuje v hlinitých půdách s vysokým obsahem organické hmoty.

Způsob přípravy pozemku pro vysazení jakonu se liší v závislosti na ekologických podmínkách stanoviště, velikosti pozemku, možnostech použití techniky. Pro pěstování jakonu v podmínkách blízkých oblastem jeho domestikace se často zařazuje do smíšených kultur s kukuřicí, obilninami či zeleninou. Na horských svazích plní spolu s dalším porostem protierozní funkci v rámci agrolesnictví. V zahradách je využíváno solitérní pěstování nebo ohraňování a obvodové umístění jakonu na pozemcích. V těchto případech je ručním nářadím zpracovávána půda v řádcích, nebo jsou vyhloubeny jamky pro výsadbu (Bredemann 1943; Illés et al. 2019). Jako nejvhodnější způsob přípravy půdy pro rozšíření komerčního pěstování se jeví přizpůsobení technologie využívané při pěstování brambor (Dostert et al. 2009). Po předplodině je žádoucí provést hlubokou orbu, současně může být zapraveno organické hnojení. Před výsadbou je třeba půdu zpracovat kvalitně a dostatečně hluboko, aby bylo možné vytvarovat hrůbky. Nabízí se rovněž využití technologie rýhování a separace, jež proseje půdu a zbaví ji kamenů a hrud, a následně zformuje hrůbky (Fernández et al. 2010; Svobodová et al. 2022).

3.5.3 Hnojení

Způsob hnojení jakonu se řídí účelem pěstování a rovněž systémem hospodaření. K výživě rostlin jakonu je tradičně využíváno organické hnojení, například hnůj, kompost, či guáno. Podle výsledků pokusů na pozemcích České zemědělské univerzity v Praze, je možné dosáhnout optimálních výnosů kvalitních hlíz, kaudexů i nadzemní biomasy při hnojení hnojem skotu. Na základě rozborů půdy a podmínek stanoviště doporučuje Fernández et al. (2007) aplikovat na podzim hnůj v dávce 40 t/ha. Nejen při experimentálním pěstování, ale i při komerční produkci je vhodné řídit se rozborů půd pro stanovení ideální dávky živin.

Pro určení dávky dusíkatého hnojení je třeba sledovat především obsah $N_{\min}$ v půdě. Dusík je pro rostliny nepostradatelnou živinou, základním stavebním prvkem bílkovin i důležitou součástí chlorofylu. Jeho nedostatek se projevuje narušením metabolismu rostlin, poklesem fotosyntézy a redukcí asimilace. Tím dochází k omezení růstu, snížení výnosu a kvality produkce (Vaněk et al. 2016). V případě minerálního hnojení dusíkem se studie shodují v aplikaci při výsadbě, či těsně před ní, nebo jako dělená dávka, kdy se část hnojiva uplatní jako přihnojení během vegetace. Jak je možné předpokládat, dávka dusíku ovlivňuje více produkci a vitalitu nadzemní biomasy než výnos kořenových hlíz. Na základě výzkumu se v reakci na vlastnosti stanoviště a genotypu rostlin pohybují doporučené dávky dusíku na úrovni od 80 do 240 kg/ha. Ve středoevropských podmínkách je optimální rozmezí 40-100 kg/ha (Seminario et al. 2001; Araújo & Amaya 2003; Kamp 2020; Svobodová 2021). Rostliny jakonu dobře reagují na dusíkaté minerální hnojivo ve formě močoviny, možné je i použití vícesložkových hnojiv, jako NPK, NK a podobně (Meza 2001; Araújo & Amaya 2003; Svobodová 2021).

Draslík je důležitým prvkem nejen ve výživě okopanin, jelikož zvyšuje efektivitu transportu a využití vody v rostlině, i asimilaci živin. Při nedostatečném zásobení rostlin

draslíkem se zkracuje délka vegetační doby, snižují výnosy a kvalita produkce, dochází rovněž k poklesu obsažených látek, například kyseliny askorbové (Vaněk et al. 2016). Dávku draselného hnojiva je nutné přizpůsobit obsahu živin v půdě, jelikož nadbytek prvku by mohl negativně ovlivnit kvalitu hlíz a délku jejich skladování (de Vargas et al. 2022).

3.5.4 Závlaha

Množství vláhy během vegetace určuje do značné míry výnos kořenových hlíz jakonu, i nadzemní biomasy. Zvláště v počátečním růstu je žádoucí zajistit, aby půda s vysázeným jakonem úplně nevyschla. Jako optimální úhrn srážek se uvádí 800 mm za rok (Zardini 1991). V oblastech, kde není možné spolehnout se na dešťové srážky, je vhodné zajistit rostlinám jakonu závlahu. V prvních fázích vegetace je možné zalévat rozstříkem. Jakmile trvá potřeba zavlažovat rostliny jakonu i po zapojení porostu, je vhodnější použít systém kapkovacích hadic, kdy je voda dávkována do kořenové zóny rostlin. Počet dávek i celkové množství závlahy jsou závislé na místě pěstování, teplotních podmínkách a úhrnu srážek (Svobodová et al. 2022; Quaresma et al. 2021; Medina et al. 2024).

3.5.5 Množitelský materiál a výsadba

V humidních oblastech pohoří And je jakon považován za trvalku. Ve většině jiných lokací je třeba pro pravidelnou výsadbu připravit množitelský materiál. Vzhledem k vysoké sterilite semen se jeví vhodnější vegetativní rozmnožování (Svobodová et al. 2022). Pro přípravu materiálu k výsadbě je možné použít několik metod v závislosti na podmínkách stanoviště. Vysazují se předpěstované rostliny nebo přímo stonkové hlízy (kaudexy). V podmínkách mírného pásma se nejčastěji používají pro výsadbu sazenice předpěstované ve skleníku. Tyto sazenice můžeme získat rozdělením kaudexů, přičemž je důležitý počet oček, jež podle výzkumu provedeným Kamp et al. (2019) ovlivňuje výnos kořenových hlíz. Další možností je oddělení již vzrostlých pupenů, které při optimální teplotě a vlhkosti vyrůstají z oček. Sazenice lze také předpěstovat ze stonkových řízků nebo technikami *in vitro*. Tyto způsoby přípravy sadby jakonu vyžadují vhodné prostory, materiál a značné množství ruční práce, to vše znamená významnou nákladovou položku, což podstatně zvyšuje konečnou cenu kořenových hlíz jako hlavního produktu (Frček et al. 1995).

Předpěstované sazenice je nutné rovněž ručně vysázet. Vhodný termín se odvíjí od teplot vzduchu a půdy. Celá nadzemní část jakonu je citlivá na nízké teploty, pokud se ochladí mohou se na listech objevit nekrózy, přízemní mrazíky mohou zastavit růst, v extrémním případě zahubit celou rostlinu. Oproti tomu přímá výsadba kaudexů, či jejich částí, je možná i za nízkých teplot. Tento způsob výsadby zároveň umožňuje použití mechanizace, a tím alespoň částečné nahrazení ekonomicky náročnější lidské práce. Jako nevhodnější stroj pro mechanizovanou výsadbu na velké výměře pozemku je bramborový sazeč, který se používá třeba i pro výsadbu topinamburu, jež má podobně členitý tvar sadbových hlíz (Douglas et al. 2005; Svobodová et al. 2022).

Při výsadbě jakonu v zahradách či na farmářských polích se spon a hloubka umístění rostlin přizpůsobuje podmínkám stanoviště. Při výzkumu pro komerční pěstování se uplatňují k určení hustoty a rozmístění rostlin produkční a ekologické charakteristiky jednotlivých oblastí, ale i způsob zpracování půdy a parametry používané techniky. Obecně platí, že na níže

položených, úrodných a hlubokých půdách lze vysázet hustší porost než v oblastech s méně příznivými podmínkami. V nížinných podmínkách se parametry výsadby rostlin dlouhodobě zabývali Douglas et al. (2005) a Quaresma et al. (2021), kteří jako optimální pro výsadbu kaudexů určují vzdálenost řádků 0,85 m a hloubku uložení 5 až 10 cm. Carvalho et al. (2021) provedli polní pokusy v horské oblasti v Peru, s variantami šířky řádků 0,8; 1,0 a 1,2 m, přičemž vzdálenost rostlin byla 0,4; 0,5 a 0,6 m. Získaná data určují jako nejvhodnější střední vzdálenost řádků a 0,4 m odstup mezi rostlinami. Vliv roztečí výsadby zkoumali v Korejské republice Doo et al. (2001), kteří došli k poznatku, že v jejich podmínkách nejvyšší rostliny spolu s největšími výnosy kořenových hlíz na jeden trs přináší spon 0,8 m × 0,6 m. V České republice se vysazuje v závislosti na použité mechanizaci ve sponu 0,7 m × 0,7 m (Fernández et al. 2006), nebo v řádcích vzdálených 0,75 m při rozestupu rostlin 0,4 až 0,5 m (Svobodová et al. 2022).

3.5.6 Ošetření během vegetace

Za dobu pěstování jakonu na území České republiky nebyly porosty závažněji napadeny žádnými chorobami ani škůdci. Pěstování do jisté míry komplikují plevely, podobně jako u jiných okopanin, jelikož počáteční vývin rostlin je pomalý (Fernández et al. 2010).

Plevely

Zaplevelení porostu jakonu může podle intenzity růstu a druhů plevelů snížit výnos kořenových hlíz až o 62 % v porovnání s ošetřeným pozemkem (Scheffer et al. 2002). Grau & Rea (1997) uvádí, že regulaci plevelů v porostech jakonu je možné provádět meziřádkovou kultivací. Vhodná je proorávka, která by měla do zapojení porostu proběhnout alespoň jednou. Při tomto zásahu současně dojde k provzdušnění a přihrnutí hrůbků. To pozitivně stimuluje prodlužovací růst stonků (Seminario et al. 2001). Počet zásahů se liší podle intenzity výskytu plevelů, i průběhu počasí. Po zapojení porostu už další ošetření není třeba, jelikož stonky a listy překryjí povrch půdy a zamezí přístupu světla do podrostu. Provádění odplevelovacích či kultivačních prací v zapojeném porostu není žádoucí, jelikož by poškodily hlízy i nadzemní část rostliny (Seminario et al. 2003; Fernández et al. 2006).

Zastoupení plevelů v širokořádkových plodinách je rozdílné podle regionů pěstování. Některé druhy, jako *Amaranthus retroflexus*, *Chenopodium album* či *Solanum nigrum*, jsou velmi rozšířené v oblastech vhodných pro pěstování jakonu (Cabral et al. 2020). K možnosti chemické regulace těchto plevelů v porostech jakonu Scheffer et al. (2002) uvádí, že je možné ošetřovat preemergentně i postemergentně. Přípravky s účinnou látkou acetochlor, alachlor, metribuzin, dimethanamid mají uspokojivé výsledky. U postemergentního ošetření přípravky na bázi linuronu a methabenzthiazuronu se projeví výrazná fytotoxicita.

Zaplevelení pozemků je možné předejít použitím překrytí hrůbků folií, geotextilií, nebo mulčem přírodního původu (Svobodová 2021). Tsukihashi et al. (1991) uvádí na základě experimentu pokles výnosů kořenových hlíz jakonu při použití slaměného mulče a polyetylenové folie. Naopak srovnatelný i vyšší výnos hlíz při pokryvu hrůbků kukuřičným mulčem, kávovými slupkami a černou folií uvádí da Silva et al. (2018). Ze sledování usuzují, že vedle omezení růstu plevelů překrytí hrůbků snižuje výkyvy teplot, omezuje výpar a podporuje mikrobiální aktivitu půdy.

Škůdci

Poznatků o škůdcích jakonu v současné literatuře není mnoho. V Peru byly pozorovány některé druhy hmyzu (brouci, housenky motýlů) škodící na nadzemních částech rostliny. Škůdci se nevyhýbají ani podzemní části, která je napadána slimáčkem (*Agriolimax* sp.: *Limacidae*). Spektrum hmyzích druhů napadajících jakon bylo sledováno v Brazílii po celou dobu vegetace. Zaznamenáno bylo poškození mšicí broskvoňovou (*Myzus persicae*), kyjatkou zahradní (*Macrosiphum euphorbiae*), červcem ananasovým (*Dysmicoccus brevipes*) a kněžicí *Edessa mediatubunda*. Napadení těmito druhy bylo zjištěno od 120. dne vegetace až do sklizně plodiny. Mšice broskvoňová a kyjotka zahradní vytvářely kolonie v okolí žilnatiny na spodní straně listů nacházejících se ve střední části rostliny. V důsledku sání mšic se objevují na listech jakonu chlorózy, způsobené poklesem fotosyntetické aktivity. Kněžice *Edessa mediatubunda* způsobuje v místě sání drobné nekrotické skvrny na stoncích, což má za následek zkracování internodií rostliny. Nejzávažnějším škůdcem byl v této studii shledán črvec ananasový (*D. brevipes*), který je problémem zejména při pěstování ananasu po celém světě. Na jakonu škodí sáním v okolí listů, řapíků a stonků, čímž způsobuje zmenšení listové plochy a morfologické změny na listech (de Oliveira et al. 2020).

Z pěstebních oblastí celého světa byl hlášen výskyt celé řady druhů škůdců z řádů motýlů, polokřídlých, dvoukřídlých, brouků, hád'átek, třásněnek, roztočů a z obratlovců pak hlodavci nebo zvěř. Hlízy jakonu jsou v Bolívii napadány hlodavci rodu *Dasyprocta*. Rostliny jakonu mohou poškozovat jeleni, tyto škody ale nebývají významné. V podmínkách České republiky, konkrétně v Olomouckém kraji byl na jakonu zaznamenán opakovaný výskyt molice skleníkové (*Trialeurodes vaporariorum*). Intenzita napadení škůdci závisí na oblasti pěstování, kdy například v suchých údolích And byl zaznamenán nižší výskyt oproti humidnějším lokalitám. Jakon disponuje vlastnostmi, které mu napomáhají bránit se napadení škodlivými organismy. Rostlina je hustě pokrytá trichomy, které hmyzu komplikují přístup, a navíc uvolňuje di – a seskviterpeny, které mají na škůdce repelentní účinky. Zdá se, že pěstování této plodiny nutně nevyžaduje použití pesticidů. Přesné postupy v ochraně proti škůdcům a chorobám jakonu nejsou v současných studiích podrobněji popsány (Valentová & Ulrichová 2003; Tudú et al. 2017).

Choroby

Pěstování jakonu není doposud omezeno žádnými závažnými chorobami. Podzemní orgány a stonky však mohou být napadeny bakteriálními a houbovými původci. Kořeny mohou podléhat hnilobě způsobené houbami rodu *Fusarium* a *Rhizoctonia*, jejichž výskyt podporuje vysoká půdní vlhkost. *Fusarium* spp. a *Erwinia chrysanthemi* mohou být příčinou vadnutí rostlin jakonu. Významným patogenem je houba *Macrophomina phaseolina*, která v Japonsku způsobuje černou hnilobu hlíz jakonu. V Peru se na hlízách objevuje měkká hniloba v důsledku napadení *Sclerotinia* spp. Na listech byla zaznamenána okrajová nekróza, jenž je symptomem infekce houbami rodu *Alternaria* (Illéš et al. 2019).

3.5.7 Sklizeň a posklizňová úprava

Hlavním produktem, pro něž je jakon pěstován, jsou kořenové hlízy. Velká pozornost je rovněž věnována listům jakonu, pro jejich významné obsahové látky s antioxidačními účinky i pro pomoc při prevenci a léčbě diabetu a dalších chorob (Lizárraga et al. 1997).

Pro první sklizeň listů se doporučuje vyčkat do doby, kdy mají rostliny nejméně 5 párů listů, jež jsou plně vyvinuté a intenzivně zabarvené. Je třeba odebírat pouze tolik listů, aby byla zachována fotosyntéza v dostatečném objemu pro udržení vitality rostliny a její další rozvoj. Frekvence sklizní listů závisí na podmínkách stanoviště, délce vegetace a celkovém stavu rostlin. Listy se sklízí ručně pomocí nůžek tak, aby nedošlo k poškození stonků a zároveň nezůstávaly na rostlinách dlouhé zbytky řapíků. Není známo, že by byly listy jakonu sklizeny strojem (Seminario et al. 2001; Khajehei et al. 2017).

Vhodná doba pro sklizeň hlíz nastává po odkvětu, když stonky vadnou a listy usychají. Tento proces urychlují nízké teploty. V oblastech bez přizemních mrazíků v závěru vegetace je možné sklízet průběžně. Ve středoevropských klimatických podmínkách se často přistupuje k jednorázové sklizni hlíz až poté, co nať zcela uschne v důsledku několikadenních mírných mrazů (Svobodová 2019; Wagner et al. 2019).

Před samotnou sklizní je zapotřebí posekat nadzemní části rostlin a případně odstranit krycí textilii nebo zbytky mulče. Kořenové hlízy jsou velmi křehké a snadno se poškodí. Je proto vhodné uvolnit půdu kolem trsu a pod trsem v dostatečné vzdálenosti od špiček hlíz. Při ruční sklizni se používají buď speciálně upravené nástroje nebo běžné rycí vidle. Při mechanizované sklizni je možné využít stroje určené pro vyorání ostatních okopanin (Frček et al. 1999; Kamp et al. 2019).

Trsy je nezbytné očistit od zeminy a oddělit kořenové hlízy od stonkových hlíz (kaudexu). Řezné plochy či poškozená místa je vhodné nechat zaschnout, popřípadě ošetřit proti proniknutí patogenů prachem z dřevěného uhlí, nebo popelem. Vytřídí se více poškozené, nahnílé, deformované a velmi malé hlízy (Illés et al. 2019; Wagner et al. 2019).

Výnos hlíz

Průměrné výnosy kořenových hlíz jakonu se liší podle místa pěstování, klimatických podmínek, především úhrnem srážek, případně využitím závlahy. Stejně tak použitými technologiemi, systémy pěstování, hnojením a dalšími faktory. Rovněž je prokázáno, že významný vliv na výnos má genotyp rostlin, velikost sadbového materiálu (kaudexů) a způsob založení porostu (Seminario et al. 2003; de Vargas et al. 2022).

V údajích o konkrétních výnosech kořenových hlíz je značná variabilita. V oblasti původního výskytu plodiny se uvádí rozpětí od 15 do 111 t/ha, v Brazílii se uvádí výnos hlíz až 120 t/ha. V Asii a na Novém Zélandu výnos kořenových hlíz kolísá mezi 25 až 80 t/ha. V Evropě se výše výnosu blíží k 70 t/ha, což koresponduje s výnosy dosaženými při pěstování jakonu v České republice. Ty se pohybují mezi 20 až 65 t/ha (Tsukihashi et al. 1991; Frček et al. 1995; Doo et al. 2001; Fernández et al. 2007; Douglas et al. 2007; Kamp et al. 2019; Svobodová 2021).

3.5.8 Skladování

Je doporučeno skladovat pouze nepoškozené, zdravé a vyzrálé kořenové hlízy. Pro krátkodobé skladování se hlízy ukládají volně do beden s perforovanými i plnými stěnami. V případě dlouhodobějšího skladování se obalují hlízy vlhkou zeminou, případně je možné zasypat naplněné nádoby pískem nebo hoblinami. Tyto bedýnky se uloží na chladné a temné místo (do křechtu, sklepa či chladicího boxu). Názor na konkrétní teplotu skladování kořenových hlíz se v jednotlivých studiích liší, pohybuje se od 1 do 10 °C. Ve skladovacím prostoru by měla být zajištěna dostatečná vlhkost, aby se hlízy nevysušily. Na stejném principu funguje rovněž skladování stonkových hlíz, jež je potřeba uchovat pro sázení v následující sezóně (Douglas et al. 2005; Fernández et al. 2010; Svobodová et al. 2022).

3.5.9 Způsoby zpracování

Kořenové hlízy jakonu je nejvhodnější konzumovat čerstvé, podobně jako syrové ovoce. Mohou být chutnou ingrediencí do ovocných i zeleninových salátů, nebo díky své šťavnatosti vítanou složkou smoothie. Pokud není možné spotřebovat jakonové hlízy čerstvé, nebo je vhodně skladovat, nabízí se hned několik možností jejich zpracování (Frček et al. 1999; Fernández et al. 2010).

Nejstarším způsobem úpravy hlíz je pravděpodobně sušení na slunci nebo prouděním vzduchu. Časově efektivnější může být sušení horkým vzduchem. Vysušené plátky se dají konzumovat jako ovocné chipsy. Je možné rovněž dokonale usušenou dužninu hlíz jemně namlít a používat jako bezlepkovou sladkou mouku pro přípravu pečiva či sušenek (Sousa et al. 2015; Simanca-Sotelo et al. 2021).

Další z tradičních metod zpracování jakonových hlíz je příprava sladivého nízkokalorického sirupu z koncentrované jakonové šťávy. Pozvolným vařením se redukuje obsah vody, dokud není dosaženo textury tekutého medu (Yan et al. 2019).

Rovněž se mohou jakonové hlízy stát složkou ovocných kompotů nebo marmelád. Skvěle se hodí k tropickému ovoci, ale jsou chutné i v kombinaci s běžným bobulovým ovocem, například s jahodami či borůvkami, nejlépe v 50% podílu jakonu (Frček et al. 1999; Fernández et al. 2010).

V původní oblasti výskytu byl čaj ze sušených listů jakonu od nepaměti součástí lidového léčitelství. Byly mu přisuzovány léčivé účinky, kterými se dlouhodobě zabývají moderní výzkumy. Ze studií vyplývá, že odvar ze sušených listů jakonu může pomáhat s prevencí a léčbou diabetu a nemocí ledvin (Valentová et al. 2001; Khajehei et al. 2017).

Funkční potravina

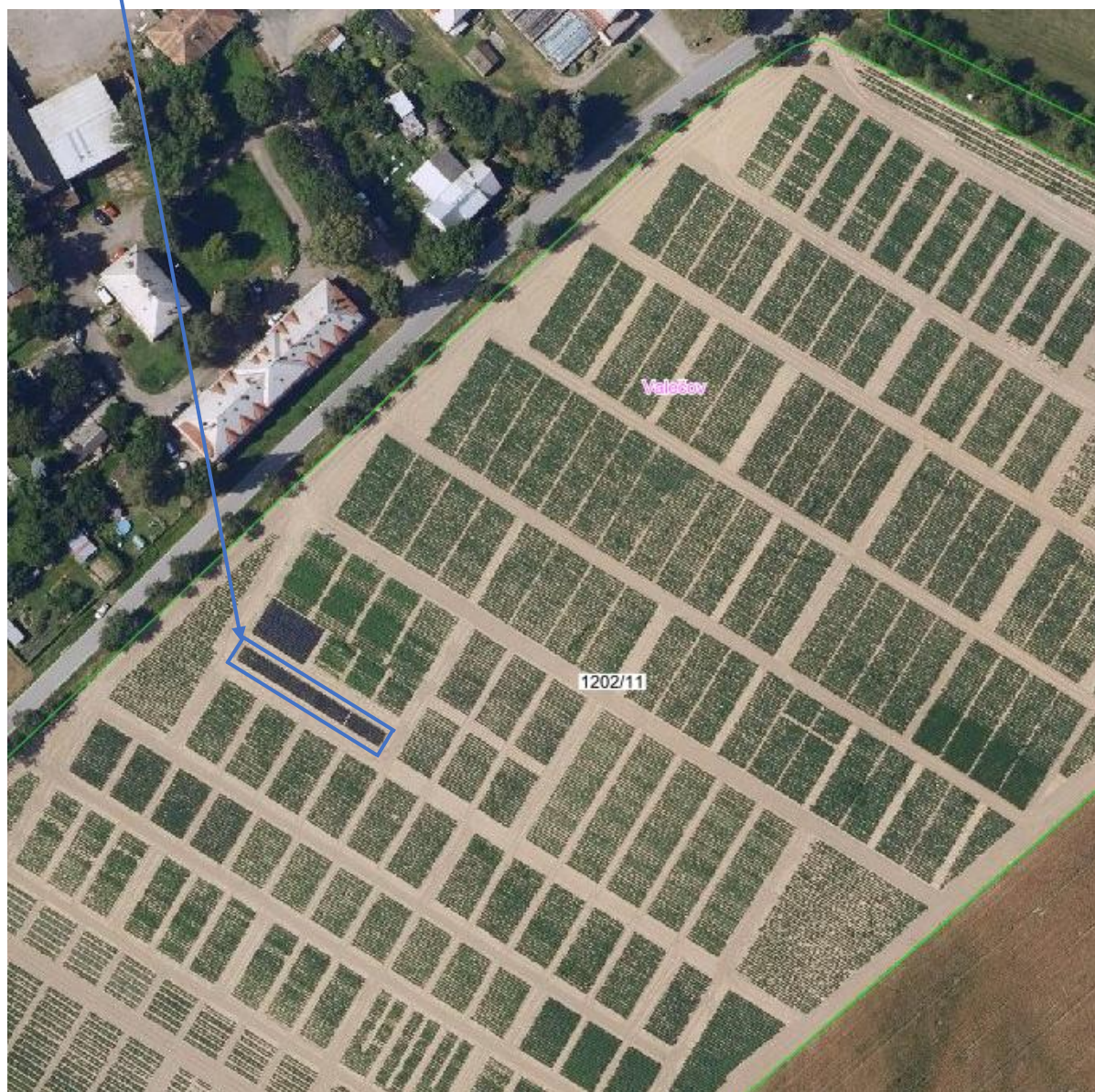
Pojem funkční potravina se objevuje často a mnohdy i v souvislosti s produkty, které funkční vlastnosti nemají. Pro toto označení platí jasná pravidla, jež jakon splňuje. Funkční potraviny jsou obohaceny vitamíny, stopovými prvky, mohou obsahovat více aminokyselin, polypeptidy, či vlákninu a specifické polysacharidy. Tyto potraviny ve stravě zdravých jedinců eliminují rizika civilizačních chorob a mají preventivní efekt na vznik i jiných onemocnění. Zároveň se uplatňují ve výživě nemocných osob, založené na regulačním a léčebném působení nutrientů (Zadák et al. 2009; Caetano et al. 2016).

4 Metodika

4.1 Charakteristika pokusného pozemku

Pokus byl realizován na pozemku Výzkumného ústavu bramborářského Havlíčkův Brod, na pracovišti Valečov, půdní díl Před vilou. Pokusná parcela je vyznačena na obrázku 2.

Pokusná parcela



Obrázek 2: Fotografie pokusného pozemku u stanice Valečov, Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod (<https://mze.gov.cz/public/app/lpisext/lpis/verejny2/plpis/>).

4.1.1 Popis pokusného pozemku

Pokusný pozemek o celkové výměře 6,72 ha leží v nadmořské výšce 462 m n. m. a pokusy jsou na něm z důvodu dodržení osevního sledu prováděny vždy jednou za čtyři roky. Celý půdní blok náleží dle erozní ohroženosti uvedené v LPIS (2025) do kategorie NEO (nízce erozně ohrožená půda). Na pokusném pozemku se setkávají dvě bonitované půdně ekologické jednotky (BPEJ). Kód BPEJ větší části pozemku o rozloze 4,32 ha je 7.50.11, rozloha menší části s kódem BPEJ 7.29.01 činí 2,5 ha. Klimatický region 7 je charakterizován jako mírně teplý a vlhký. Hlavní půdní jednotku 50 představují pseudogleje tvořené žulou, rulou, svorem, filitem a opukou. Oproti tomu jednotku 29 zastupují kambizemě, jež vznikají z kyselejších metamorfovaných hornin. Tyto půdy se střední až nízkou rychlostí infiltrace jsou středně hluboké, s hloubkou ornice dosahující 28 cm. Půdní profil není homogenní, formují jej půdy hlinitopísčité, jílovitohlinité až jílovité. Pozemek je slabě skeletovitý, rovinatý, pouze s mírným sklonem při východním okraji. Podíl jednotlivých frakcí je 17,08 % jílu, 37,32 hlíny a 45,60 % písku.

Půda na pozemku je slabě kyselá (pH 6,6). Obsah živin byl stanoven z půdního vzorku odebraného před založením pokusu, analýzu provedla akreditovaná laboratoř Envirex spol s r. o. Chotěboř. Výsledky analýzy jsou uvedeny v tabulce 5.

Tabulka 5: Obsah živin v půdě před založením pokusu (vytvořeno autorem).

Obsah živin v půdě stanovený ve 100 g sušiny		
živina	mg/kg	zásoba
minerální dusík	24	
draslík	159	vyhovující
hořčík	147	vyhovující
fosfor	171	vysoká
vápník	2320	

4.1.2 Průběh počasí

Podmínky pro přípravu pozemků a zakládání porostů byly v roce 2024 příznivé. Zejména v měsíci dubnu, kdy spadlo 18,9 mm srážek, což znamenalo pouze 50,8 % dubnového normálu. Také teplotně byl duben podnormální, s výskytem minusových teplot vzduchu a sněhových srážek. V květnu naopak spadlo 98,4 mm, jež dosáhlo 120,9 % normálu. Průměrná měsíční teplota vzduchu byla v květnu nadnormální a stejně tomu bylo i v červnu. Červnový měsíční úhrn srážek byl 43,8 mm, tedy pouze 55,5 % normálu. Příznivější byl měsíc červenec s mírně nadnormální průměrnou teplotou vzduchu a normálním úhrnem srážek. Situace se změnila v srpnu, kdy byly zaznamenány nadnormální teploty. Oproti tomu měsíční úhrn srážek v srpnu byl naměřen 66,4 mm, tedy jen 77,4 % normálu, přičemž 40,6 mm z tohoto úhrnu spadlo během 24 hodin (18. 8.) a po zbytek měsíce pak panovalo převážně teplé a suché počasí. Měsíc září

byl naopak velmi deštivý, suma srážek činila 206,6 mm, což je 345 % normálu. Intenzivní deště pokračovaly i v první polovině měsíce října, dosáhly ale pouze k úrovni normálu. Průměrná teplota vzduchu byla v říjnu v porovnání s normálem mírně vyšší, kdežto v měsíci listopadu naopak mírně nižší. V první polovině měsíce listopadu se objevily první mírné přízemní mrazíky. Úhrn srážek činil 29,1 mm, jež představuje 69,9 % normálu. Přesná čísla jsou uvedena v tabulce 6.

Podle údajů meteorologických stanic umístěných na pokusném pozemku a v jeho blízkosti, činí úhrn srážek za rok 2024 810,5 mm, což představuje 116,3 % normálu. Neznamená to ale, že by plodiny měly dostatek vláhy, jelikož 34 % z celkových srážek připadá na přívalové deště. Průměrná roční teplota za rok 2024 byla na stanici Valečov 9,7 °C, to je o 1,5 °C nad normálem. Podle meteorologických záznamů se průměrné roční teploty drží nad normálem již od roku 2014.

První meteorologická stanice zde byla zřízena již v roce 1923. Záznamy na pracovišti Valečov jsou dostupné od roku 1961. Pozorovací technika je průběžně modernizována, současné automatické meteostanice MeteoUni (AMET Velké Bílovice) zaznamenávají teplotu vzduchu, přízemní teplotu i teplotu půdy, srážky, vlhkost vzduchu i půdy, ovlhčení listů. Dále směr, rychlost a nárazy větru.

Tabulka 6: Průměrné měsíční teploty vzduchu a úhrny srážek na pracovišti Valečov (normál 1991–2020) (vytvořeno autorem).

Měsíc	Měsíční úhrn srážek (mm)			Průměrná měsíční teplota vzduchu (°C)		
	Normál	2024	% normálu	Normál	2024	Odchylka od normálu
leden	42,5	49	115,3	-1,5	-0,8	0,7
únor	33,8	64	189,3	-0,5	5,5	6
březen	45,9	46	100,2	3,1	6,7	3,6
duben	37,2	18,9	50,8	8,2	5,3	-2,9
květen	81,4	98,4	120,9	12,9	14,4	1,5
červen	78,9	43,8	55,5	16,3	18,2	1,9
červenec	98,9	99,3	100,4	18,2	19,8	1,6
srpen	85,8	66,4	77,4	17,9	20,4	2,5
září	59,9	206,6	344,9	12,9	14,6	1,7
říjen	45,6	45,1	98,9	8,2	9,5	1,3
listopad	41,6	29,1	69,9	3,5	2,3	-1,2
prosinec	45,2	43,9	97,1	-0,6	0,5	1,1

4.1.3 Agrotechnické zásahy na pozemku

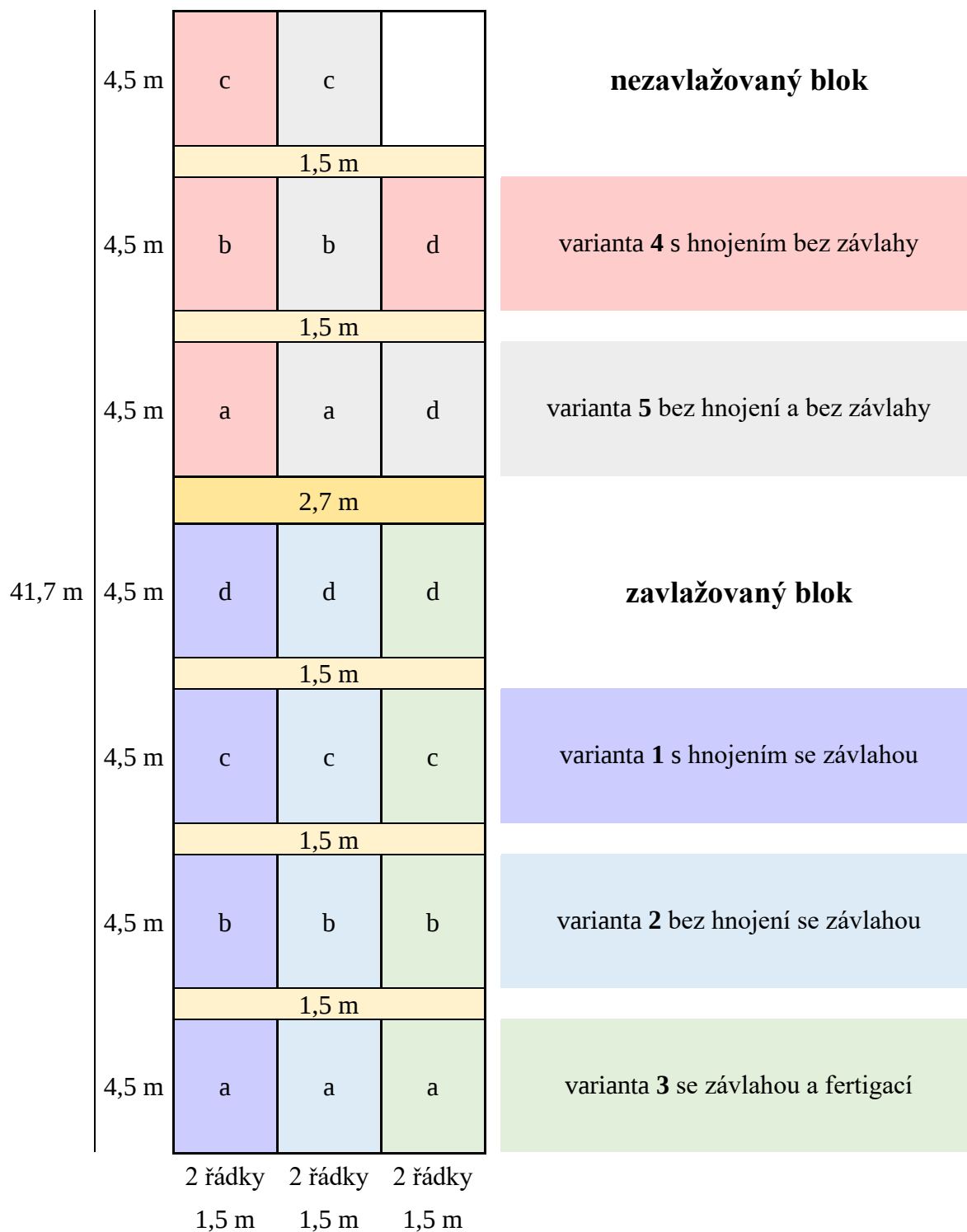
Předplodinou na pokusném pozemku bylo v roce 2023 proso seté. Po sklizni následovala podmítka a zasetí meziploidy (hořčice bílá). Na podzim byl celý blok organicky pohnojen statkovým hnojem. Aplikován byl hnůj prasat v dávce 25,65 t/ha, rozbor hnoje provedla akreditovaná zkušební laboratoř Envirex spol. s r. o. Chotěboř, výsledky jsou uvedené v tabulce 7. Orba proběhla 24. 11., ihned po hnojení. Na jaře byl pozemek usmykován a proběhlo rozměření a rozdělení jednotlivých pokusných částí. 26. 4. byl pozemek zpracován rotavátorem (KUHN) a následující den byly nosičem nářadí RS 09 nahrnuty hrůbky. Do hrůbek byly následně položeny kapkové hadice, do hloubky asi 15 cm. Pro položení kapkové hadice bylo použito originální zařízení pro zapravování závlahové hadice, které bylo vyvinuto při řešení výzkumného projektu ve spolupráci VÚZT Praha a VÚB Havlíčkův Brod (Užitný vzor CZ 31948 U1). Ruční aplikace Močoviny na vyměřené bloky s následným zapravením proběhla 20. 5., poté probíhalo připojování a úpravy zavlažovacího systému. Zavlažovací systém byl opatřen vodoměrem a byla prověřena jeho funkčnost a přesnost.

Tabulka 7: Výsledky rozboru vzorku aplikovaného organického hnojení (vytvořeno autorem).

Obsah živin v hnoji stanovený ve 100% sušině	
živina	g/kg
dusík	46,1
draslík	25,3
hořčík	24,35
fosfor	27
vápník	117

Plocha pokusu s jakonem byla na pozemku umístěna na pravém okraji části vyhrazené pro pokusy s instalovanou kapkovou závlahou. Vyměřena byla v celkové délce 41,7 m a šířce 4,5 m. Pro pokus bylo vybráno 5 variant, každá varianta měla 4 opakování. Plocha parcely (jedno opakování) měla rozměr 4,5 m na délku a 1,5 m na šířku, což odpovídá dvěma standartním řádkům pro sázení brambor. Všechny parcely byly osázeny v prvním řádku 10 kusy sazenic odrůdy jakonu Fiorella, v druhém řádku 10 kusy sazenic jakonu Graciella. Jednotlivé parcely byly na délku od sebe odděleny mezerou 1,5 m, bloky se závlahou a bez závlahy byly odděleny mezerou 2,7 m. Rozložení je znázorněné na obrázku 3.

šířka 4,5 m	6 řádků	parcela 1,5 x 4,5 m	10 rostlin / řádek	odrůdy: Fiorella
délka 41,7 m	7 pásů	cesty 1,5 m / 2,7 m	opakování: a,b,c,d	Graciella



Obrázek 3: Schéma pokusu, rozložení variant a opakování (vytvořeno autorem).

4.1.4 Varianty pokusu

Pokus byl založen v pěti variantách. Srovnávány byly různé způsoby hnojení minerálním dusíkem v kombinaci s použitím kapkové závlahy.

Varianta 1 s hnojením se závlahou

V přední zavlažované části pokusu byla první zleva umístěna varianta, kde bylo před sázením aplikováno minerální hnojivo Močovina obsahující 46 % dusíku, v dávce 100 kg N/ha (to je 0,15 kg Močoviny na parcelu velikosti 6,75 m²). Závlaha byla dodávána kapkovacími hadicemi, nejprve pro uchycení rostlin, později jako kompenzace dešťových srážek.

Varianta 2 bez hnojení se závlahou

Prostřední varianta v přední části byla zavlažována kapkovacími hadicemi, ale před sázením zde nebylo aplikováno dusíkaté minerální hnojivo.

Varianta 3 se závlahou a fertigací

Varianta umístěná od předního pravého rohu byla také zavlažována a rovněž zde bylo vynecháno minerální hnojení dusíkem před sázením. To bylo dodáno ve formě roztoku aplikovaného do závlahové vodou (fertigace) ve čtyřech dávkách v průběhu vegetace. Celková dávka dusíku dodaného v roztoku Močoviny bylo 100 kg/ha. Fertigace byla provedena pomocí přístroje Dosatron, připojeného do zavlažovacího systému.

Varianta 4 s hnojením bez závlahy

Ve vzdálenější části pokusu bylo aplikováno minerální hnojení. Aplikace dusíku v dávce 100 kg/ha v Močovíně byla provedena před sázením. Závlaha byla po uchycení rostlin odpojena.

Varianta 5 bez hnojení a bez závlahy

Tato varianta nebyla minerálně hnojená dusíkem, ani zavlažovaná a sloužila jako kontrola.

4.2 Sadba

Pro pokus byly použity odrůdy jakonu Fiorella a Graciella, které jsou ve vlastnictví Výzkumného ústavu bramborářského Havlíčkův Brod. Rozmnožovací materiál pocházel z pokusu, který proběhl na pracovišti Valečov předchozí rok 2023 a pro předpěstování sazenic byl využit tamní skleník.

4.2.1 Odrůdy

Fiorella

Byla první registrovanou odrůdou v České republice. Rostlina dorůstá do výšky 2 m, má načervenalé zbarvené stonky i řapíky listů. Listy má drobnější a zbarvené tmavozeleně. Fiorella tvoří větší množství kořenových hlíz, které dorůstají spíše menších velikostí. Kořenové hlízy

mají protáhlý tvar, tmavě růžovou až purpurovou slupku a bílou dužninu. Stonkové hlízy mají rovněž na svém povrchu purpurové zbarvení.

Graciella

Rostliny této odrůdy dorůstají obvykle do větší výšky než stonky Fiorelly. Graciella má světle zeleně zbarvené stonky, listy jsou rovněž světle zelené, velké a hustě pokryté trichomy. Tvoří méně hlíz, které dorůstají do větších velikostí. Kořenové i stonkové hlízy jsou na povrchu zbarvené světle krémově až hnědě, dužnina kořenových hlíz je bílá až světle krémová. Tvar kořenových hlíz je kulatý až široce oválný.

4.2.2 Příprava sazenic

Jak je zdokumentováno na obrázku 4, v prvním dubnovém týdnu byly stonkové hlízy (kaudexy) pečlivě očištěny a ostrým nožem rozděleny podle počtu očí a velikosti. Velikost kaudexů byla zhruba 3 až 4 cm s počtem minimálně tří očí. Po zaschnutí řezných ran byly kaudexy vloženy do předem naplněných sadbovacích květináčů o rozměru 10 × 10 cm a zcela překryty zeminou.



Obrázek 4: Postup přípravy sadby (foto autor).

Zemina byla udržována neustále vlhká. Po dvou týdnech, kdy se již začaly objevovat první listy, přišlo několik mrazivých nocí, proto byly květináče na noc překrývány bílou netkanou textilií.

4.2.3 Výsadba sazenic

11. 6. během přípravy před výsadbou sazenic jakonu byla celá pokusná parcela překryta černou netkanou textilií a přesně rozměřena. Rostliny byly vysázeny ve sponu 40 × 75 cm a zavlaženy pro snadnější uchycení. Průběh výsadby je zachycen na obrázku 5.



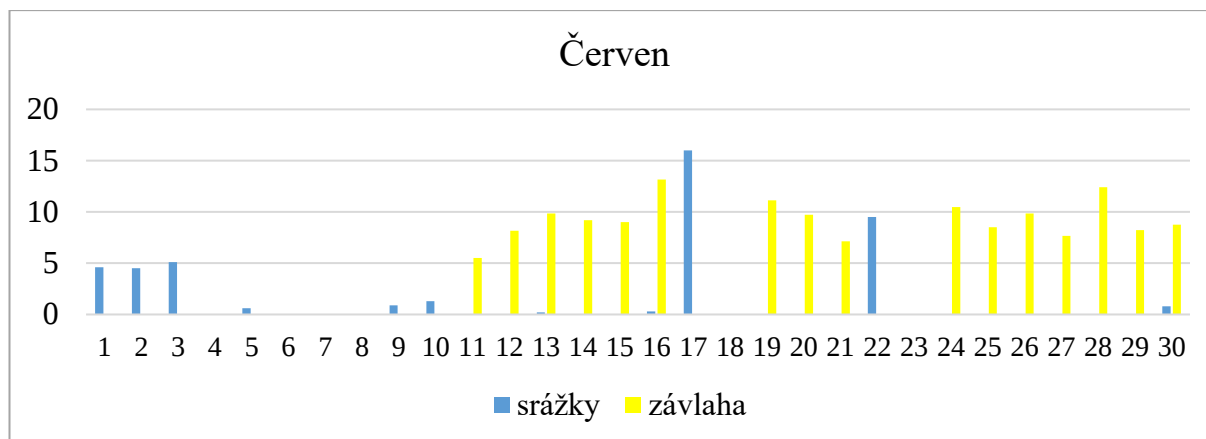
Obrázek 5: Postup výsadby sazenic jakonu (foto autor).

Pokusná parcela jakonu po vysázení, pokud je překrytá černou agrotexilií, nepotřebuje žádné další ošetření proti plevelům. Textilie rovněž zamezí nadměrnému výparu vody z půdy a vyrovnává kolísání denních a nočních teplot. V pokusném porostu nebylo provedeno ani jiné ošetření přípravky na ochranu rostlin.

28.6. bylo zaznamenáno poškození okusem zajíce u několika sazenic. Jednalo se o jediné poškození porostu škůdci během celé vegetace.

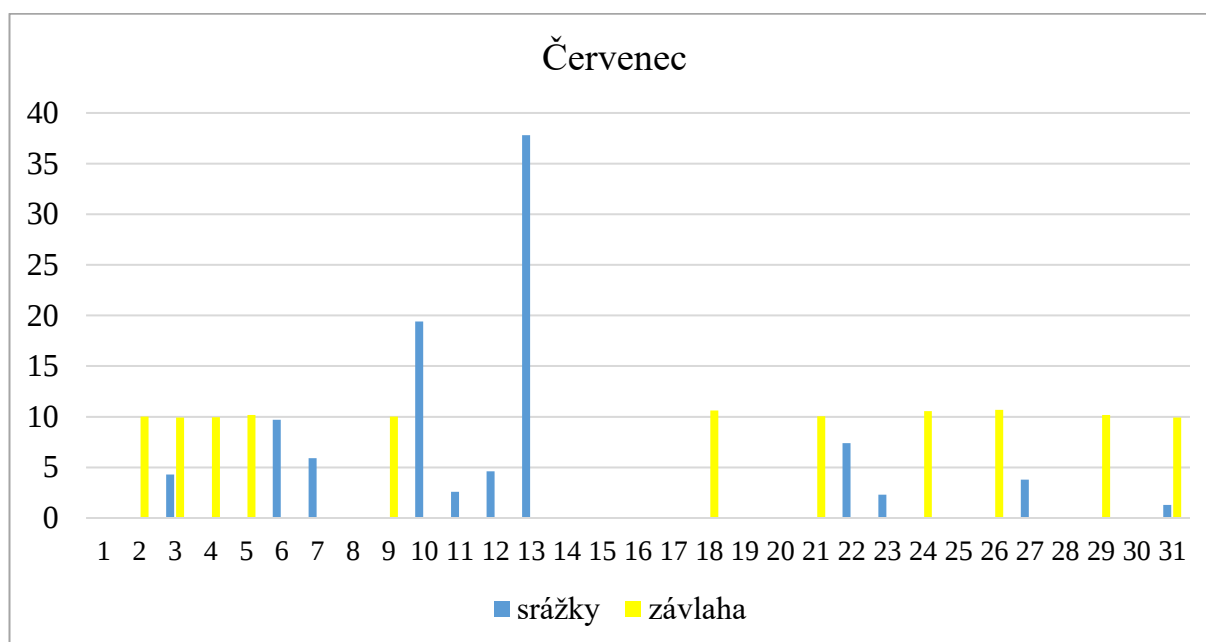
4.3 Průběh zavlažování

Závlaha v měsíci červnu sloužila k uchycení rostlin, byly tedy zavlažovány všechny varianty. K tomuto opatření došlo kvůli podprůměrným srážkám a vysokým teplotám po výsadbě rostlin. Množství a četnost závlah znázorňuje graf na obrázku 6.



Obrázek 6: Graf srážek a závlahových dávek za měsíc červen.

V měsíci červenci už byla zavlažovaná pouze první část pokusné parcely. Průběh srážek a dávkování závlahy je zachyceno v grafu na obrázku 7. Pro dávkování závlahy je určující především rozložení a intenzita srážek. Také teploty a proudění vzduchu, které ovlivňují stav porostu.



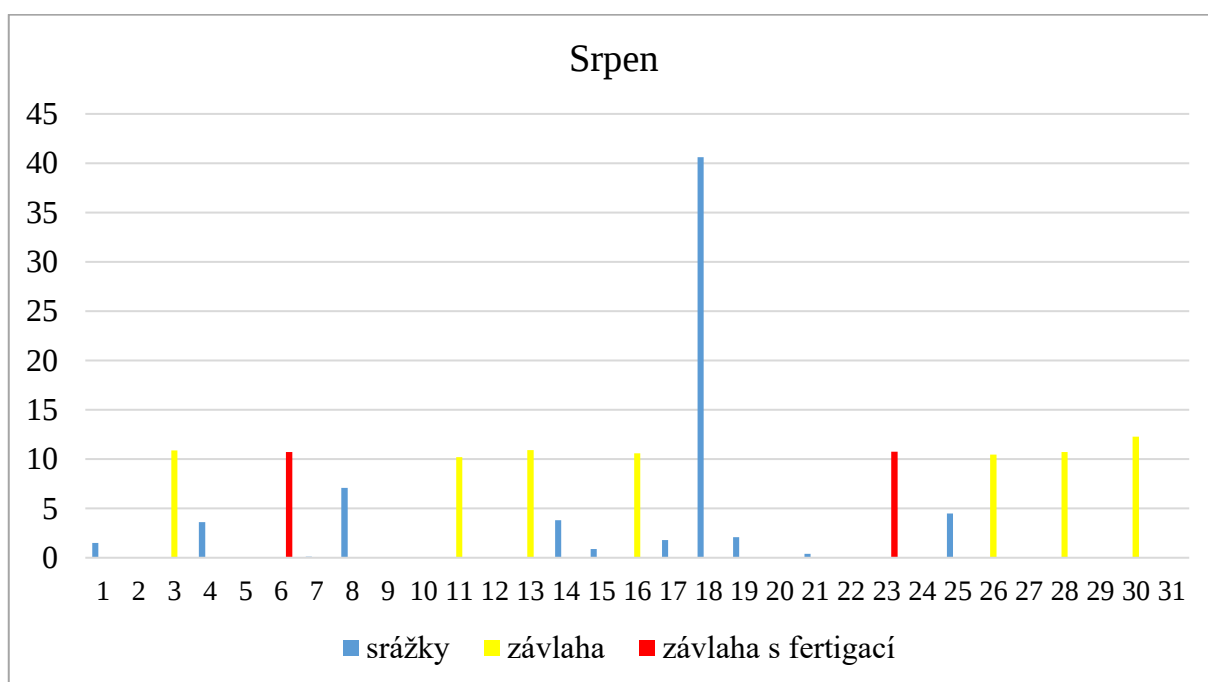
Obrázek 7: Graf srážek a závlahových dávek za měsíc červenec.

V měsíci srpnu byla do varianty fertigace dodána polovina dusíkatého minerálního hnojení ve dvou dávkách. Roztok močoviny byl do zavlažovacího systému dávkován prostřednictvím Dosatronu připojeného k zavlažovacímu systému. Přístroj Dosatron při dávkování roztoku je zdokumentován na obrázku 8.



Obrázek 8: Dosatron připojený k zavlažovacímu systému (foto autor).

V grafu na obrázku 9, který znázorňuje průběh srážek a dávkování závlahy v měsíci srpnu je červenou barvou zvýrazněna dávka dne 6. 8. a 23. 8., kdy proběhlo přihnojení při zavlažování. Roztok Močoviny proudí pouze do kapkovacích hadic ve variantě fertigace.



Obrázek 9: Graf srážek, závlahových dávek a fertigace.

Před fertigací a tři dny po ní bylo prováděno měření přístrojem N-tester od společnosti Yara. Měření za pomoci ručního přístroje N-tester je nedestruktivní metoda pro stanovení obsahu chlorofylu v listu. Ten je přímo ovlivněn výživným stavem rostliny, především obsahem dusíku. Výsledkem je bezrozměrné číslo, v našem případě sloužící k porovnání stavu mezi variantami. Měřeny byly vždy plně vyvinuté protistojné listy pod vegetačním vrcholem. Konkrétní číslo je přístrojem generováno po otestování 30 listů z jednoho řádku jednoho opakování. Obrázek 10 zobrazuje porost na přelomu srpna a září a měření N-testerem.



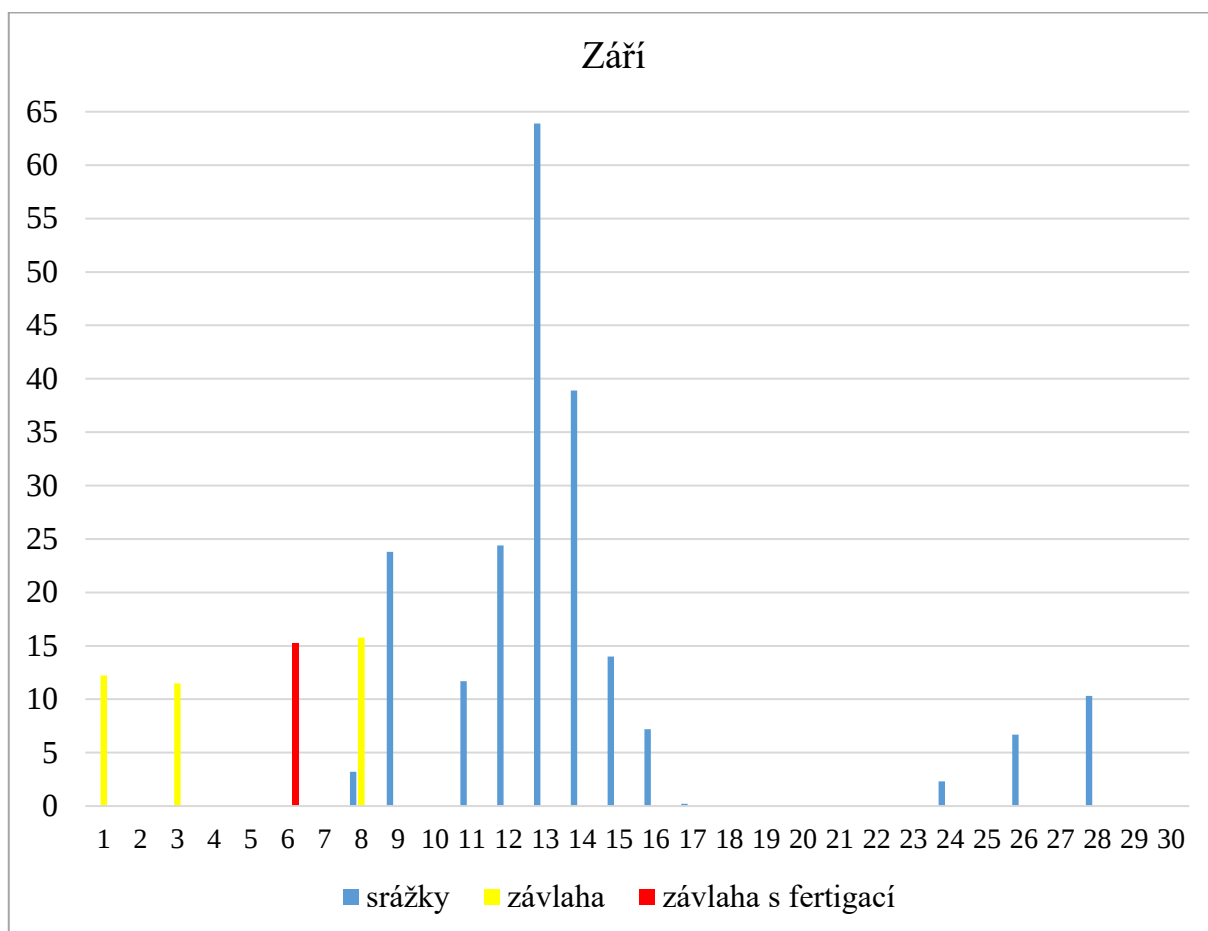
Obrázek 10: Stav porostu jakonu a současně probíhající měření N-testerem (foto autor).

V měsíci září opět proběhla fertigace a to konkrétně 6. 9. V období před polovinou měsíce přišly výrazné přívalové srážky, které zásadně ovlivnily zavlažování. V září také, zřejmě jako reakce na vydatné srážky, vykvetly současně obě odrůdy, což podle předchozích zkušeností s pěstováním jakonu není zcela obvyklé. Květy byly zachyceny na obrázku 11.



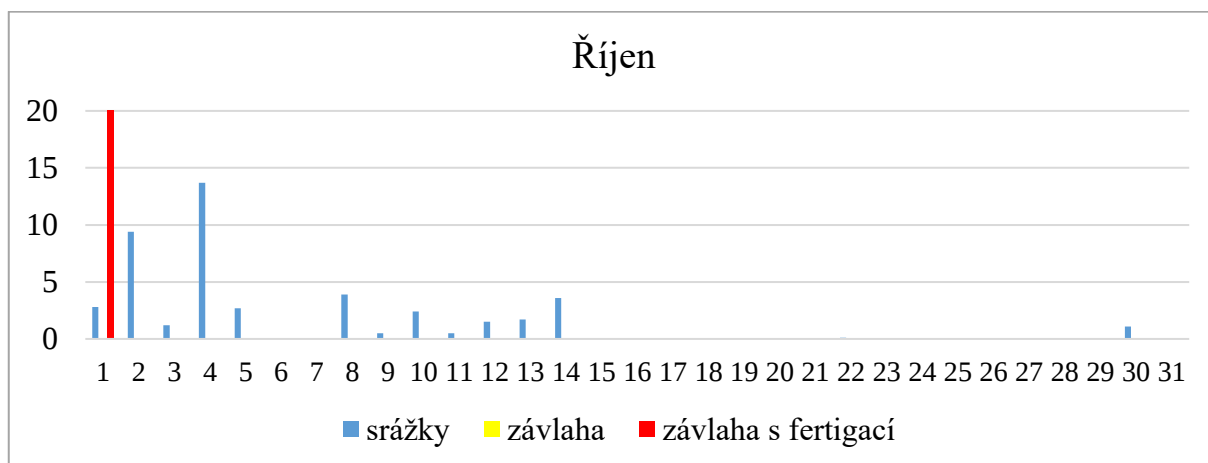
Obrázek 11: Květy jakonu odrůd Fiorella a Graciella (foto autor).

Frekvenci závlahy, včetně závlahy s fertigací a srážky vyjadřuje graf na obrázku 12.



Obrázek 12: Graf srážek, závlahových dávek a fertigace.

Prvního října byla prostřednictvím Dosatronu dodána poslední dávka minerálního hnojení v podobě roztoku Močoviny (viz obrázek 13). Další závlaha už nebyla žádoucí, jelikož půda byla dostatečně vlhká a více závlahy by mohlo způsobit zahnívání hlíz.



Obrázek 13: Graf srážek s poslední zavlažovací dávkou jejíž prostřednictvím proběhla fertigace.

4.4 Sledování porostu

Porost jakonu byl během vegetace vizuálně hodnocen. Ve stejných termínech byla rovněž měřena výška rostlin, z počátku růstu byly přepočítávány listy a odhadována pokryvnost povrchu půdy listovou plochou rostlin. Ze získaných dat byly vypočítány průměry pro všechna opakování jednotlivých variant pokusu, a to u odrůd Fiorella i Graciella.

4.5 Sklizeň pokusu

Na začátku listopadu přišly první podzimní mrazíky, jež mírně poškodily listy. Teprve v polovině listopadu už byly stonky dostatečně odumřelé a listy částečně opadané, což předznamenává vhodný čas pro sklizeň hlíz jakonu. Mírné popálení listů mrazem i porost vhodný ke sklizni byly zpodobněny na obrázku 14.



Obrázek 14: Listy jakonu poškozené mrazem a téměř suchý porost (foto autor).

Nejdříve byly odstraněny nadzemní části stonků a krycí agrotextilie. Při samotné sklizni bylo důležité uvolnit půdu v okolí trsu i pod ním. Po vyjmutí z hrůbku byly celé trsy uloženy do plastových nádob a označeny podle odrůdy, varianty a opakování. Nádoby byly odvezeny z pole a uloženy v budově bramborárny. Trsy byly postupně očištěny od půdy a byly odděleny kořenové hlízy od stonkových. Trs jakonu před rozdělením hlíz a po něm byl zachycen na obrázku 15. U jednotlivých trsů byl zaznamenán počet stonkových hlíz, jejich váha a odebrány vzorky pro další hodnocení. Část těchto vzorků byla určena pro stanovení cukernatosti kořenových hlíz. Toto měření bylo provedeno digitálním refraktometrem Milwaukee MA 871, jež určuje hladinu cukernatosti pomocí prosvícení vylisované šťávy. Další část vzorků byla použita pro stanovení podílu sušiny v kořenových hlízách jakonu. Tato laboratorní metoda zahrnovala sušení nadrcené kaše z hlíz po dvou vysoušecích kelímcích od každého vzorku. Vzorky byly nejprve zahřívány cirkulujícím vzduchem o teplotě 55 °C 5 hodin, dosoušení do

konstantní sušiny trvalo 3 hodiny při teplotě 105 °C. Jeden díl vzorků kořenových hlíz byl odeslán na laboratorní stanovení obsahu inulinu.



Obrázek 15: Trs jakonu odrůdy Graciella před a po oddělení kořenových hlíz (foto autor).

Zbylé hlízy byly určeny pro skladování. Kořenové hlízy byly odpočítány, zváženy a uloženy do označených bedýnek podle odrůd a jednotlivých variant (varianty: 1 s hnojením se závlahou, 2 bez hnojení se závlahou, 3 se závlahou a fertigací, 4 s hnojením bez závlahy, 5 bez hnojení a bez závlahy). Polovina hlíz byla volně uložena v prodyšných bedýnkách a druhá polovina hlíz byla zasypána vlhkým pískem. Tyto bedýnky byly uloženy do chladicího boxu (viz obrázek 16).

Během skladování byla v chladicím boxu kontrolována teplota a vlhkost přístrojem Comet U 31 20 (Data Logger). Relativní vlhkost vzduchu se po dobu skladování pohybovala 70 až 80 %, zatímco teplota se držela na konstantních 8 °C.

Po ukončení skladování byly uložené hlízy převáženy a odebrány vzorky pro zjištění změn v cukernatosti, opět za použití digitálního refraktometru Milwaukee MA 871. Povrch jednotlivých hlíz byl vizuálně zkontrolován a náhodně vybrané hlízy rozkrojeny. Přítomnost skládkových chorob nebyla zjištěna.



Obrázek 16: Uskladnění kořenových hlíz jakonu v chladícím boxu (foto autor).

4.6 Použití statistických metod

Pro vyhodnocení vybraných výsledků pokusu byl použit statistický software SAS, procedurou GLM (General Linear Model), jež se používá pro analýzu rozptylu (ANOVA).

5 Výsledky

5.1 Sledování vývoje porostu

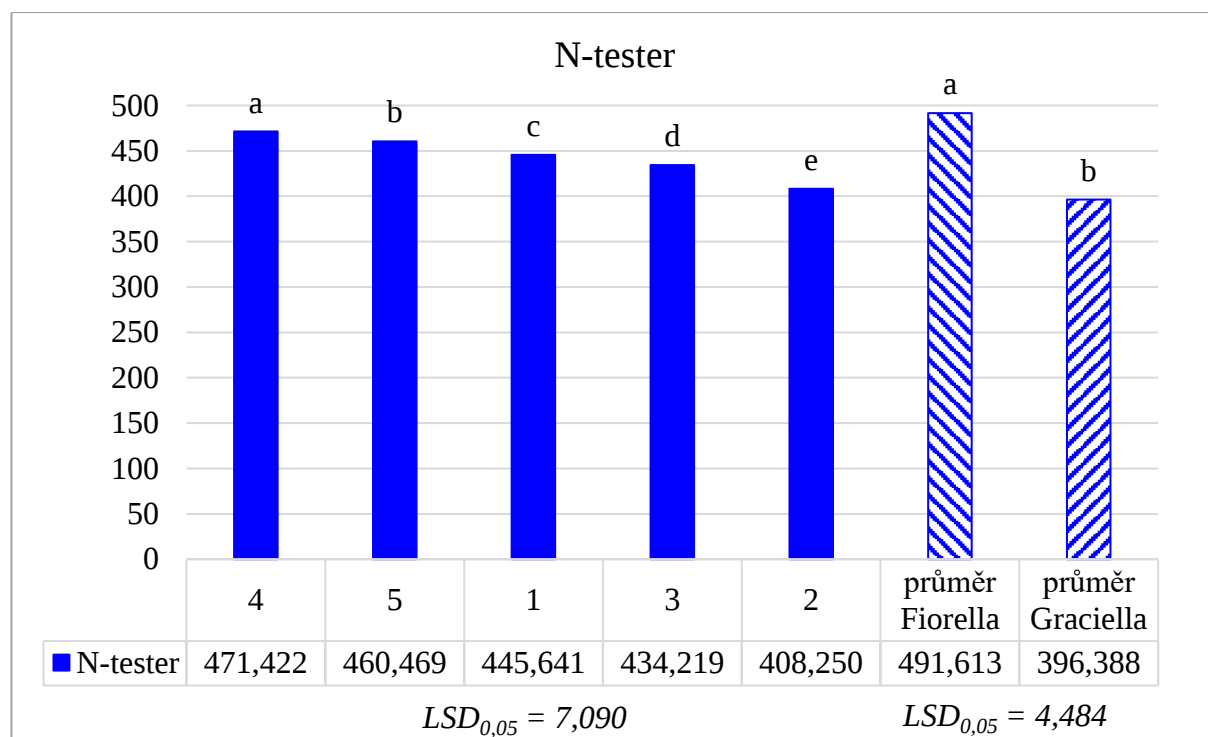
V průběhu vegetace byl sledován vývoj porostu jakonu. Základní faktory pro porovnání jednotlivých variant byly výška porostu, vyrovnanost rostlin v opakování a jejich celkový stav. Po výsadbě bylo pozorování doplněno o zaznamenání průměrného počtu listů a pokryvnost povrchu půdy. Průměry variant jsou pro odrůdy Fiorella a Graciella uvedeny v tabulce 8.

Tabulka 8: Průměrné hodnoty pozorování během vegetace odrůdy Fiorella a Graciella (vytvořeno autorem).

datum	druh pozorování	ukazatel	odrůda Fiorella					odrůda Graciella				
			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
12. 6.	výška stonků	cm	9,5	11	11	7,3	7,5	10	11	11	7,3	7,5
	počet listů	ks	9	8	9,5	7	7	9	9	9,5	6,5	7
2. 7.	výška stonků	cm	14	14	14	9,5	9,5	14	14	14	9,3	10
	počet listů	ks	11	12	11	8	8,5	11	12	12	7,5	8,5
18. 7.	výška stonků	cm	37	34	38	21	21	29	28	28	21	23
	pokryvnost povrchu půdy	%	48	35	43	26	29	33	35	36	28	33
6. 8.	výška stonků	cm	58	53	58	28	33	43	43	42	34	39
	vyrovnanost porostu	1 - 9	8,6	8,6	8,6	8,3	8,3	8,7	8,9	8,3	8,3	8,5
	celkový stav	1 - 9	8,9	8,9	8,8	8,5	8,5	8,9	8,9	8,6	8,5	8,6
23. 8.	výška stonků	cm	82	74	83	40	42	68	71	69	48	48
	vyrovnanost porostu	1 - 9	8,7	8,9	8,8	8,3	8,6	8,7	8,7	8,4	8,4	8,7
	celkový stav	1 - 9	8,9	9,0	8,9	8,6	8,7	8,9	8,9	8,7	8,7	8,9
11. 9.	výška stonků	cm	116	111	116	54	60	103	104	98	58	60
	vyrovnanost porostu	1 - 9	8,9	9,0	9,0	8,6	8,8	8,9	9,0	8,9	8,7	8,9
	celkový stav	1 - 9	9,0	9,0	9,0	8,6	8,8	8,9	9,0	9,0	8,8	8,8
1. 10.	výška stonků	cm	150	149	151	90	93	150	149	140	93	95
	vyrovnanost porostu	1 - 9	8,8	9,0	9,0	8,8	8,9	9,0	9,0	8,8	8,8	8,9
	celkový stav	1 - 9	9,0	9,0	9,0	8,8	8,8	9,0	9,0	8,9	8,8	8,9

Jak je z hodnot v tabulce patrné, průměry jednotlivých variant (varianty: 1 s hnojením se závlahou, 2 bez hnojení se závlahou, 3 se závlahou a fertigací, 4 s hnojením bez závlahy, 5 bez hnojení a bez závlahy), prošly během vegetace podobným vývojem. Rozdíl mezi odrůdami byl pouze nepatrný. Výrazné rozdíly byly mezi variantami. Podle očekávání zavlažované varianty lépe prospívaly a dorostly do větší výšky.

V průběhu vegetace byl pravidelně měřen obsah chlorofylu v listech za pomoci přístroje N-tester. Ze zpracování dat vyplývá, že rozdíly mezi průměry variant jsou statisticky průkazné. Průkazně se od sebe liší také průměry odrůd, jak je patrné z grafu na obrázku 17. Minimální průkazná difference mezi průměry variant činila 7,090 chlorofylových jednotek, mezi průměry odrůd 4,484 chlorofylových jednotek.

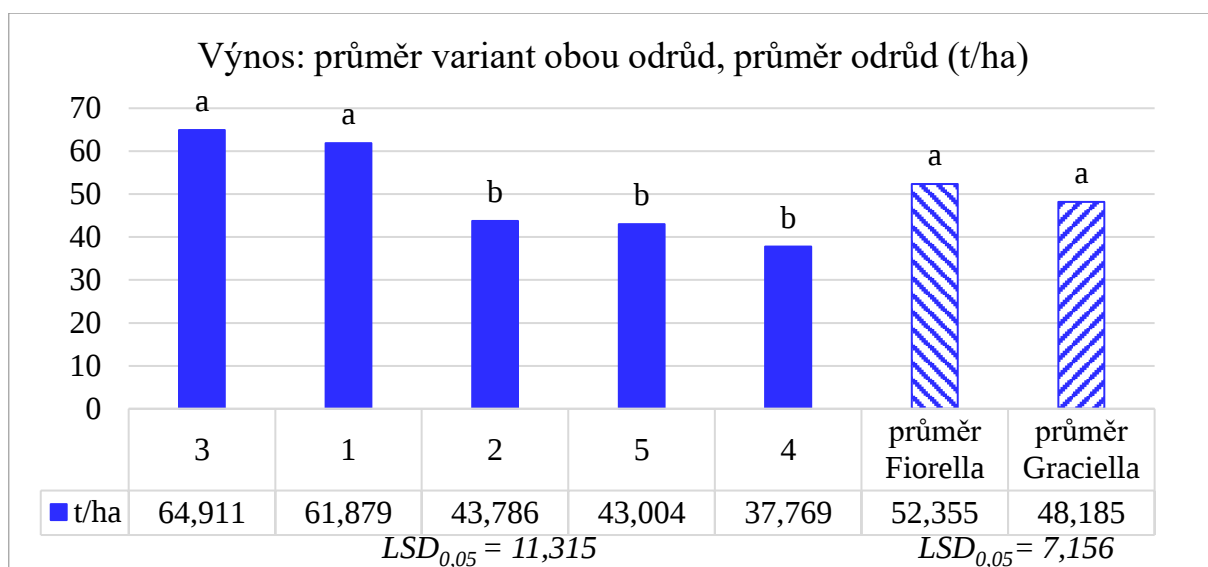


Obrázek 17: Graf statistické hodnocení průměru variant (varianty: 1 s hnojením se závlahou, 2 bez hnojení se závlahou, 3 se závlahou a fertigací, 4 s hnojením bez závlahy, 5 bez hnojení a bez závlahy) a průměru odrůd.

5.2 Vyhodnocení sklizně hlíz

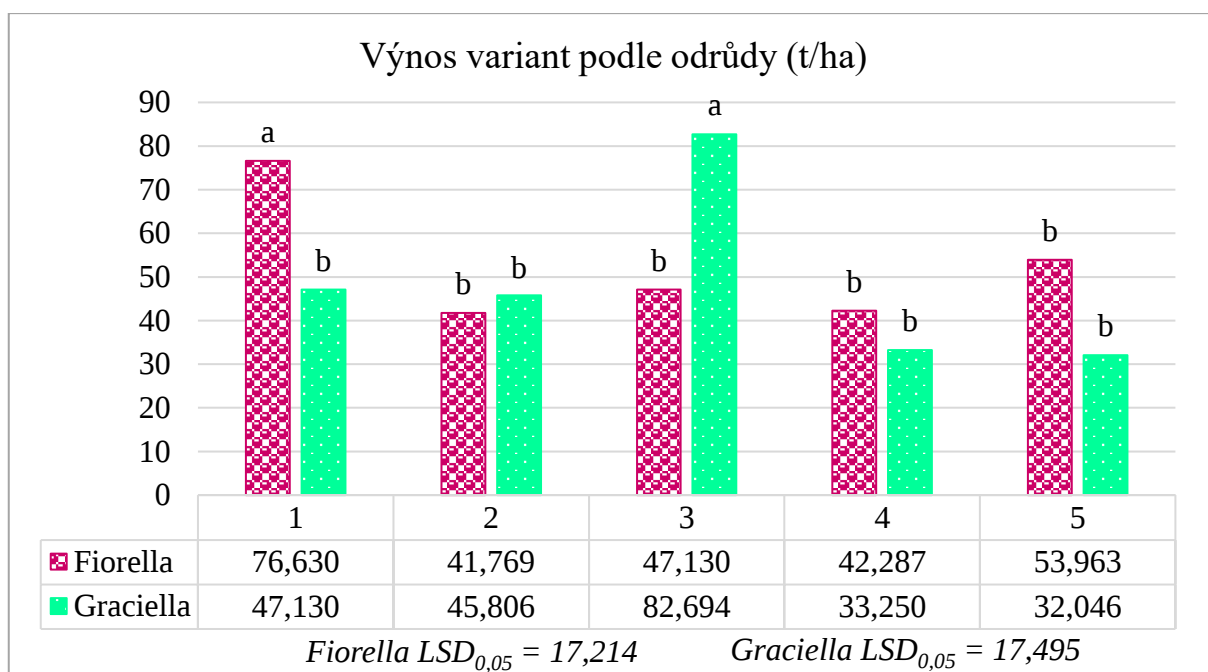
5.2.1 Výnos hlíz

Výnos byl statisticky průkazně ovlivněn faktorem varianty a rovněž interakcí varianty s odrůdou, zatímco průměr samotných odrůd nevykazoval statisticky průkazný rozdíl. Hodnota minimální průkazné difference představovala mezi průměry odrůd 7,156 t/ha. Stejně tak nebyl průkazný ani vliv opakování. Varianty 1 a 3 měly výrazně vyšší výnos, varianty 2, 4 a 5 měly výnos oproti tomu výrazně nižší. Statisticky průkazný výsledek s hodnotou minimální průkazné difference 11,315 t/ha potvrzuje původní předpoklad, že rostliny jakonu budou pozitivně reagovat na hnojení minerálním dusíkem v kombinaci s kapkovou závlahou (viz obrázek 18).



Obrázek 18: Graf průměrného výnosu podle variant (varianty: 1 s hnojením se závlahou, 2 bez hnojení se závlahou, 3 se závlahou a fertigací, 4 s hnojením bez závlahy, 5 bez hnojení a bez závlahy) a průměrný výnos odrůd.

Ze srovnání získaných hodnot výnosu hlíz odrůdy Fiorelly s Graciellou vyplynulo, že Fiorella dosáhla nejvyššího výnosu ve variantě s hnojením před sázením a se závlahou, což ukazuje statisticky průkazný rozdíl mezi variantou 1 a zbylými variantami. Minimální průkazná difference byla v tomto případě 17,214 t/ha. Odrůda Graciella je více závislá na způsobu pěstování, jelikož mnohem lépe reagovala na přihnojení ve čtyřech dávkách během zavlažování (fertigace). Statisticky průkazný rozdíl potvrzuje minimální průkazná difference 17,495 t/ha mezi 3 variantou a variantami 1, 2, 4 a 5 (viz obrázek 19).

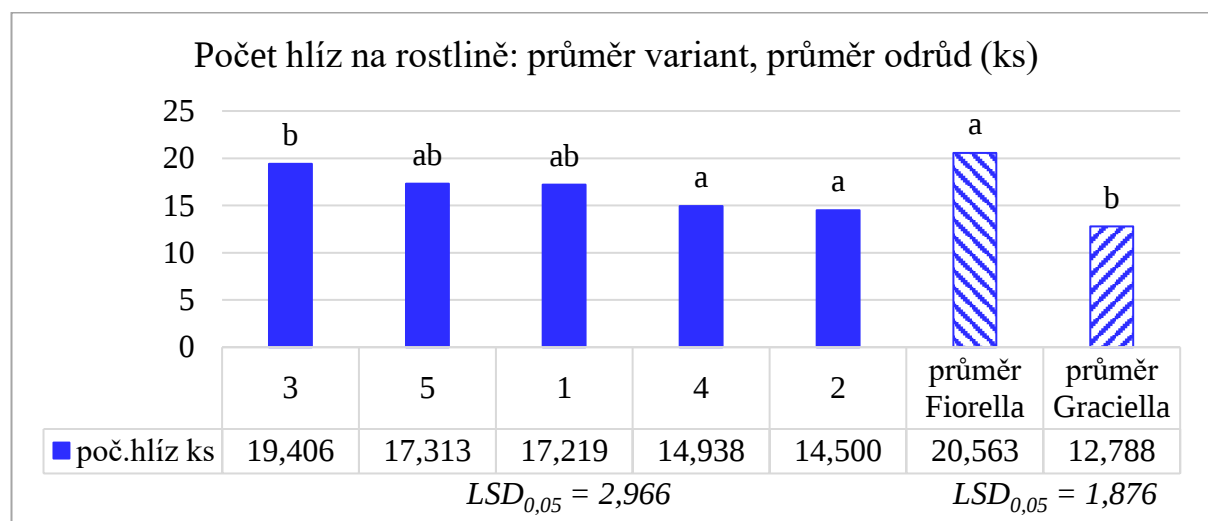


Obrázek 19: Graf průměrného výnosu variant odrůdy Fiorella a odrůdy Graciella.

5.2.2 Vybrané výnosotvorné prvky

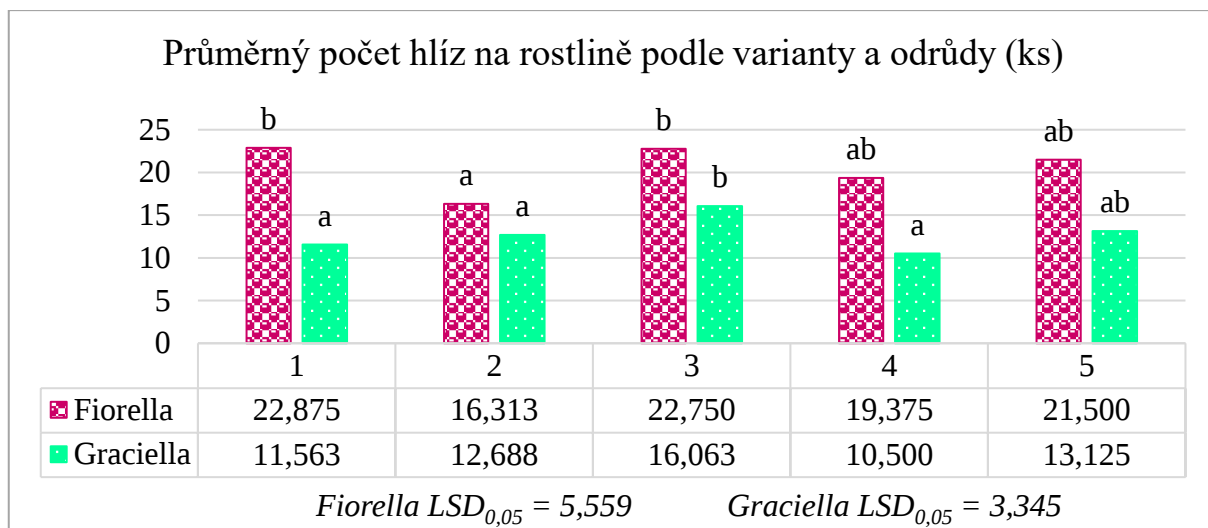
Jako výnosotvorné prvky byly pro statistické zpracování vybrány z výsledků pokusu průměrný počet hlíz pod trsem a průměrná hmotnost hlízy.

Ze statisticky zpracovaných údajů je zřejmé, že byl počet hlíz pod trsem průkazně ovlivněn odrůdou i variantou. Rozdíl v průměrném počtu hlíz mezi variantami 3 a 2, 4 byl statisticky průkazný, zatímco hodnoty u 1. a 5. varianty se částečně překrývaly. Odrůda Fiorella v průměru nasadila pod trsem 20,563 hlíz a Graciella v průměru pouze 12,788 hlíz. Tento rozdíl je statisticky průkazný (viz obrázek 20). Hodnota minimální průkazné difference činila pro průměr variant 2,966 kusů hlíz, pro průměr odrůd 1,876 kusů hlíz.



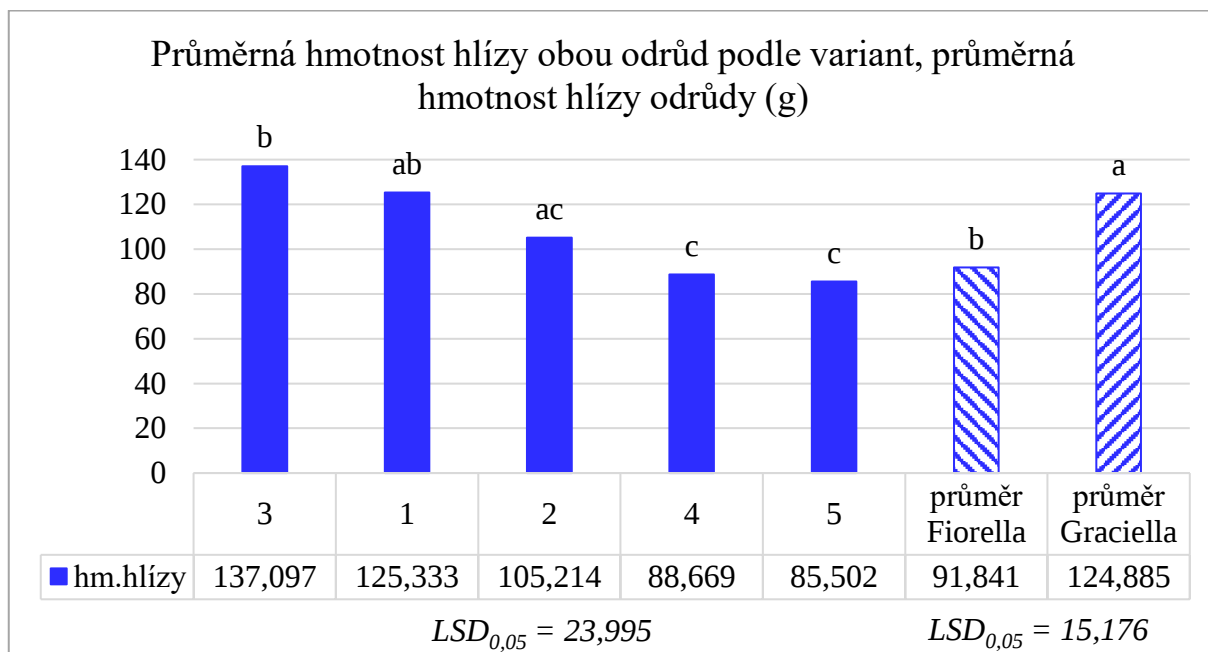
Obrázek 20: Graf počtu hlíz obou odrůd podle variant (varianty: 1 s hnojením se závlahou, 2 bez hnojení se závlahou, 3 se závlahou a fertigací, 4 s hnojením bez závlahy, 5 bez hnojení a bez závlahy), průměr odrůd.

Na obrázku 21 je v grafu jasně patrné, že ačkoliv odrůda Fiorella nasazovala podstatně víc kořenových hlíz v porovnání s Graciellou, ve statistickém hodnocení se u Fiorelly žádoucí rozdíly v počtu nasazených hlíz projevily méně než u Gracielly. To naznačilo vyšší citlivost odrůdy Graciella na výživu a závlahu. U Fiorelly došlo k překrytí intervalů u varianty 4 a 5, statisticky průkazný rozdíl vykazovaly tedy varianty 1, 3 s variantou 2. Odrůda Graciella projevila statisticky průkazný rozdíl mezi variantou 3 a variantami 1, 2, 4. Minimální průkazná difference pro odrůdu Fiorella byla 5,559 kusů hlíz, pro odrůdu Graciella byla 3,345 kusů hlíz.



Obrázek 21: Graf průměrného počtu hlíz pod jedním trsem rozdělený podle variant a odrůd.

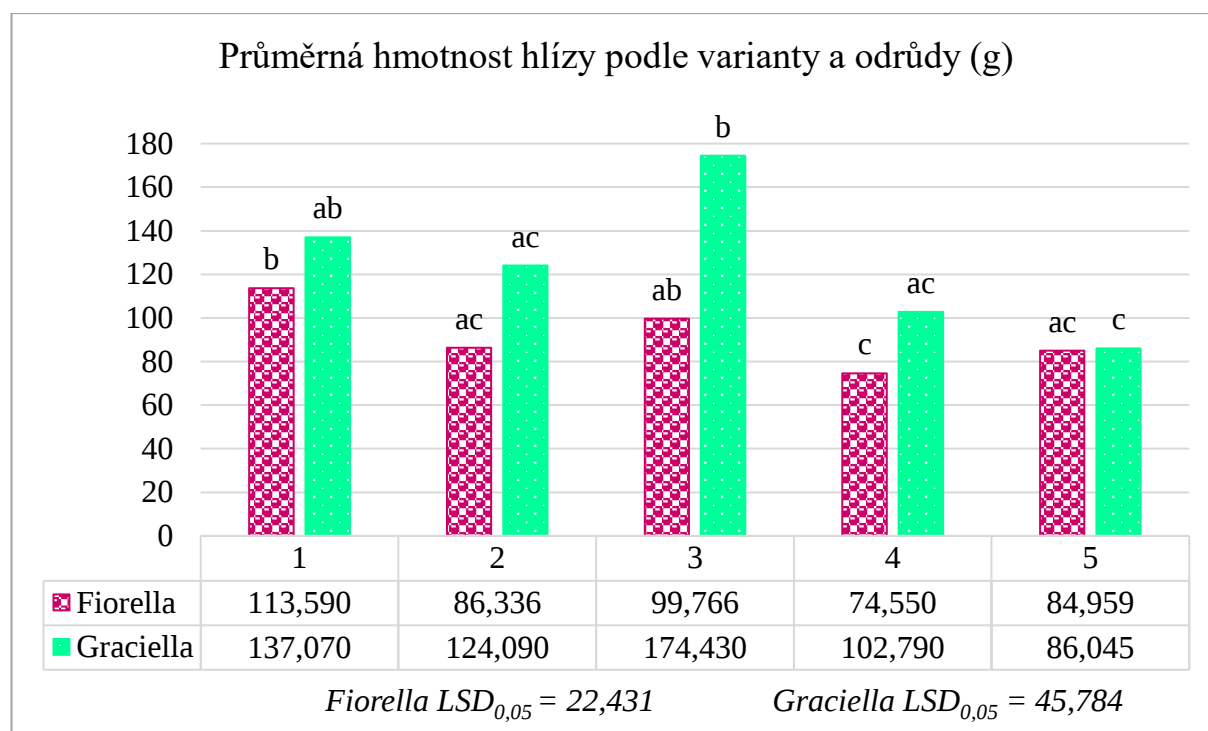
Odlišnosti v průměrné hmotnosti hlíz byly potvrzeny u odrůd i variant. Mezi variantami dosáhla nejvyšší průměrné hmotnosti varianta 3 a oproti tomu nejnižších hodnot varianty bez závlahy (4, 5). Tento rozdíl byl statisticky průkazný, oproti tomu u varianty 1 a 2 došlo k překrytí intervalu. Minimální průkazná difference byla u průměru variant 23,995 g. Pod trsy odrůdy Graciella dosáhly hlízy vyšší průměrné hmotnosti a jak dokazuje minimální průkazná difference 15,176 g, byl rozdíl mezi průměry odrůd statisticky průkazný. (viz obrázek 22).



Obrázek 22: Graf průměrné hmotnosti hlíz dle variant (varianty: 1 s hnojením se závlahou, 2 bez hnojení se závlahou, 3 se závlahou a fertigací, 4 s hnojením bez závlahy, 5 bez hnojení a bez závlahy), průměrná hmotnost hlíz u odrůd.

Z hlediska průměrné hmotnosti hlíz pod trsem reagovaly odrůdy téměř opačně v porovnání s počtem hlíz na rostlinu, což byl v podstatě logický výsledek. Jednoduše je možné říci, že odrůda Fiorella vytvořila více středně velkých hlíz, naproti tomu odrůda Graciella nasadila pod trsy méně hlíz, které dorostly vyšší hmotnosti. Největší hlíza z celé sklizně byla právě z varianty 3 odrůdy Graciella a vážila 1,48 kg.

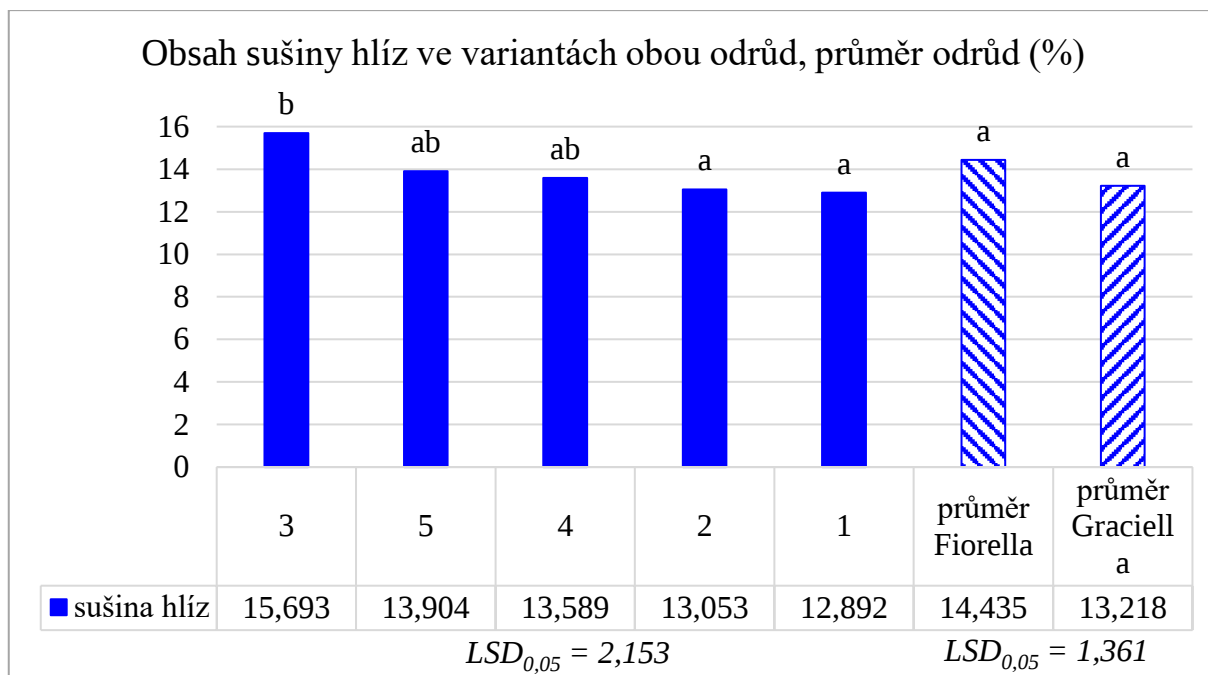
Statisticky průkazný rozdíl v průměrné hmotnosti hlíz byl u odrůdy Fiorella zjištěn pouze mezi 1. a 4. variantou, zatímco u zbývajících variant významné difference chyběly. Minimální průkazná difference mezi průměry variant byla 22,431 g. U průměrů variant odrůdy Graciella byla minimální průkazná difference 45,784 g. Varianta 3 s nejvyšší průměrnou hmotností se statisticky prokazatelně lišila od varianty 5. U ostatních variant došlo k překrytí intervalů (1, 2, 4). Tyto údaje uvádí graf na obrázku 23.



Obrázek 23: Graf průměrné hmotnosti hlíz podle varianty a odrůdy.

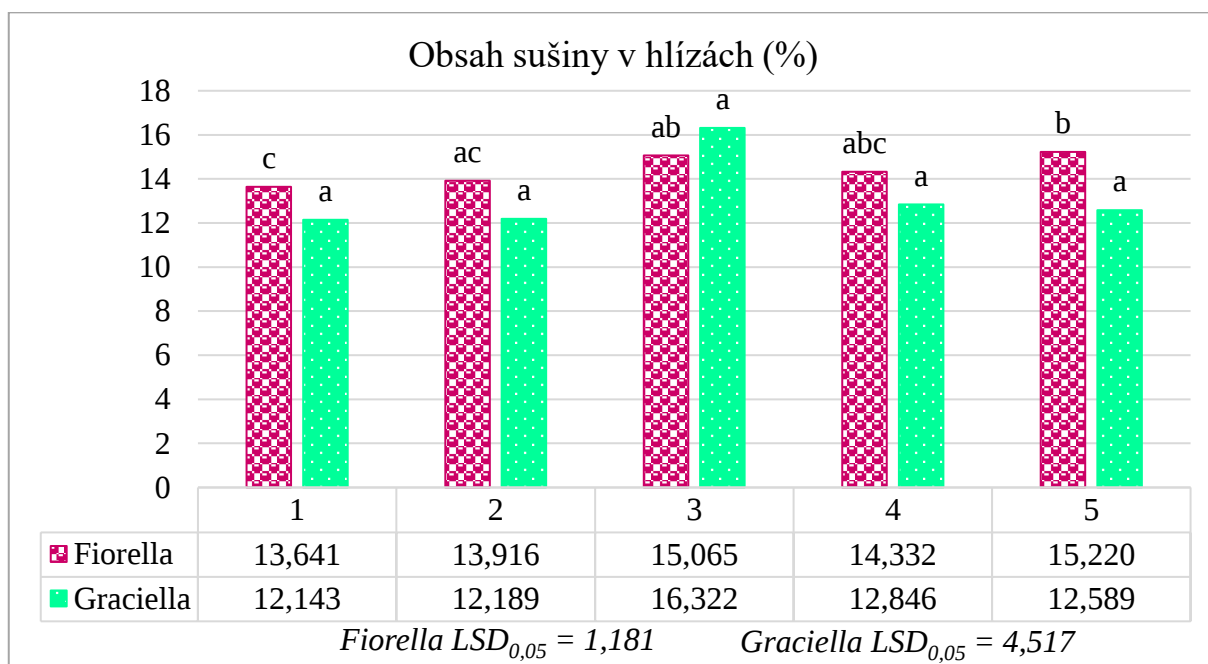
5.2.3 Vnitřní kvalita hlíz

Z výsledků hodnocení průměrného množství sušiny v kořenových hlízách jakonu bylo možné vyčíst, že ani varianta, ani odrůda nemají statisticky dostatečně silný vliv. Statisticky průkazný rozdíl, větší než hodnota minimální průkazné difference (2,153 %), byl shledán pouze mezi 3 variantou s 1 a 2 variantou. U varianty 4 a 5 významné difference vytvořeny nebyly. Odrůda Fiorella dospěla k vyššímu průměrnému obsahu sušiny v porovnání s průměrem odrůdy Graciella, tento rozdíl ale nebyl statisticky průkazný. Hodnota minimální průkazné difference dosáhla pouze 1,361 % (viz obrázek 24). Tyto výsledky lze chápat tak, že na množství sušiny v hlízách pozitivně působí minerální hnojení dusíkem, dávkované prostřednictvím zavlažovacího systému (fertigace).



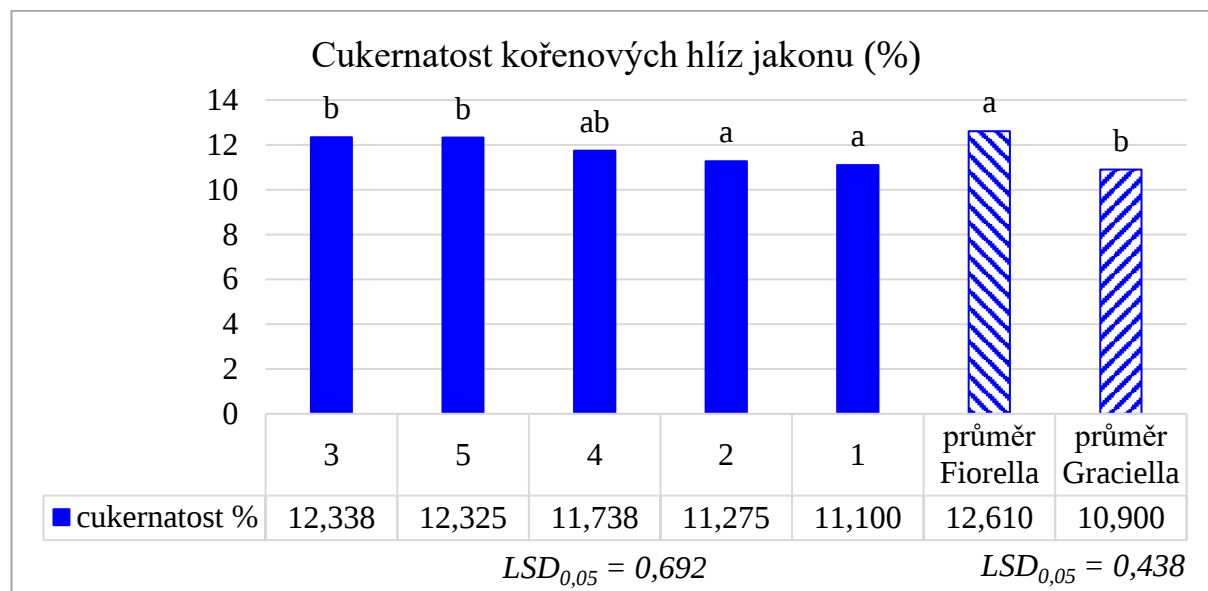
Obrázek 24: Graf obsahu sušiny v závislosti na variantách (varianty: 1 s hnojením se závlahou, 2 bez hnojení se závlahou, 3 se závlahou a fertigací, 4 s hnojením bez závlahy, 5 bez hnojení a bez závlahy) a průměru odrůd v %.

Samostatné hodnocení variant odrůdy Fiorella doložilo jediný statisticky průkazný rozdíl mezi 1. a 5. variantou, jak je čitelné z minimální průkazné difference mezi variantami (1,181 %) a grafu na obrázku 25. Na obsah sušiny v hlízách odrůdy Graciella neměla podstatný vliv žádná z variant pokusu a statistický rozdíl mezi nimi tak nebyl průkazný. Minimální průkazná difference představovala 4,571 %.



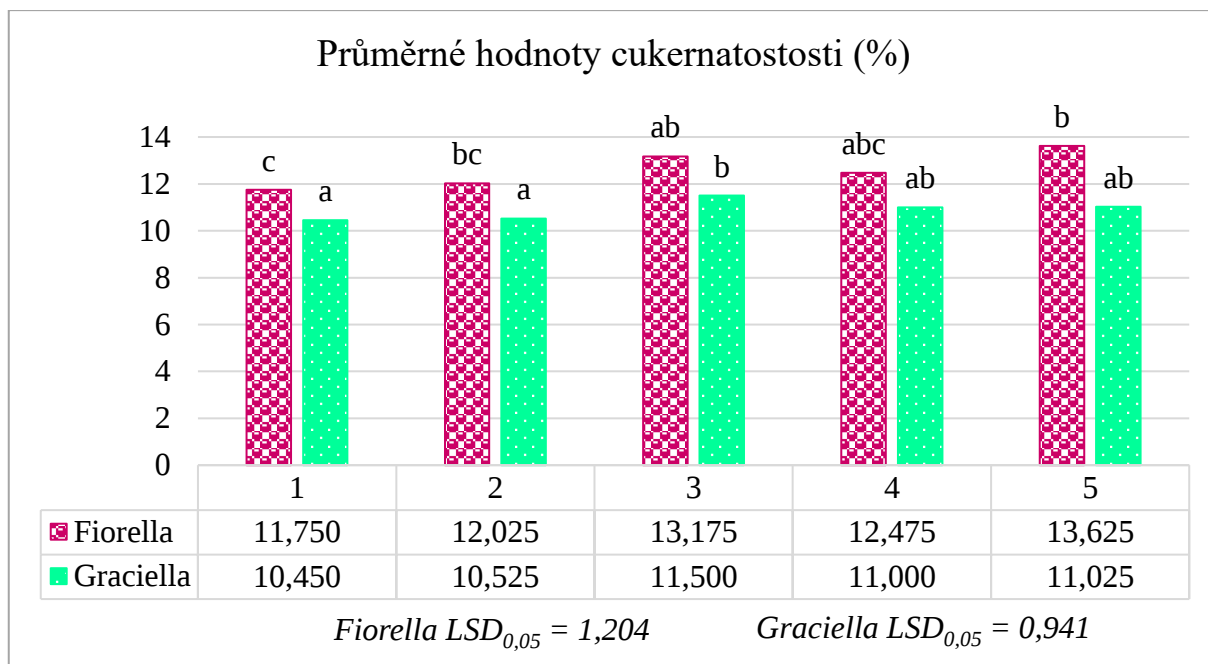
Obrázek 25: Graf obsahu sušiny v hlízách podle variant a odrůd v %.

Zpracování průměrných hodnot cukernatosti dokládá, že byl statisticky průkazný rozdíl mezi 3. a 5. variantou v porovnání s 1. a 2. variantou a minimální průkaznou diferencí 0,692 % mezi variantami. Rozdíl mezi průměry odrůd je rovněž statisticky průkazný s minimální průkaznou diferencí 0,438 % (viz obrázek 26).



Obrázek 26: Graf průměrné cukernatosti hlíz podle variant (varianty: 1 s hnojením se závlahou, 2 bez hnojení se závlahou, 3 se závlahou a fertigací, 4 s hnojením bez závlahy, 5 bez hnojení a bez závlahy) a průměru odrůd v %.

V naměřených hodnotách cukernatosti kořenových hlíz jakonu byla nízká variabilita, což prokázalo i statistické zpracování dat. U obou odrůd došlo k částečnému překrytí intervalů. U odrůdy Fiorella byl shledán statisticky průkazný rozdíl pouze mezi variantou 1 a 5, přičemž minimální průkazná difference mezi variantami představovala 1,204 %. V případě odrůdy Graciella byl v průměrech variant nalezen statisticky průkazný rozdíl u 1, 2 a 3 s minimální průkaznou diferencí 0,941 %. Dalo by se říci, že došlo k „naředění“ buněčných šťáv a tím k poklesu cukernatosti u zavlažovaných variant, ale tomu neodpovídaly vysoké průměry u varianty 3, která byla po dobu vegetace zavlažovaná stejnými dávkami jako varianty 1 a 2. Graf se statisticky zpracovanými výsledky průměrné cukernatosti je znázorněn na obrázku 27.



Obrázek 27: Grafu cukernatosti u odrůdy Fiorella a Graciella.

5.3 Uskladnění kořenových hlíz

Z výsledků skladování hlíz jakonu je očividné, že u obou odrůd došlo k markantnímu úbytku hmotnosti při skladování volně ložených hlíz (viz tabulka 9). Tyto ztráty činily u odrůdy Fiorella v průměru 80 %. Současně s tím dosáhly hodnoty cukernatosti měřitelného maxima 40 % (pro jakonovou šťávu). U cukernatosti hlíz skladovaných v písku nebyl tak výrazný nárůst hodnot, ani úbytek hmotnosti (v průměru 41 %). Rovněž při smyslovém hodnocení působily lépe. Na dotek byly pevnější a povrch byl hladší. U hlíz volně ložených oproti tomu došlo k silnému zvrásnění až zkrabacení a ztvrdnutí povrchu.

Tabulka 9: Změny hmotnosti a cukernatosti sledované u kořenových hlíz odrůdy Fiorella (vytvořeno autorem).

Fiorella v písku					Fiorella volně ložené				
var.	hmotnost	cukernatost %		úbytek	var.	hmotnost	cukernatost %		úbytek
	kg	5. 12.	10. 3.			kg	5. 12.	10. 3.	
1	2,005	11,750	13,500	43,274	1	2,010	11,750	40,000	78,779
2	2,005	12,025	19,100	40,718	2	2,005	12,025	39,500	80,668
3	2,005	13,175	13,600	35,900	3	2,005	13,175	38,800	80,489
4	2,000	12,475	20,600	42,080	4	2,000	12,475	40,000	79,376
5	2,015	13,625	16,000	41,726	5	2,005	13,625	40,000	81,762

Odrůda Graciella ztratila při skladování v písku průměrně 29 % ze své původní hmotnosti, oproti tomu u volně ložených hlíz činila ztráta 70 % z původní hmotnosti. Hodnoty cukernatosti byly také vyšší u volně skladovaných hlíz, ovšem měření vykazovalo značnou variabilitu, jak je vidět v tabulce 10.

Tabulka 10: Změny hmotnosti a cukernatosti sledované u kořenových hlíz odrůdy Graciella (vytvořeno autorem).

Graciella v písku					Graciella volně ložené				
var.	hmotnost kg	cukernatost %		úbytek %	var.	hmotnost kg	cukernatost %		úbytek %
		5. 12.	10. 3.				5. 12.	10. 3.	
1	2,010	10,450	12,600	31,633	1	2,005	10,450	17,500	62,096
2	2,010	10,525	12,300	24,918	2	2,000	10,525	25,000	67,449
3	2,005	11,500	12,000	29,506	3	2,000	11,500	17,600	65,111
4	2,005	11,000	12,500	28,075	4	2,010	11,000	31,200	79,757
5	2,005	11,025	11,700	28,859	5	2,010	11,025	19,700	76,235

Nižší ztráty hmotnosti měly vliv i na vizuální stav hlíz. Vzorčky skladované v písku vypadaly téměř jako čerstvé. Druhá část vzorků hlíz odrůdy Graciella byla zvadlá, na dotek změkklá s lehce zvrásnělou slupkou.

6 Diskuze

V provedeném pokusu byl zjišťován vliv podmínek stanoviště, výživy dusíkem a zavlažování porostu jakonu. Zároveň byly sledovány rozdíly v působení podnětů na odrůdy Fiorella a Graciella.

6.1 Hodnocení průběhu vegetace

Z intenzifikačních faktorů, to byl především vliv závlahy, jež stál za rozdílným vzrůstem variant, vliv hnojení se v tomto případě neprojevil. Nadzemní části rostlin obou odrůd dosáhly shodně v nezavlažované části pokusu výšky 0,9 až 0,95 m, zavlažované varianty dorostly do 1,5 m. Frček et al. (1995) rovněž sledoval výšku stonků rostlin jakonu, ale uvádí hodnotu až 2 m. Jelikož se jednalo o stejné odrůdy, stojí za rozdílným vzrůstem pravděpodobně působení ročníku a výživy. Průměrné údaje o výšce rostlin jakonu pěstovaných v ČR, které uvedli Illés et al. (2019) se pohybují v rozmezí 1 až 1,5 m, což souhlasí s hodnotami získanými z pozorování, ačkoliv se jednalo o jiné odrůdy.

V průběhu vegetace byl sledován obsah chlorofylu v listech pomocí přístroje N-tester, který generuje data v bezrozměrných číslech, jež slouží k porovnání v rámci porostu nebo variant. Ačkoliv Pedrosa et al. (2020) prováděli pozorování na rostlinách jakonu podobnou metodou, nelze přesně porovnat získaná data, jelikož použili přístroj, který pracuje v jednotkách FCI (Falknerův index chlorofylu). V experimentu hodnotili obsah chlorofylu v závislosti na hnojení dusíkem a nejvyšších hodnot dosáhly nejintenzivněji hnojené varianty. V našem pokusu byl tento trend ovlivněn působením závlahy. Jak bylo možné předpokládat, listy jakonu u zavlažovaných variant v sobě zadržovaly vodu a došlo ke zředění chlorofylu. Nejvyšších hodnot tak dosáhla varianta hnojená nezavlažovaná (4) následovaná kontrolou (5).

6.2 Sklizeň pokusu

6.2.1 Výnos kořenových hlíz

Výnos kořenových hlíz byl nejdůležitějším sledovaným parametrem a byl podle zpracovaných výsledků výrazně ovlivněn odrůdou a variantou pěstování. Svobodová (2021) uváděla, že průměrný výnos odrůd Fiorella a Graciella se pohybuje od 45 do 51 t/ha což se shoduje s průměrnými výnosy odrůd, 52 t/ha u odrůdy Fiorella a 48 t/ha u odrůdy Graciella. Zvýšení výnosu mezi variantami bez hnojení dusíkem a při hnojení v dávce 100 kg N na hektar činilo 53 % rovněž za použití kapkové závlahy. To je více než bylo zjištěno v této práci, protože zde byl nárůst výnosu v průměru obou odrůd 44 %. Jelikož experimenty měly velmi podobné podmínky a byly provedeny na stejných odrůdách, drobné odlišnosti vznikly nejspíše vlivem ročníku.

Fernández et al. (2006) uvádí výnosy nižší, dosahující 35 t/ha. Jelikož jejich experiment byl proveden bez použití zavlažovacího systému a bez minerálního hnojení dusíkem, mohl být porovnán s průměrem varianty 5, jež činil 38 t/ha. Porovnatelný je i výnos jež uvedli Kamp et al. (2019), kdy průměrný výnos variant bez minerálního hnojení byl 37 t/ha. Výnosy, kterých bylo dosaženo na jiných kontinentech a jsou uvedeny v dalších literárních pramenech, by byly

obtížně srovnatelné s hodnotami získanými v podmínkách specifických pro bramborářskou výrobní oblast České republiky.

6.2.2 Počet a hmotnost hlíz

Poměr počtu a hmotnosti hlíz je důležitým hlediskem pro zpeněžování sklizně, kdy je žádoucí dosáhnout co největšího množství hlíz střední (konzumní) velikosti. Přerostlé hlízy bývají při sklizni častěji poškozeny, menší hlízy zase rychleji ztrácí vodu při skladování.

Illés et al. (2019) uvedly, že běžný počet kořenových hlíz pod trsem je 13, což by bylo možné porovnat s výsledkem odrůdy Graciella (13), ovšem Fiorella nasazovala průměrně 21 hlíz pod trsem. Výrazně vyšší počet hlíz byl u Fiorelly potvrzen statistickou analýzou jako odrůdový znak. Svobodová (2021) uvedla ve své práci pouze počty konzumních hlíz o váze v rozmezí u Fiorelly 350-400 g a Gracielly 500-600 g. Průměrný počet 10 hlíz u odrůdy Fiorella a 4 hlízy u Gracielly jsou podstatně nižší než námi získané průměrné počty. Zároveň tak byly vysvětleny i rozdílné průměrné hmotnosti hlíz. V provedeném pokusu byly získány průměrné hodnoty 92 g pro Fiorellu a 125 g pro Graciellu.

6.2.3 Obsah sušiny a cukernatost hlíz

Jak uvedly ve své práci Kamp et al. (2019), obsah sušiny stanovený v kořenových hlízách pěstovaných bez minerální výživy dusíkem se výrazně neliší od výsledků hnojených variant. Jimi zjištěné průměrné hodnoty byly 14,0 % sušiny pro variantu hnojenou 80 kg dusíku na hektar, v našem pokusu byl průměr pro variantu s hnojením a se závlahou 12,9 %. Ve variantě bez minerálního hnojení získali hodnotu 13,6 %, zatímco v našem pokusu byla průměrná hodnota kontrolní varianty 13,9 %. Ačkoliv se naměřené hodnoty od sebe příliš neliší, rozpor byl očividný v opačné tendenci nárůstu sušiny. Protichůdný trend by bylo možné vysvětlit tím, že varianta 1 byla zároveň hnojená i zavlažovaná. Obecně lze konstatovat, že právě závlaha snižuje obsah sušiny v hlízách jakonu.

V našem pokusu byla cukernatost měřena pomocí digitálního refraktometru, oproti tomu se v ostatních studiích množství cukrů v hlízách stanovuje použitím laboratorních metod. Naměřené hodnoty nevykazovaly přílišnou variabilitu, ale i tak bylo možné stanovit statisticky průkazné rozdíly. Odrůda Fiorella měla v průměru vyšší cukernatost než Graciella, a to o 1,7 %. Varianty se od sebe lišily v řádech desetin %. Průměrná cukernatost zjištěná v našem pokusu byla 11,8 %. V porovnání s hodnotou 13,8 %, jež uvádí Lachman et al. (2003) i Fernández et al. (2010) je nižší. Domníváme se, že menší hodnota cukernatosti může korespondovat s vyšším obsahem vody v hlízách zavlažovaných variant.

6.3 Skladování

Pro skladování byl zvolen způsob uložení do boxu s kontrolovanou teplotou i vlhkostí vzduchu. Pro pokus byla nastavena teplota 8 °C a relativní vzdušná vlhkost se pohybovala v rozmezí 70 až 80 %. V literatuře se doporučené teploty i vlhkost vzduchu pohybují ve velkém rozpětí. Obecně však lze konstatovat, že rozmezí, jež uvádí pro skladování Grau & Rea (1997) a Seminario et al. (2001) nebo Illés et al. (2019) koresponduje s přirozenými klimatickými

podmínkami, ve kterých byl materiál pro uskladnění pěstován. Tyto hodnoty jsou upravovány, především pokud se jedná o dlouhodobé skladování. V takovém případě je teplota snižována, zatímco vlhkost se mírně zvedá. V tom vidíme možnou souvislost se střídáním ročních období. Úbytek průměrné hmotnosti hlíz byl v našem pokusu zásadně ovlivněn způsobem uložení a rovněž odrůdou, jak dokládá rozdíl mezi průměrnou hmotností vzorků na konci skladování. Odrůda Fiorella ztratila při skladování hlíz volně ložených v bedýnce v průměru 80,2 % ze své hmotnosti, při překrytí pískem pouze 40,7 %. U odrůdy Graciella byly průměrné ztráty hmotnosti kořenových hlíz nižší, a to 70,1 % u vzorků volně ložených a 28,6 % u hlíz skladovaných v písku. Lachman et al. (2004) doporučují skladování v papírových pytlích. Jejich experiment byl však zaměřen na složení sacharidů v hlízách a jejich změny v průběhu skladování bez zaznamenání redukce hmotnosti vzorků.

7 Závěr

Tato práce měla za cíl shrnout dosavadní poznatky o pěstování jakonu v různých podmínkách a v přesném polním pokusu ověřit vhodnost použité technologie.

- Výsledky dosažené v polním pokusu potvrdily první hypotézu. Kapková závlaha má prokazatelný vliv na výši výnosu hlíz jakonu.
- V polním pokusu byla rovněž prokázána druhá hypotéza. Různé dusíkaté hnojení ovlivnilo průkazně výnos hlíz jakonu.
- I třetí hypotéza byla potvrzena, jelikož odrůda Fiorella nejlépe reagovala na variantu 1, což bylo minerální hnojení 100 kg dusíku na hektar před sazením a kapková závlaha. Oproti tomu odrůda Graciella měla nejvyšší výnos na variantě 3, tedy 100 kg minerálního dusíku dodaného ve 4 dávkách v roztoku aplikovaném prostřednictvím zavlažovacího systému (fertilizací).

V rámci aplikace získaných poznatků je možné vybrat odrůdu a technologii pěstování pro konkrétní zaměření produkce. Z pokusu vyplynulo, že u odrůdy Fiorella, se jako nejvhodnější způsob pěstování pro vysoký výnos kvalitních hlíz jeví aplikace minerálního hnojení dusíkem do půdy před výsadbou sazenic v kombinaci s kapkovou závlahou. Tyto hlízy však nemají velký potenciál pro dlouhodobější skladování. V tomto směru vykazovala lepší výsledky odrůda Graciella, jejíž hlízy nenesly ani po třech měsících skladování v písku žádné zásadní ztráty hmotnosti a kvality.

Komerční pěstování jakonu v České republice v současné době téměř neexistuje. Brání tomu potřeba vysokého podílu ruční práce při přípravě rozmnožovacího materiálu, výsadbě, sklizni i posklizňovém zpracování hlíz. Dalším podstatným faktorem může být, že konzumenti v Evropě a v ČR obzvlášť, mají, až na výjimky, konzervativní přístup a k novým plodinám se staví skepticky. Velký potenciál má však rozšíření popularity jakonu jako perspektivní plodiny v komunitě zahrádkářů a ekologicky hospodařících zemědělců, zvláště zelinářů. Tyto možnosti podporuje především nenáročnost rostlin jakonu na hnojení, jelikož v této práci bylo ověřeno, že i bez minerálního hnojení a závlahy lze dosáhnout výnosů na úrovni 40 t/ha, což je téměř dvojnásobek průměrného výnosu brambor pěstovaných v systému ekologického zemědělství. Další důležitou vlastností jakonu je jeho přirozená, biologicky podmíněná odolnost proti chorobám a škůdcům, což znamená, že nevyžaduje žádné ošetření přípravky na ochranu rostlin. Toto je podstatné rovněž pro využití biomasy rostlin jakonu, ať už pro zkrmování nati bohaté na dusíkaté látky hospodářskými zvířaty, nebo sběr a sušení listů na čaj.

8 Literatura

- Araújo CFL, Amaya RJE. 2003. Efecto de dosis crecientes de nitrógeno y potasio en la calidad y productividad de yacón (*Polymnia sonchifolia* Poeppig & Endlicher). UNEP, Bonucatu.
- Aybar MJ, Riera ANS, Grau A, Sánchez SS. 2001. Hypoglycemic effect of the water extract of *Smallanthus sonchifolius* (yacon) leaves in normal and diabetic rats. *Journal of ethnopharmacology* **74**(2):125-132.
- Biggs M. 2019. Netradiční zelenina a ovoce. Euromedia Group, a. s., Praha.
- Bredemann G. 1943. Über *Polymnia Sonchifolia* Poepp. & Endl. (*Polymnia Edulis* Wedd.), Die Yacon – Erdbirne. In *Botanica Oeconomica*, Hamburg **1**(2):65-85.
- Cabral MO, Oliveira FL, Dalvi LP, Teixeira AG, Rocha LJFN, Pedrosa JLF. 2020. Influence of weeds on yacon initial growth and development. *Planta daninha* **38**.
- Caetano BF, de Moura NA, Almeida AP, Dias MC, Sivieri K, Barbisan LF. 2016. Yacon (*Smallanthus sonchifolius*) as a food supplement: Health-promoting benefits of fructooligosaccharides. *Nutrients* **8**(7):436.
- Calvino M. 1940. Una nuova pianta da foraggio e da alcole: La *Polymnia edulis*. *Industria Saccarifera Italiana* **33**:95-98.
- Campos D, Chirinos R, Ranilla LG, Pedreschi R. 2018. Bioactive potential of Andean fruits, seeds, and tubers. Pages 287-343 in *Advances in food and nutrition research*. Academic Press.
- Carvalho AHDO, Pedrosa JL, Oliveira FLD, Parajara MDC, da Rocha LJ, Lima WLD, Teixeira ADG. 2021. Developing row spacing and planting density recommendations for yacon (*Smallanthus sonchifolius*) in tropical highland conditions. *Chilean journal of agricultural research* **81**(2):237-245.
- Cronquist A. 1955. Phylogeny and taxonomy of the Compositae, *American midland Naturalist* **53**:478-511.
- da Silva DMN, Venturim CHP, Capucho MEOV, de Oliveira FL, de Sá Mendonça E. 2018. Impact of soil cover systems on soil quality and organic production of yacon. *Scientia Horticulturae* **235**:407-412.
- de Andrade EF, de Souza Leone R, Ellendersen LN, Masson, ML. 2014. Phenolic profile and antioxidant activity of extracts of leaves and flowers of yacon (*Smallanthus sonchifolius*). *Industrial Crops and Products* **62**:499-506.

- de la Rosa O, Flores-Gallegos AC, Ascacio-Valdés JA, Sepúlveda L, Montáñez JC, Aguilar CN. 2022. Fructooligosaccharides as prebiotics, their metabolism, and health benefits. Probiotics, Prebiotics and Synbiotics: Technological Advancements Towards Safety and Industrial Applications 307-337.
- Delgado GTC, Tamashiro WM da SC, Maróstica MR, Pastore GM. 2013. Yacon (*Smallanthus sonchifolius*): a funcional food. Plant Foods for Human Nutrition **68**:222-228.
- de Oliveira FL, Dalvi LP, Pratisoli D, Andrade GS, Ataíde JO. 2020. Potentials insect pests of yacon [*Smallanthus sonchifolius* (Poeppig & Endlicher) H. Robinson] in brazil. International Journal of Advanced Engineering Research and Science **7**(4):119-121.
- de Vargas AD, de Oliveira FL, Teixeira LJQ, Cabral MO, Oliveira LDSG, Pedrosa JLF. 2022. Physical and chemical characterization of yacon (*Smallanthus sonchifolius*) roots cultivated with different doses of potassium fertilization. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias **54**(2):22–31.
- Doo HS, Ryu JH, Lee KS, Choi SY. 2001. Effect of plant density on growth responses and yield in yacon. Korean Journal of Crop Science **46**(5):407-410.
- Douglas JA, Follett JM, Douglas MH, Deo B, Scheffer JJC, Littler RA, Manley-Harris M. 2007. Effect of environment and time of planting on the production and quality of yacon (*Smallanthus sonchifolius*) storage roots. New Zealand journal of crop and horticultural science **35**(1):107-116.
- Douglas JA, Douglas MH, Deo B, Follett JM, Scheffer JJC, Sims IM, Welch RAS. 2005. Research and development of yacon (*Smallanthus sonchifolius*) production in New Zealand.
- Dostert N, Roque J, Cano A, La Tore MI, Wiegend M, Luebert F. 2009. Factsheet: Datos botánicos de Yacón. *Smallanthus sonchifolius* (Poepp.) H. Rob.
- Fernández CE, Plchová R. 1997. Málo známé plodiny And-*Polymnia sonchifolia* Poeppig a Endlicher. Farmář **3**(12):15.
- Fernández EC, Viehmannová I, Lachman J, Hamouz K, Pulkrábek J, Brunerová L. 2010. Netradiční plodiny pro diabetiky. Grada Publishing a.s., Praha.
- Fernández CE, Viehmannová I, Lachman J, Milella L. 2006. Yacon [*Smallanthus Sonchifolius* (Poepping & Endlicher) H. Robinson]: a new crop in the central europe. Plant Soil and Environment **52**(12):564.

- Fernández CE, Viehmannová I, Lachman J, Zámečníková J. 2007. Organic farming of yacon [*Smallanthus Sonchifolius* (Poepp. & Endl.) H. Robinson]. Pages 157-159 in proceeding of conference Organic farming 2007. Czech University of Life Sciences Prague, Prague.
- Frček J, Loyková V. 1996. Jakon (*Polymnia sonchifolia*) - nová kořenová zelenina v dietě diabetiků. Pages: 51-59 in Michalová A, Marxová M, Pašková J, editors. Alternativní a maloobjemové plodiny pro zdravou lidskou výživu. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha.
- Frček J, Michl J, Pavlas J, Šupichová J. 1995. Yacon (*Polymnia sonchifolia* Poepp. & Endl.) – a new perspective tuber and forage crop. Genet. zdroje rastlín. VŠP, Nitra. 73-77.
- Frček J, Psotová J, Šimánek V. 1999. Jakon (*Smallanthus sonchifolius*) – a new root vegetable in the diet. Pages 300-302 in Plant Nutrition, Quality of Production and Processing. MZLU, Brno.
- Grau A, Rea J. 1997. Yacon. *Smallanthus sonchifolius* (Poepp. & Endl.) H. Robinson. Pages 202-239 in Hermann M, Heller J. editors. Andean roots and tubers: Ahipa, arracacha, maca and yacon. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 21. Inst. Plant Gen. Crop Plant Res. Gatersleben/IPGRI, Rome.
- Illéš L, Novák J, Cusimamani, EF. 2019. Jakon – Plodina z říše Inkov. Garmond Nitra. Nitra.
- Kamp L, Hartung J, Mast B, Graeff-Hönniger S. 2019. Impact of nitrogen fertilization on tuber yield, sugar composition and nitrogen uptake of two yacon (*Smallanthus sonchifolius* Poepp. & Endl.) genotypes. Agronomy **9**(3):151.
- Kamp L. 2020. A cropping system for yacon (*Smallanthus sonchifolius* Poepp. & Endl.): optimizing tuber formation, yield and sugar composition under European conditions.
- Khajehei F, Niakousari M, Seidi Damyeh M, Merkt N, Claupein W, Graeff-Hönniger S. 2017. Impact of ohmic-assisted decoction on bioactive components extracted from yacon [*Smallanthus sonchifolius* (Poepp. & Endl.) H. Robinson] leaves: Comparison with conventional decoction. Molecules **22**(12):2043.
- Lachman J, Havrland B, Fernández EC, Dudjak J. 2004. Saccharides of yacon [*Smallanthus sonchifolius* (Poepp. et Endl.) H. Robinson] tubers and rhizomes and factors affecting their content. Plant Soil and Environment **50**(9):383-390.
- Lachman J, Fernández EC, Orsák M. 2003. Yacon [*Smallanthus sonchifolius* (Poepp. & Endl.) H. Robinson] chemical composition and use-a review. Plant Soil and Environment **49**(6):283-290.
- Lachman J, Fernández EC, Viehmannová I, Šulc M, Řepková P. 2007. Total phenolic content of yacon (*Smallanthus sonchifolius*) rhizomes, leaves, and roots affected by genotype. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science **35**(1):117–123.

- Lizárraga L, Ortega R, Vargas W, Vidal A. 1997. Cultivo del yacón (*Polymnia sonchifolia*). In 65-67 proceedings of the Curso Pre Congreso–9th Congreso Internacional de Cultivos Andinos 1997. Cusco.
- Medina E, Cely-Reyes GE, Serrano-Cely PA. 2024. Physiological performance of potatoes (*Solanum tuberosum* L.) under two irrigation systems and tillage in a high Andean zone of Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas* **18**(1).
- Meza ZG. (2001). Cultivo del Ilacon (*Smallanthus sonchifolius* H. Robinson) en Cusco. In Folleto presentado al workshop sobre Agricultura sostenible. Praga.
- Moreira Szokalo RA, Ulloa J, Tulino MS, Redko F, Flor S, Muschietti L, Carballo MA. 2023. Chemical profile and toxicogenetic safety assessment of *Smallanthus sonchifolius* (yacon) organic extracts. *Natural Product Research* **37**(22):3868-3872.
- Ojansivu I, Ferreira CL, Salminen S. 2011. Yacon, a new source of prebiotic oligosaccharides with a history of safe use. *Trends in Food Science & Technology* **22**(1):40-46.
- Pedrosa JLF, de Oliveira FL, Zucoloto M, Cabral MO, de Sales RA, de Oliveira Carvalho AH. 2020. Yacon potato propagation from herbaceous cuttings with different numbers of buds. *Ciencia e investigación agraria: revista latinoamericana de ciencias de la agricultura* **47**(1):46-57.
- Polreich S. 2003. Establishment of a classification scheme to structure the post-harvest diversity of yacon storage roots (*Smallanthus sonchifolius* (Poepp. & Endl.) H. Robinson). Doctoral dissertation, University of Kassel.
- Robinson H. 1978. Studies in the *Heliantheae* (Asteraceae). XII. Re-establishment of the genus *Smallanthus*. *Phytologia* **39**.
- Quaresma MAL, de Oliveira FL, Rocha LF, Teixeira ADG, da Silva DMN, Dalvi LP, Tomaz MA. 2021. Planting recommendations for yacon (*Smallanthus sonchifolius*) in lowland conditions 564-569.
- Santana I, Cardoso MH. 2008. Yacon tuberous root (*Smallanthus sonchifolius*): Cultivation potentialities, technological and nutritional aspects. *Ciência Rural* **38**:898-905.
- Seminario J, Valderrama M, Honorio H. 2001. Propagación por esquejes de tres morfotipos de yacón [*Smallanthus sonchifolius* (Poepp. & Endl.) H. Robinson]. *Agronomía* **47**:12-20.
- Seminario J, Valderrama M, Manrique I. 2003. El yacón: fundamentos para el aprovechamiento de un recurso promisorio. International Potato Center.

- Sharma D, Thakur A, Sharma R, Thakur M, Thakur A, Kaushal K, Soni P. 2024. A review on physicochemical characteristics, phytochemical and therapeutic potential of Yacon [*Smallanthus sonchifolius* (Poepp. & Endl.) H. Robinson] flour. *Annals of Phytomedicine* **13**(1):268-274.
- Scheffer JJC, Douglas JA, Triggs CM. 2002. Evaluation of some pre and postemergence herbicides for weed control in yacon. *New Zealand Plant Protection* **55**:228-234.
- Simanca-Sotelo M, De Paula C, Domínguez-Anaya Y, Pastrana-Puche Y, Álvarez-Badel B. 2021. Physico-chemical and sensory characterization of sweet biscuits made with Yacon flour (*Smallanthus sonchifolius*). *NFS Journal* **22**:14-19.
- Simonovska B, Vovk I, Andrenšek S, Valentová K, Ulrichová J. 2003. Investigation of phenolic acids in yacon (*Smallanthus sonchifolius*) leaves and tubers. *Journal of chromatography A* **1016**(1):89-98.
- Sousa S, Pinto J, Rodrigues C, Gião M, Pereira C, Tavaría F, Malcata X, Gomes A, Pacheco B, Pintado, M. 2015. Antioxidant properties of sterilized yacon (*Smallanthus sonchifolius*) tuber flour. *Food chemistry* **188**:504-509.
- Svobodová A. 2019. Jakon a jeho pěstování v ČR. *Úroda* **67**(10):62.
- Svobodová A. 2021. Pages 17-24. Influence of jakon genotype and nitrogenous fertilizer dosage on tuber yield. *Vědecké práce. Výzkumný ústav bramborářský, Havlíčkův Brod.*
- Svobodová A, Fernández EC, Čížek M. 2022. Jakon (*Smallanthus sonchifolius*) - Nová kořenová zelenina a léčivá rostlina. *Výzkumný ústav bramborářský, Havlíčkův Brod.*
- Tsukihashi T, Miyamoto M, Suzuki N, Utsugi Y, Asami T. 1991. Studies on the Cultivation of Yacon III. Effect of the planting methods on the growth and yield of yacon. *Japanese Journal of Farm Work Research*. **26**(3):185-189.
- Tudu B, Barma P, Patra B, Baskey S, Gurung S. 2017. Pests Spectrum of Yacon (*Smallanthus* spp: *Asteraceae*)-A Review. *Journal of Agroecology and Natural Resource Management* **4**:224-226.
- Valentová K, Frček J, Ulrichová J. 2001. Jakon (*Smallanthus sonchifolius*) a maka (*Lepidium meyenii*), tradiční andské plodiny jako nové funkční potraviny na evropském trhu. *Chemické listy* **95**:594-601.
- Valentová K, Ulrichová J. 2003. *Smallanthus sonchifolius* and *Lepidium meyenii*-prospective Andean crops for the prevention of chronic diseases. *Biomedical Papers* **147**(2):119-130.
- Vaněk V, Balík J, Pavlík M, Pavlíková D, Tlustoš P. 2016. *Výživa a hnojení polních plodin.* Profi Press sro, Praha.

- Verediano TA, Viana ML, das GV Tostes M, Costa NM. 2021. The potential prebiotic effects of yacon (*Smallanthus sonchifolius*) in colorectal cancer. *Current Nutrition & Food Science* **17**(2):167-175.
- Veřejný registr půdy – LPIS. 2025. Available from <https://mze.gov.cz/> (accessed April 2025).
- Vilhena SMC, Camara FLA, Kakihara ST. 2000. Yacon cultivation in Brasil. *Horticultura Brasileira* **18**(1):5-8.
- Wagner M, Kamp L, Graeff-Hönninger S, Lewandowski I. 2019. Environmental and economic performance of yacon (*Smallanthus sonchifolius*) cultivated for fructooligosaccharide production. *Sustainability* **11**(17):4581.
- Yan MR, Welch R, Rush EC, Xiang X, Wang X. 2019. A sustainable wholesome foodstuff; health effects and potential dietotherapy applications of yacon. *Nutrients* **11**(11):2632.
- Zadák Z, Hromádka R, Hronek M, Tichá A, Hyšpler R. 2009. Funkční potraviny a diabetes – důkazy a mýty. *Vnitř. Lék* **55**(4):412-415.
- Zardini E. 1991. Ethnobotanical notes on yacon (*Polymnia sonchifolia*) *Asteraceae*. *Economic Botany* **45**(1):72-85.

