



Fakulta zemědělská
a technologická
Faculty of Agriculture
and Technology

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH FAKULTA ZEMĚDĚLSKÁ A TECHNOLOGICKÁ

Katedra rostlinné výroby

Diplomová práce

Hodnocení vybraných biologických, produkčních a zpracova-
telských vlastností topinamburu

Autor práce: Bc. Jan Zikmunda

Vedoucí práce: doc. Ing. Jan Bárta, Ph.D.

Konzultant práce: Ing. Markéta Jarošová

České Budějovice
2022

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem autorem této kvalifikační práce a že jsem ji vypracoval pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu použitých zdrojů.

V Českých Budějovicích dne

.....
Podpis

Abstrakt

Tato práce se zabývá hodnocením vybraných biologických, produkčních a zpracovatelských vlastností hlíz topinamburu hlíznatého. Za tímto účelem byl na jaře v roce 2021 založen pokus na Havlíčkobrodsku v lokalitě Valečov. Pro tento pokus byly vybrány čtyři odrůdy topinamburu Karin, Rút, Skarlet a Zlata. Tyto odrůdy byly pěstovány ve třech variantách. Byly zaznamenány jednotlivé pěstitelské operace, postupný růst plodin a sklizeň hlíz. U všech odrůd byly hodnoceny tyto parametry: výnos hlíz, průměrný počet hlíz na jednu rostlinu, průměrná hmotnost jedné hlízy, obsah sušiny v hlízách, obsah inulinu v čerstvé hmotě, obsah inulinu v sušině. Odrůda Rút dosáhla pět nejlepších výsledků u sledovaných šesti parametrů: výnos 42,6 t/ha, hmotnost hlízy 45,30 g, obsah sušiny v hlízách 32,71 %, obsah inulinu v čerstvé hmotě 16,02 %, obsah inulinu v sušině 49,06 %.

Z části sklizených hlíz byla vytvořena sušina, která byla rozemleta na topinamburovou mouku a krupici. Topinamburová mouka či krupice nahradily polovinu nebo třetinu běžné mouky v osmi pokusných potravinářských výrobcích, u nichž bylo provedeno senzorické hodnocení.

Klíčová slova: topinambur, výnos, hlíza, inulin, sušina, topinamburová mouka.

Abstract

The diploma thesis is focused on the evaluation of selected biological, production and processing properties of Jerusalem artichoke tubers. For this purpose, a trial was established in the spring of 2021 in the locality Valečov situated in the district Havlíčkův Brod. Four varieties of Jerusalem artichoke were involved into the trial – Karin, Rút, Skarlet and Zlata. The varieties were grown in three variants. Individual cultivation operations, gradual plant growth and tuber harvest were recorded. For all varieties following parameters were evaluated: tuber yield, mean number of tubers per plant, mean tuber weight, tuber dry matter content, inulin content in fresh matter, inulin content in dry matter. The variety Rút achieved five best results in the six studied parameters: yield of 42.6 t/ha, tuber weight of 45.30 g, tuber dry matter content of 32.71 %, inulin content in fresh matter of 16.02 %, inulin content in dry matter of 49.06 %.

Dry matter content of harvested tubers was measured. Jerusalem artichoke flour and semolina were produced from dry matter. Jerusalem artichoke flour or semolina replaced a half of a third of common flour in eight food products that were subjected to sensory evaluation.

Keywords: Jerusalem artichoke, yield, tuber, inulin, dry matter, Jerusalem artichoke flour.

Poděkování

Děkuji panu doc. Ing. Jan Bárta, Ph.D. za odborné vedení diplomové práce, za řadu podnětů a připomínek, které mi poskytl a které pro mne byly přínosem. Dále chci poděkovat celému kolektivu Výzkumného ústavu bramborářského Havlíčkův Brod pracovišti Valečov za možnost realizovat pokus a veškerou odbornou pomoc.

Obsah

Úvod.....	8
1 Literární přehled.....	9
1.1 Původ topinambur	9
1.2 Popis rostliny	9
1.3 Růstový cyklus rostliny	10
1.4 Odrůdy	11
1.5 Hlízy topinamburu.....	13
1.5.1 Nutriční hodnota hlíz.....	13
1.5.2 Skladování hlíz.....	14
1.6 Inulin v topinamburu	15
1.7 Význam topinamburu	17
1.7.1 Topinambur v lidské výživě.....	17
1.7.2 Krmení hospodářských zvířat	19
1.7.3 Energetický zdroj	21
1.8 Nevýhody topinamburu	22
1.9 Životní podmínky pro pěstování topinamburu	22
1.10 Obecné postupy pěstování topinamburu v ČR	23
1.10.1 Víceleté pěstování	24
2 Cíl práce	26
3 Materiál a metody	27
3.1 Charakteristika stanoviště.....	27
3.1.1 Údaje o pozemku.....	27
3.1.2 Průběh počasí během vegetačního období	28
3.2 Popis pokusu.....	29
3.2.1 Sadbový materiál.....	30

3.2.2	Technologický postup	30
3.2.3	Agrotechnické postupy.....	30
3.3	Zpracování dat.....	31
3.4	Analytické metody	31
3.5	Použití statistických metod.....	32
3.6	Senzorické hodnocení vzorků.....	32
4	Výsledky	34
4.1	Sledování růstu porostu	34
4.2	Výnosové výsledky	38
4.3	Vyhodnocení sklizně hlíz	39
4.4	Posklizňové hodnocení hlíz.....	42
4.5	Využití sušiny hlíz na topinamburovou mouku	45
4.5.1	Výroba topinamburové mouka.....	45
4.6	Topinamburové mouka v potravinářských aplikacích	45
5	Diskuse.....	48
	Závěr	50
	Seznam použité literatury.....	52
	Internetové zdroje.....	57
	Seznam obrázků	58
	Seznam tabulek	59
	Seznam grafů.....	60

Úvod

Helianthus tuberosus L. se pěstuje po celém světě. Do Evropy byl dovezen z Ameriky dávno před brambory, které ho vytlačily z povědomí lidstva.

Topinambur hlíznatý je univerzální plodina, která nevyžaduje chemické ošetření. Jeho využití je velmi široké. Rostlina je oblíbená pro krmení zvířete, potravinářství a v současnosti pro energetické účely či zahradnictví.

Možnosti uplatnění topinamburu v krmivářství je široké. Zkrmovat se dá zelená hmota a hlízy čerstvé, sušené i konzervované silážováním.

Pro konzumní účely lze hlízy zpracovávat mnoha různými způsoby, což z něj dělá velmi zajímavou součást lidského jídelníčku. Hlízy lze konzumovat syrové či tepelně upravit, konzumovat jako přílohu, či použít v řadě zajímavých receptů. Je zdrojem prospěšných látek, především inulinu. Inulin napomáhá správnému fungování trávicí soustavy, dodává tělu energii a pomáhá zvyšovat odolnost organismu.

V současnosti se stále více hledají obnovitelné zdroje energie, které uvolňují při spalování do vzduchu méně oxidu uhličitého a jsou dosažitelné a levné. Rostlinnou biomas z topinamburu lze využít k výrobě biopaliva a bioethanolu. Může se dát do kompostu nebo použít jako zelené hnojení.

Topinambur lze zařadit mezi ekologické plodiny, téměř nevyžaduje aplikace přípravků na ochranu rostlin proti škodlivým činitelům. Lze jej pěstovat ve všech půdách. Agrotechnické požadavky na pěstování jsou podobné jako u brambor. Výhodou je i jeho vlastnost vytrvalé plodiny, lze jej pěstovat jednoróčně či více let na jednom místě.

Topinamburu může pomoci řešit výzvy v oblasti zdraví, energie a životního prostředí, kterým společnost čelí. Inulinové přísady v potravinách pomáhají bojovat proti obezitě a diabetu. Bioethanol pomáhá snižovat naši závislost na neobnovitelných ropných zdrojích a zlepšuje kvalitu ovzduší. Pěstování topinamburu rozšiřuje biodiverzitu pěstovaných plodin.

1 Literární přehled

1.1 Původ topinambur

Název topinambur hlíznatý a jeho latinský dvojčlen *Helianthus tuberosus* L. určil Linné v roce 1753. Anglický název je Jerusalem Artichoke, dostal mnoho pojmenování například sluneční kořen, sluneční paprsek, topinambur a topinambou (Stanley et al., 2007). Lidově se mu také říká židovské brambory (Svobodová et al., 2020).

Topinambur pochází z Mexika. Odtud se dostal podél východního pobřeží do Severní Ameriky (Bárta a Diviš, 2008). Topinambur roste v planých podobách v Severní Americe. Postupně se v 17. století plodina dostala do Evropy, nejvíce se pěstuje ve Francii (Šimon et al., 1964; Bárta et al., 2011).

1.2 Popis rostliny

Topinambur patří do čeledi rostlin hvězdnicovitých (*Asteraceae*) (Šimon et al., 1964). Kořeny jsou podzemní částí rostliny, které mají plnit funkce: nasávací, vodivou, mechanickou a zásobní (Kincl, 2003). Topinambur má svazčité kořeny (Kasal et al., 2016).

Stonk zvaný lodyha je částečně rozvětven a bohatě olistěn. Stonky rostliny mohou dorůst do výšky až tří metrů (Šimon et al., 1964). Lodyha může být lysá, ale i drsně chlupatá (Petříková, 2015). Lodyhy o průměru od 1,6 až 2,4 cm jsou zpočátku šťavnaté, postupně dřevnatí. Čím je rostlina vyšší, tím se méně rozvětňuje (Stanley et al., 2008).

Protáhlé listy vejčitého tvaru jsou špičaté se zubovými okraji (Šimon et al., 1964). Čepel se zužuje k řapíku, který má délku 1 až 6 cm. Listy o délce 10-20 cm a šířce 5 až 10 cm vyrůstají na stoncích vstřícně (Paško, 1973).

Květy jsou v malém úboru (Šimon et al., 1964). Úbory vyrůstají jednotlivě na koncích stonku a větvích, jsou přímé a mají v průměru 4-8 cm. V lůžku je 12 až 15 žlutých jazykovitých květů o délce 5 až 6 cm (Petříková, 2015). Květenství se skládá malých květů, které jsou obklopeny 10-20 žlutými okvětními lístky (Stanley et al., 2008).

Stonky a listy mají převážně zelené zbarvení, může být i fialová pigmentace (Stanley et al., 2008).

Plody jsou suché nepukavé nažky dlouhé 5 až 6 mm. Nažky jsou lysé nebo chlupaté s 1 až 4 brvitými štětinkami (Petříková, 2015). Uvnitř nažky je hladké černé, hnědé, nebo šedé semínko zploštělé ve tvaru klínu (Alex a Switzer, 1976).

Oddenky jsou bílé části vyrůstající pod povrchem půdy, kde rostou různými směry. Oddenky se větví a na jejich koncích se tvoří hlízy (Dambroth et al., 1992). Oddenky jsou dlouhé 5 až 40 cm, o průměru 2 až 6 mm (Paš'ko, 1973).

Hlízy mají hmotnost 20 až 140 g a mají nepravidelný povrch se spoustou výběžků. Slabá slupka bez korkové vrstvy může být bílá, žlutá, růžová i červená (Petříková, 2015). Podle nepravidelného tvaru se rozlišují hlízy: kulovité, krátce oválné, oválné, vřetenovité. Podle velikosti se dělí hlízy na velké (více než 50 g), střední (20-50 g), malé (do 20 g). Uvnitř mají barvu bílou, světle hnědou, narůžovělou nebo načervenalou (Paš'ko, 1973).

Rostlina topinamburu má drsný povrch, který je způsoben přítomností různých druhů trichomů vyrůstajících na stoncích. Trichomy mají fungovat jako obranná funkce před zvěří (Stanley et al., 2008). Trichomy jsou jedno či více buněčné chlupy, které mají různý tvar, délku či hustotu (Kincl, 2003).

1.3 Růstový cyklus rostliny

Životní cyklus rostliny lze rozdělit do několika etap: vznik a vývoj vrcholu, tvorba oddenků, kvetení, tuberizace a stárnutí. Na začátku rostlina spotřebuje hodně živin a uhlíku do růstu stonků, větví a listů, později oddenků a hlíz (McLaurin et al., 1999).

Nejdříve raší matečné hlízy, pak z nich začínají vyrůstat kořeny a výhonky. Výhony tvoří stonky, které se dále větví. Počty stonků jsou různé, protože vychází z počtu oček na hlíze. Jejich počet je také ovlivněn velikostí sadbové hlízy. Vertikální vývoj je ukončen tvorbou poupat. Asi 39. den po výsadbě může být rostlina vysoká 50 cm a může mít až 335 listů. První listy bývají větší než listy, které vyrostly později (McLaurin et al., 1999).

Asi po 1,5-8 týdnech od počátku rašení pod povrchem půdy vyrůstají oddenky (Dambroth et al., 1992). Pokud se oddenky dostanou na světlo, rostou vzhůru a stávají se z nich zelené části rostlin (Stanley et al., 2008).

Po předcházející vegetativní fázi nastává reprodukční fáze, kdy se tvoří květy a semena. Načasování reprodukce řídí fotoperioda, která sleduje délku denního světla a tmy (krátký den, dlouhý den, den neutrální). Listy rostliny reagují na délku dne a

ovlivní tvorbu květu na vrcholu stonku (Pašáková, 1973). Topinambur patří do skupiny rostlin krátkého dne (Kasal et al., 2016).

Tuberizace je proces, kdy se na konci oddenku vytvoří hlíza. Má čtyři vývojová stadia:

- iniciace (zahájení vývoje buněk a tkání)
- tvorba hlíz, která se skládá ze zásobních buněk parenchymu
- intenzivní růst hlíz, tvorba sušiny a zásobních látek (bílkovin, inulin obsažený ve vakuolách), v tuto dobu jsou hlízy v dormanci, nemohou vyklíčit ani za příznivých podmínek
- konec intenzivního růstu, před opadem listů začnou být odolné vůči mrazu -5 °C, později se zvýší na -11 °C (Stanley et al., 2008).

Kvetení a dozrávání je ukončení životního cyklu rostliny. Topinambur rozkvétá na podzim. Nažky dozrávají jen v teplých krajinách, v našich podnebních podmínkách se nevytvoří života schopná semena (Šimon et al., 1964; Kasal, 2016).

Po prvních mrazících odumřou všechny buňky v nadzemní a většina i v podzemní části rostliny, výjimkou jsou hlízy a semena. Topinambur je vytrvalá bylina (Stanley et al., 2008).

1.4 Odrůdy

Stanley et al. (2008) ve své knize uvádí 923 kultivarů a klonů topinambur. V minulosti byla v ČR povolena odrůda Běloslupké (Jůzl et al., 2000). Ve Výzkumném ústavu bramborářském je udržovaná sbírka cca 15 klonů. Od roku 2014 jsou registrovány čtyři odrůdy topinamburu: Rút, Skarlet, Karin a Zlata (Kasal et al., 2016).

V ČR se pěstují odrůdy tvořící hlízy s bílou či červenou slupkou, které mají nepravidelné tvary: kulovitý, vřetenovitý (Kasal et al., 2016).

Rút

Odrůda Rút dorůstá do výšky 260 až 320 cm. Teprve na podzim vytvoří střední množství květů. Průměrný výnos čerstvé zelené hmoty je 41 t/ha, to je sušiny 15 t/ha. Hlízy s červenou slupkou mají tvar vejčitý, středně prodloužený, široký s pravidelným tvarem. Průměrný výnos hlíz je 38 t/ha. Jde o odrůdu vhodnou pro jakékoliv záměry, protože má střední výnos natě i hlíz. Pro svou červenou barvu je zajímavá pro zpracování v jídelníčku lidí (Kasal et al., 2016).

Skarlet

Odrůda Skarlet dorůstá do výšky 250 až 300 cm. Tvoří hodně rozvětvený keřovitý tvar. Pokud kvete, tak jen málo na podzim. Spíše nevykvete, proto je počet květů nízký. Průměrný výnos čerstvé zelené hmoty je 54 t/ha, to je sušiny 16 t/ha. Hlízy se světle žlutou slupkou mají tvar hruškovitý, středně prodloužený i široký. Povrch je trochu větvený. Průměrný výnos hlíz je 39 t/ha, což je střední výnos. Nadzemní část této odrůdy je vhodná pro krmné a energetické využití. Hlízy lze použít pro všechny účely (Kasl et al., 2016).

Karin

Odrůda Karin dorůstá do výšky 260 až 320 cm. Tvoří hodně rozvětvený keřovitý tvar. Pokud kvete, tak jen málo na podzim. Na teplý podzim vytvoří nižší množství květů. Průměrný výnos čerstvé zelené hmoty je 58 t/ha, to je sušiny 17 t/ha. Větší hlízy se světle žlutým pravidelným povrchem mají tvar hruškovitý, středně prodloužený i široký. Průměrný výnos hlíz je 40 t/ha. Nadzemní biomasu i hlízy lze použít pro všechny účely (Kasl et al., 2016).

Zlata

Odrůda Zlata dorůstá jen do výšky 180 až 200 cm. Velké množství květů vytvoří v létě na konci července. Proto její vývoj skončí dříve, než přijdou mrazíky. Průměrný výnos čerstvé zelené hmoty je nízký 15 t/ha, to je sušiny 5 t/ha. Přesto lze nať zpracovat pro krmné i energetické využití. Hlízy s tmavě žlutou slupkou mají hodně nepravidelný tvar s větvením-shluky srostlých menších hlíz, proto není vhodná pro konzum. Průměrný výnos hlíz je 48 t/ha. Pro velmi vysoký výnos hlíz se používá ke krmným a energetickým účelům. Tato odrůda se svými krásným květenstvím poskytuje pyl včelám. Lze ji použít k dekoraci i k okrasným účelům (Kasal et al., 2016) viz obrázek číslo 1.1.



Obrázek 1.1: Květenství odrůdy Zlata (foto: Zikmunda)

Výběr odrůd je závislý na účelu, pro který je rostlina pěstována. Za účelem krmení a energetického využití jsou vhodné odrůdy, u kterých narůstá nať do výšky 180-300 cm. U těchto klonů topinamburu je rozhodující výška natě, čas kvetení, produkce čerstvé hmoty, obsah a produkce sušiny (Kasal et al., 2016).

Za účelem zpracování hlíz se volí klony, které vyprodukují kvalitní hlízy. Zde je rozhodující výnos hlíz, obsah sušiny v hlízách při sklizni a přepočítaný výnos sušiny. Také tvar, barva a velikost hlíz je rozhodující při výběru druhu topinamburu, především pro přípravu v lidském jídelníčku. Tvar připomínající klubko srostlých malých hlíz se hůře opracovává při loupání, praní (Kasal et al., 2013).

1.5 Hlízy topinamburu

Topinambur hlíznatý se řadí do okopanin. Obsahuje inulin, který je důležitou živinou nejen pro vývoj rostliny (Bárta a Diviš, 2008).

Hlíznaté okopaniny: topinambur i brambory se rozmnožují vegetativně, kdy reprodukční proces trvá jeden rok (Jůzl et al., 2000).

Rostlina topinamburu se nejčastěji rozmnožuje primárně pomocí hlíz, sekundárně pomocí oddenků, klíčků, odřezků stonků, semen a tkáňovou kulturou v laboratořích (Stanley et al., 2008).

Vegetační klid hlíz je nejlépe při teplotě 0-5 ° C, nejčastěji v zimním období. Hlízy mají dormanci před dokončením svého vývoje na podzim (Stanley et al., 2008).

1.5.1 Nutriční hodnota hlíz

Zastoupení živin v sušině hlízy topinamburu je srovnatelné se složením hlízy bramboru, zásobní látkou není škrob ale inulin. Hlízy obsahují také vitamíny a minerální látky (Kasal, et al., 2016).

Tabulka číslo 1.1 uvádí průměrný obsah látek v topinamburových hlízách podle Bárty a Diviše (2008):

Tabulka 1.1: Průměrné látkové složení hlíz topinambur

Složka	Obsah v čerstvé hmotě hlíz	Jednotka
Voda	75,0-85,0	%
Sušina	15,0-25,0	%
N-látky	1,16-2,44	%
Tuky	0,1-0,4	%
Sacharidy (inulin, glukóza, fruktóza)	13,0-20,0	%
Vláknina	0,7-1,0	%
Popeloviny	1,0-2,0	%
Fosfor (P)	73-96	mg/100g
Draslík (K)	478-676	mg/100g
Hořčík (Mg)	17-20	mg/100g
Vápník (Ca)	10-228	mg/100g
Sodík (Na)	1,78-3,49	mg/100g
Železo (Fe)	1,48-3,70	mg/100g
Vitamín B1	0,20	mg/100g
Vitamín B2	0,16	mg/100g
Niacin (PP)	1,30	mg/100g
Vitamín C	4,00	mg/100g

Zdroj: Prugar et al., 2008 (zpracováno podle MINX et al., 1994, SOMDA et al., 1999, KASAL et al., 2001, BÁRTA, DIVIŠ, 2008).

1.5.2 Skladování hlíz

Składování napomáhá udržet hlízy v čerstvosti do doby, než bude dále zpracovávány. Do technologického postupu patří i skladování čerstvých hlíz pro trh, zpracování, nebo jako sadbový materiál, pro průmyslové využití a jako rozmnožovací surovina (Stanley et al., 2008). Hlízy topinamburu mají tenkou slupku, proto na vzduchu rychleji vysychají (Kasal et al., 2016). Za normálních okolností se dají skladovat 2 až 4 týdny (Jůzl et al., 2000). Hlízy nemají korkovou vrstvu, proto se nedají skladovat déle

jak 14 dnů (Bárta a Diviš, 2008; Bárta et al., 2011). Delší skladování vyžaduje teplotu 0-2 °C a vysokou relativní vlhkost, která se blíží 100% (Jůzl et al., 2000).

Při skladovací teplotě 4 °C se sníží obsah vlhkosti hlíz a také dochází ke snižování obsahu inulinu v hlízách (Cabezas, 2002). Jůzl et al. (2000) doporučuje skladovací teplotu 2 °C, aby nedošlo k vyrůstání pupenů. Hlízy také mohou být napadeny plísněmi a zahníváním (Kasal, 2016). Při nízké vlhkosti vadnou (Stanley et al., 2008). Povadnuté hlízy lze dát do studené vody, aby získaly zpět část vlhkosti (Kasal et al., 2016).

Během skladování dochází ke změnám v chemii sacharidů. Ztěžuje zpracování hlíz na získávání inulinu (Stanley et al., 2008). Poměr fruktosy a glukosy se mění. Fruktosa klesá, glukosa stoupá, to je vhodné pro výrobu ethanolu, ale již ne pro výrobu fruktosových sirupů (Bárta a Diviš, 2008).

Na základě výzkumu skladování topinambur v písku, rašelině, nebo síťových pytlích po dobu čtyř měsíců bez ohledu na podmínky skladování se doporučuje skladování hlíz ve skladech hromadně zakrytých zvlhčeným pískem nebo rašelinou (Danilčenko et al., 2008).

Nejlepší způsobem skladování je ponechání hlízy v půdě (Diviš, 2000).

1.6 Inulin v topinamburu

Inulin je přírodní látka, která se skládá z glukosy a fruktosy, proto se řadí mezi glukofruktanty. Molekula inulinu má koncovou jednotkou D-glukosu s různě dlouhým lineárním řetězcem D-fruktos (Bárta et al., 2011; Kaur a Gupta, 2001). Inulin obsahuje sacharidy, jež mohou být jak oligosacharidy, tak polysacharidy. Inulin je polymer složený z jednotek fruktosy spojených β -1,2 glykosidickou vazbou. Jde o bezbarvou krystalickou látku dobře rozpustnou v horké vodě, sladké chuti. Neštěpí se amylasou, proto ho živočišný organismus ve střevech nedokáže využít. Ve střevech působí jako rozpustná vláknina. Bakteriální enzymy ho rozštěpí, proto je inulin zdrojem energie a má probiotické účinky (Kaur a Gupta, 2001).

Fruktóza β -1,2 vznikne biosyntézu inulinu v rostlinných buňkách, kterou vyvolají dva enzymy (Edelman, 1968). Na začátku reakce enzym sacharósa 1-fruktosyl-transferáza (SST) přenesou fruktósu z jedné molekuly sacharózy na C1 uhlík fruktosy jiné molekuly sacharózy, tak vznikne trisacharid 1-kestóza a jedna molekula glukosy ($GF + GF \rightarrow GF_2 + G$). Reakce je nevratná. Dále enzym fruktósa 1-fruktosyl-transferasa (FFT) přenesou fruktósu z trisacharidu na molekulu sacharósy nebo jiný fruktan.

V první části reakce je katalyzátorem sacharósa, substrátem pro druhou část biosyntézy je fruktóza. Vzorec je: $(GF_n + GF_m \rightarrow GF_{(n-1)} + GF_{(m+1)})$, kde $n \geq 1$, $m \geq 1$ (Cabezas, 2002).

Hlavním zásobním sacharidem topinamburu je inulin (Somda, et al., 1999). Při vaření (depolymerizaci) 150 °C inulin částečně mění chemické složení, tvoří se fruktosa a polymery s krátkým řetězcem (Stanley et al., 2008).

Stupeň polymerace (dp) určuje počet jednotlivých podjednotek monosacharidů (2-70). Inuliny mají stupeň nad 10 (Cabezas, 2002). Běžně má inulin z topinamburu stupeň dp 10, v hlízách stupeň dp 12 (Stanley et al., 2008).

V listech se tvoří glukosa (monosacharid-hroznový cukr), později fruktosa (monosacharid-ovocný cukr) a sacharosa (cukry) ve formě inulinu. Stonky obsahují inulin, fruktooligosacharidy a fruktosu. Směrem k nižším částem stonku se obsah inulin zvyšuje. Inulin s vyšším stupněm polymerace (dp) je ve střední části stonku. Molekuly inulinu v topinamburu během vývoje mají pohyblivý stupeň polymerace od 2-70. Fruktooligosacharidy s krátkým řetězcem jsou využitelné ve zdravotnictví nebo v chemickém průmyslu. Inulin s vyšším stupněm polymerace nahradí tuk a sirupy s vysokým obsahem fruktosy (Stanley et al., 2008).

Způsobů získávání inulinu z hlíz je více, výběr metody závisí na požadovaném výsledném produktu. Vždy se hlízy umyjí a mechanicky se z nich odstraní veškeré nečistoty (Barta, 1993).

Jednou z metod je fermentace za přítomnosti mikroorganismů, kdy se využívají pouze cukry a fruktooligosacharidy s krátkým řetězcem. Vznikne ethanol a inulinová frakce s vysokou molekulovou hmotností. Frakci je možno zpracovat endo-inulásoou na fruktooligosacharidy s krátkým řetězcem nebo exo-inulásoou na čistý fruktosový sirup (Stanley et al., 2008).

V roce 1937 si Leyst-Kushenmeister dal patentovat výrobu topinamburové mouky, kde se hlízy musí nastrohat, sušit a pak rozemlít (Stanley et al., 2008). Později bylo zjištěno, pokud se hlízy před mletím zahřejí, vyvolají se reakce, které zlepšují barvu mouky (Modler, 1993). V topinamburové mouce se inulin hydrolyzuje na fruktooligosacharidy s krátkým řetězcem. Složení klasické topinamburové mouky je 21 % (sušiny) dusíku, 16,2 % nerozpustné vlákniny, 4,2 % popela a 77,5 % rozpustných sacharidů (Stanley et al., 2008).

Z inulinu lze získat fruktósový sirob, který vznikne zcukernatěním inulinu v extrahované šťávě. Z něj se dají vyrobit různé druhy čistých i zahuštěných sladidel s kritériem DIA. Následným čištěním vznikne krystalická fruktosa (Čepl et al., 1997).

Složky získané z topinamburu se stávají důležité pro potravinářský i nepotravinářský průmysl. Fruktooligosacharidy s krátkým řetězcem jsou využitelné ve zdravotnictví nebo v chemickém průmyslu (Stanley et al., 2008).

1.7 Význam topinamburu

Jednotlivé části rostliny topinamburu lze využít pro různé účely. Topinambur nachází uplatnění v oboru potravinářském, krmivářském i energetickém (Bárta et al., 2011; Čepl et al., 1997; Petříková, 2015). V zahradnickém oboru se může pěstovat jako rostlina vhodná pro živé ploty, k zastínění (Hradil et al., 2000).

1.7.1 Topinambur v lidské výživě

Pro potravinářské využití se doporučuje topinambur sklízet 10 dnů po zmrznutí nadzemní zelené části. To je na podzim, kdy mají hlízy nejvíce kvalitního inulinu (Bárta a Diviš, 2008).

Nejdůležitější z topinamburu je zásobní látka inulin. Inulin prochází žaludkem i tenkým střevem beze změny. Vzniklá dietetická vláknina podporuje peristaltiku střev. V tlustém střevě je teprve mikrobiálně fermentován hydrolyzou na fruktosu a glukosu v poměru 75:25. Tato nízká energetická hodnota hlíz topinamburu je vhodná pro diabetiky a pro redukční diety (Jůzl et al., 2000).

Hlíza neobsahuje škrob ani tuk, proto má nízkou kalorickou hodnotu. Inulin se v hlízách ukládá jako rezervní sacharid, který má nízký obsah tuku a minerálů. Proto je významný v lidské stravě, doplňcích stravy i krmivech pro zvířata (Stanley et al., 2008).

V Anglii už v roce 1622 Tobias Venner popsal jeruzalémské artyčoky jako kořeny, které se jí s máslem, octem, pepřem samostatně nebo jako příloha k masu (Stanley et al., 2008).

Hlízy topinamburu mají chuť ořechovou a trochu sladkou jako sladké kaštiny. Dají se jíst syrové, vařené, dušené. Jako zeleninová příloha se hlízy pečou nebo vaří, pak se oloupou na jednotlivé kousky nebo se z nich udělá pyré či kaše. Syrové plátky se dávají do salátů, marinují v zálivce, nakládají. Obvykle se vaří v polévce, nejznámější je Palestinová polévka z pyré topinamburu, cibule, česnek, celer, vývar, bylinky,

máslo, smetana. Používá se i jako přísada do zapékaných rizot, do suflé, chleba, sušenek a koláčů. Dokonce se pečené kousky hlíz dají rozemlít na kávovou náhražku nebo přísadu. Inulin dodává sladší chuť než běžná káva (Turner a Szczawinski, 1978).

Speciální nasládlou chuť hlízy získají po přechodu prvních mrazíků, do té doby je jejich chuť nevýrazná. Syrové hlízy lze zapracovat do zeleninových salátů. Sušené proužky zvyšují obsah vlákniny v přesnídávkách a potravinách druhu müsly (Čepl et al., 1997).

Sterilování hlíz ve sladkokyselém nálevu, který má pH menší než 4. Doporučuje se sterilovat malé hlízy, větší rozpůlit. Do sklenic naplněných omytými hlízami přidat kolečko mrkve, cibulky nebo křenu. Vše zalít nálevem, který lze přisladit cukrem či sladidlem, a sterilovat 25 minut při teplotě 90 °C (Čepl et al., 1997).

Hlízy se častěji připravují ve slupce. Když se oloupou, dávají se do studené vody, aby nedošlo hned ke změně barvy, smetanová dužina se změní na matně šedou. Tuto změnu barvy způsobuje prospěšný minerál železa. Přidáním octa do studené vody, smetany či citronu po uvaření se omezuje změna barvy (McGee, 1992).

Kasal (2016) se svým týmem vydal dvě desítky receptů, ve kterých je hlavní potravinou topinambur.

Podnik Kávoviny Pardubice využívají hlízy topinamburu jako surovinu pro výrobek Melta Top (Kávoviny.cz, 2022).

Hlízy topinamburu se dají koupit v obchodních řetězcích nejen se zdravou výživou. Příkladem je společnost Kaufland, která v letáku nabízí spotřebiteli tuto zdravou potravinu viz obrázek 1.2 Anonym (2022a).



Obrázek 1.2: Hlízy topinamburu v letáku obchodního řetězce (Zdroj: Anonym 2022a)

Zdraví

Hlízy *Helianthus tuberosus* po rozšíření do celého světa se staly důležitým zdrojem dietních sacharidů (Kasal et al., 2001; Stanley et al., 2008). Zájem o topinambury jako součást racionální výživy se postupně zvyšuje (Jůzl et al., 2000).

Hlízy topinamburu mají nízké energetické hodnoty, zvyšují pocit sytosti, mají i preventivní účinky proti některým chorobám souvisejícím s nevhodnou výživou (Jůzl et al., 2000; Kasal et al., 2001).

Zavedením topinamburu do stravovacích návyků přinese zdravotní benefity. Topinambur jako zelenina může nahradit cukr v nízkokalorických potravinách a při redukčních dietách. Může se tak podpořit boj proti obezitě a cukrovce (Stanley et al., 2008).

Hlízy topinamburu mají preventivní dietetické účinky při diagnóze arteriosklerózy, dny, revmatismu, rakovině střev (Jůzl et al., 2000).

Topinambur nemá lepek ani škrob, proto ho mohou zařadit do svého jídelníčku diabetici i celiaci. Nízká až nulová kalorická hodnota sladkého inulinu nezvyšuje hladinu krevního cukru (Kasal et al., 2016).

Pro lidi, kteří mají diabetes, jsou potraviny s inulinem velmi vhodné. Inuliny a fruktooligosacharidy se nevstřebávají ve střevech, proto nezvyšují hladinu cukru, tělo nepotřebuje produkovat inzulin. Inulin, který nahradí cukr, udržuje normální hladinu cukru v krvi. Fruktosový cukr je o 16 % sladší než sacharosové cukry, a je lehce rozpustný i málo kalorický (Stanley et al., 2008).

Topinamburová mouka může částečně nahradit pšeničnou mouku v potravinářských produktech určených na hubnutí, pro diabetiky a zdravou výživu (Roberfroid a Delzenne, 1998).

V pokusech, které provedla Neumova (2020), bylo nahrazeno 6 % pšeničné mouky topinamburovou moučkou při výrobě některých pekařských produktů. U nich došlo ke zvýšení minerálních hodnot (obsah mědi vzrostl o 16 %, fosfor o 12 %, vápník, hořčík a železo o 10 %, zinek o 11 %, mangan o 6 %) a zvýšení obsahu vlákniny, zejména pektinu.

1.7.2 Krmení hospodářských zvířat

Z krmivářského hlediska má topinambur široké uplatnění. Topinamburová nať i hlízy jsou vhodná ke zkrmování jak čerstvé, sušené či konzervované silážováním (Jůzl et

al., 2000). Pro píci se sklízí nať 1-2 krát za vegetaci, hlízy se vybírají na jaře (Bárta a Diviš, 2008).

Listy topinamburu mají hodně bílkovin, proto jsou nutričně srovnatelné s ostatními pícninami využívaných pro krmivo (Stauffer et al., 1981). Topinamburová nať smíchaná s trávami má dostatečnou výživovou hodnotu pro přežvýkavce (Seiler a Campbell, 2004).

Výtažky topinamburu v krmivu působí jako probiotika a prebiotika pro zvířata, která mají příznivý účinek na mikroflóru střev. Zlepšují trávení a snižují průjmy (Stanley et al., 2008).

V topinamburech je mnoho vlákniny, která zadržuje vodu, podporuje průchod potravy střevy, chrání před zácpou a předchází střevním onemocněním. Vedle píce a siláže jsou to i pelety a krmné směsi, které jsou vhodné přidávat do krmiva (Čížek et al., 2013).

U prasat a ptáků byl zjištěn příznivý vliv topinamburové mouky, která se přidávala do krmiva. Hněj zapáchá méně, čímž se zlepšuje klima obytného prostředí. U ptáků se zvýšil přísun krmiva a tím se zvýšila jejich hmotnost (Flickinger et al., 2003).

Byl zjištěn výšený váhový přírůstek a snížení zápachu u kachen, které dostávaly sušené topinamburové hlízy nebo vodu s výluhem z granulí z nadzemní části topinamburu (Čížek et al., 2013).

Některé kvetoucí odrůdy mohou být zdrojem nektaru pro včely v době, kdy kvete jen menší počet druhů bylin (Kasal et al., 2016).



Obrázek 1.3: Využití topinamburu pro krmné účely (foto: Zikmunda)

1.7.3 Energetický zdroj

Plodinu topinamburu lze použít k přímému spalování, výrobě bioetanolu a biopaliva (Moudrý, J. et al., 2011; Stanley et al., 2008).

Topinambur svou schopností rychlého růstu i na méně úrodné půdě za příznivých klimatických podmínek může vytvořit více než 30 t/ha biomasy (Dambroth, 1984). Sklizeň natě lze provést dvakrát do roka, v červenci a v říjnu, kdy je rostlina mladá. Výnosy mohou být 35-100 t/ha (Petříková, 2015).

Nadzemní část topinamburu se může využít jako fytomasa vhodná ke spalování. Ta se sklízí jednou ročně na podzim, kdy jsou lodyhy plodiny již vyschlé, vhodné pro fytopalivo. Pokusy ještě nebyly dostatečně ověřeny, ale předpokládají odhad suché hmoty na 8-10 t/ha (Petříková, 2015). Patří mezi rostliny s nejvyššími výnosy sušina na hektar (Stanley et al., 2008). Bárta a Diviš, (2008) uvádí spalné teplo sušiny 18,606 kJ/g.

Hlízy a stonky topinamburu se dají využít k výrobě bioethanolu (Bárta et al, 2011; Stanley et al., 2008). Bioethanol vyráběný z obnovitelných zdrojů nevytváří emise skleníkových plynů ani kyselé deště, protože neobsahuje síru. Fruktany jsou dočasně uloženy ve stoncích, pak přejdou do hlíz. Proto je důležité odhadnout dobu sklizně nadzemní části tak, aby byly využity obě části (Stauffer et al., 1981). Hlízy a natě jsou vhodné pro silážování, což je vhodný předpoklad, že jsou vhodné i pro substrát na výrobu bioplynu (Kasal et al., 2013).

Anaerobním rozkladem mokré biomasy topinamburu za pomoci bakterií se vyrábí bioplyn. Hlavní složkou vzniklého paliva je methan. Vzniklý digestát je bohatý na živiny, část se vrací do reaktoru, zbylou část lze využít ke krmení zvířat, nebo k hnojení rostlin. Methan lze využít k výrobě tepla a elektřiny (Zubr, 1986).

Při fermentaci topinamburu vznikají i vedlejší využitelné produkty například buničina se 7 % bílkoviny, kterou lze použít jako krmivo, proteinové koncentráty a tekutá hnojiva (Zubr, 1987).

Některé studie potvrzují schopnost topinamburu akumulovat těžké kovy. Proto plodinu lze využít při rekultivaci půdy kontaminovanou těžkými kovy (Jůzl et al., 2000).

Pěstování topinamburu pro energetické účely lze doporučit, vychází-li se z výnosů suché hmoty, z minimálních požadavků na pěstování víceleté plodiny, z nejnižších nákladů při zpracování na fytomasu. Ale není snadné najít trh s biomasou (Petříková, 2015).

1.8 Nevýhody topinamburu

Rostlina topinamburu dokáže lehce zaplevelit pozemek, protože vyrůstá nejen z drobných hlíz, ale i z drobných částí rostliny (Bárta a Diviš, 2008; Dostálek, 2000; Jůzl et al., 2000).

Mechanizovaná sklizeň je na podzim náročná, protože hlízy pevněji drží v trsu. Proto se doporučuje na jaře, kdy kompaktní bal je narušen mrazem (Moudrý et al., 2011; Kasal, 2016).

Hlízy topinamburu jsou velmi náročné na skladování. Mají tenkou slupku a rychle vysychají, proto je lze pouze skladovat 2-4 týdny. Delší skladování vyžaduje skoro 100% vlhkost vzduchu a teplotu 2 ° C (Jůzl et al., 2000).

1.9 Životní podmínky pro pěstování topinamburu

Plodina topinamburu je nenáročná na pěstování. Výnosy hlíz ovlivňují přírodní činitelé: půda, sluneční záření, teplota, délka vegetačního období, srážky, vítr, okolní rostliny (Bárta et al., 2011; Stanley et al., 2008).

Topinambur může růst na chudých půdách, ale na úrodných polích dosahuje vysoké výnosy. Daří se mu na lehkých písčitých půdách, na odvodněných lužních půdách, za určitých podmínek i v těžkých půdách. Vhodné jsou mírně zásadité půdy pH 4,5- 8,6. V kyselých půdách je nutné vápnění. Vápenatá hnojiva zvyšují výnosy. Půdy s nízkou úrodností je potřeba dohnojit fosforem (Stanley et al., 2008).

Sluneční světlo je důležité:

- pro fotosyntézu, přeměnu oxidu uhličitého a vody na sacharidy a kyslík
- pro molekuly chlorofylu (zelené barvivo) v listech přeměňují radiační energii na chemickou energii
- pro vývoj, strukturu a uspořádání listů, ve kterých probíhá fotosyntéza
- pro tvorbu květů (Stanley et al., 2008).

Plodina topinamburu vyžaduje průměrné roční teploty 6-26 °C při vegetačním období 125 a více dnů bez mrazu (Stanley et al., 2008).

Srážky ovlivňují růst rostliny. Topinamburu snese sucho, ale i krátké období přemokření. Nedostatek vody na podzim snižuje výnos hlíz. Naopak vysoké množství srážek na podzim a v zimě ztěžují sklizeň (Schittenhelm, 1999).

Rostliny mají na svou výšku 1,5- 2,5 m mělké zakořenění, proto jsou náchylné k poléhání. Mírným větrům jsou odolné (Stanley et al., 2008).

Plevele ohrožují plodinu jen do druhého měsíce růstu. Později plodina svým vzrůstem a listy ostatní zastíní (Petříková, 2015).

1.10 Obecné postupy pěstování topinamburu v ČR

Produkcí hlíz topinamburu a jeho biomasy zvyšují správné pěstitelské postupy: stanoviště, výběr sadby, termín výsadby, ošetření proti plevelům, hnojení a vhodné způsoby sklizně. Správný spon výsadby ovlivňuje růstové parametry a výnos. (Stanley et al., 2008). Pro pěstování topinamburu pro nadzemní hmotu se doporučuje užší spon sázení: vzdálenost mezi hlízami v řádku 0,25m a meziřádková vzdálenost 0,75m. Pokud jde o výnos hlíz je vhodnější vzdálenost hlíz v řádku nejméně 0,35m (Kasal et al., 2013, 2016).

Topinambur lze pěstovat kdekoli v ČR, protože je nenáročný na půdu a klimatické podmínky. Ale nejlépe se mu daří na slunném stanovišti, popřípadě lehce stinném stanovišti (Kasal et al., 2013, 2016; Moudrý et al, 2011).

Výsadba hlíz topinamburu může probíhat na podzim nebo na jaře. Na podzim se provede podmítka po předešlé plodině. Zpracují se organická hnojiva-chlévský hnůj 35 t/ha, nebo kejda skotu 90 m³/ha či kejda prasat 90 až 120 m³/ha. Také lze využít digestát z bioplynových stanic. Podle obsahu živin v půdě se použijí fosforečná P₂O₅ (85 kg/ha až 130 kg/ha) a draselná K₂O (60-80 kg/ha až 150 kg/ha) hnojiva. Následně je provedena orba (Kasal et al., 2013). Hnojení zvyšuje počet a velikost hlíz na plodině, ale neovlivňuje jejich složení, kvalitu (Bárta a Diviš, 2008).

Výhodou podzimní výsadby je včasné vzcházení plodiny, která využívá zimní vláhu. Nevýhodou je velké riziko poškození hryzci a hraboši, kteří si v zimě hledají potravu. Hlízy se sázejí do hrůbků, v nich se předpokládá lepší růst podzemní části rostlin (kořeny, hlízy, oddenky). Také lze využít mechanizační prostředky pro technologii pěstování brambor (Kasal et al., 2016).

Na jaře před výsadbou se vpravuje do půdy dusík v dávce 100 kg na hektar. V březnu nebo v dubnu, za příznivých povětrnostních i půdních okolnostech by mělo proběhnout sázení. Hlízy se sází do hloubky 120 až 140 mm ručně či sázečem brambor s nabíracím ústrojím pro nevyrovnané hlízy. Spotřeba sadby je 2 až 3 t/ha (Kasal et al., 2016).

Topinambur má velkou konkurenční schopnost, proto stačí pečovat o rostliny jen do jejich růstu 30 až 60 cm. Provádí se vláčení, proorávka naslepo, jedna až dvě proorávky nebo plečkování). V průběhu růstu plodiny, do výšky 70 až 90 cm, lze dva krát

až tři krát použit listový roztok močoviny v koncentraci do 9 %. Poslední prací je nahrnování hrůbků do hloubky 40 až 60 mm s přihnutím 30 až 60 mm půdy k rostlině (Kasal, 2013). V našich podmínkách je plodina odolná proti chorobám a škůdcům, proto není potřeba žádné používání chemických postřiků (Jůzl et al., 2000). Chemické odstraňování plevelů herbicidy se používá jen na větších plochách (Kasal et al., 2016).

Autoři Jůzl et al. (2000), Bárta a Diviš, (2008), Kasal et al. (2013) shodně píší o obtížné sklizni na podzim, kdy podzemní část tvoří kompaktní bal. Od podzimu do jara, než začnou rašit, je možné sklízet hlízy. V našich podmínkách se mohou sklízet kdykoliv to podmínky dovolí, když není půda zamrzlá (Kasal et al., 2016).

Před podzimní sklizní hlíz se sklízecí řezačkou poseká nať pro krmivo nebo na siláž. Strniště se přejede rozbíječem natě ve výšce stonků 50 až 100 mm. Dvouřádkovým vyorávačem s ruční dopomocí lze provést náročnou podzimní sklizeň. Jarní sklizeň bramborovými sklízecími je spolehlivější (Kasal et al., 2013, 2016).

1.10.1 Víceleté pěstování

Topinambur vytváří mnoho podzemních hlíz, přestože se sklízí, v půdě vždy nějaké zůstanou (Petříková, 2015). Proto topinambur lze pěstovat 4-6 let na stejném místě. Na jaře je vhodné přihnojení minerálními hnojivy NPK s dusíkem 100 kg/ha. Dále se jen nahrůbkuje a ošetřuje se stejně jako u jednoletého pěstování (Kasal et al., 2001, 2013, 2016; Moudrý et al., 2011).

Kompromisní způsob pěstování topinamburu je vhodný pro potravinářský průmysl. Jde o pěstování plodiny na jednom místě po delší dobu. Není důležitá dokonalá sklizeň hlíz. Nové sadbové hlízy se doplní k hlízám z minulého roku, tím se zvýší výnos hlíz (Petříková, 2015).

Topinambur má schopnost zaplevelovat pozemek, proto je nutná jeho likvidace – chemicky za použití herbicidů na bázi účinné látky glyphosate, nebo opakovanou mechanickou likvidací natě (Kasal et al., 2016).

Proto se topinambur nehodí do pravidelných osevních postupů (Šimon, 1964). Doporučuje se po plodině vysévat jarní směsky, které se brzy sklízí, nebo krmné okopaniny. Také se zbylé hlízy mohou nechat vyklíčit a následně likvidovat Roundupem 2 l/ha (herbicidními přípravky s látkou glyphosate) (Čepl et al. 1997).

Nejvhodnějšími následnými plodinami jsou travní směsi, které se sečou vícekrát za rok. Vzrostlé rostliny topinamburu se sklídí se zelenou pící (Petříková, 2015).

Pěstování topinamburu splňuje veškerá ekologická hlediska, protože ho nenapadají žádní škůdci ani choroby, nemusí se ošetřovat chemickými prostředky (Petříková, 2015).

2 Cíl práce

Cílem práce bylo hodnocení vybraných biologických, produkčních a zpracovatelských vlastností hlíz topinamburu hlíznatého (*Helianthus tuberosus* L.) v maloparcelovém pokusu.

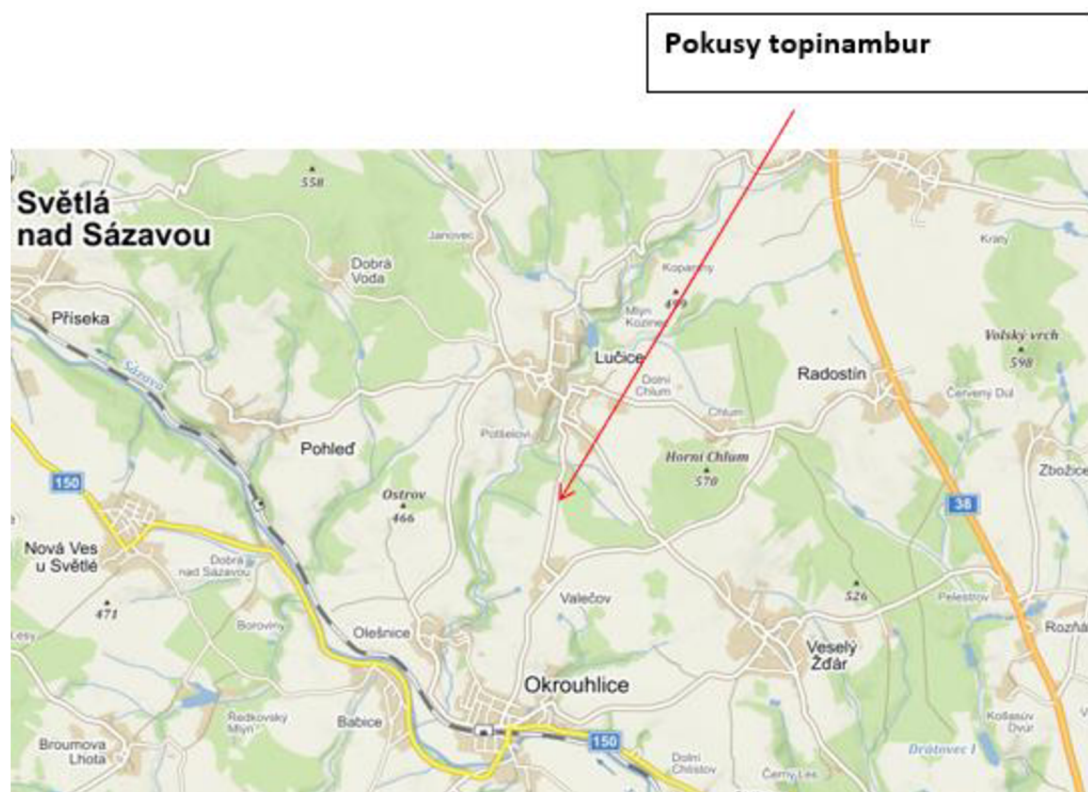
V práci byly vysloveny tyto hypotézy:

1. Vybrané čtyři odrůdy budou mít různé biologické a produkční vlastnosti.
2. Nejvyšší výnos bude u odrůdy Zlata.
3. U odrůdy s nejmenším počtem hlíz na rostlině, bude zároveň zjištěna nejvyšší hmotnost hlízy.
4. Ze zpracovatelských vlastností se hlízy nejen sušením a mletím na mouku dají využít v pokrmech.
5. Topinamburová mouka bude obsahovat inulinu, proto produkty vyrobené z této mouky budou mít vyšší dietetickou hodnotu.

3 Materiál a metody

3.1 Charakteristika stanoviště

Pokus byl založen a veden v lokalitě Valečov, okres Havlíčkův Brod. Pozemek pokusné parcely je na pozemcích Výzkumného ústavu bramborářského Havlíčkův Brod pracoviště Valečov, Malý Mezník viz obrázek 3.1.



Obrázek 3.1: Lokalizace místa pokusu (Zdroj: Anonym 2022b)

3.1.1 Údaje o pozemku

Pokusný pozemek VÚB Havlíčkův Brod se nachází v nadmořské výšce 472 m. Kód bonitované půdně ekologické jednotky (BPEJ) je 7.29.11. Náleží do skupiny půdních typů tzv. kambizemě. V půdě se nachází půdotvorný substrát kyselejší metamorfované horniny. Genetický půdní představitel ji zahrnuje jako kambizem modální eubazickou a kambizem modální mezobazickou. Skeletovitost půdy je 1, vyjádřeno v procentech do 25 %.

Jedná se o půdu na pomezí hlinitopísčité a písčitohlinité zařazenou do písčitohlinitého půdního druhu. Z hlediska zrnitosti obsahuje 60,78 % písek (částice v rozmezí 2,00-0,05mm), 28,1 % prach (částice v rozmezí 0,05-0,002mm) a 11,12 % jílu (částice menší než 0,002mm).

Místo realizace pokusu bylo na rovině.

3.1.2 Průběh počasí během vegetačního období

Průměrná měsíční teplota vzduchu a měsíční úhrny srážek na pracovišti VÚB Valečov byl (normál 1991–2020) zachycuje tabulka číslo 3.1.

Tabulka 3.1: Průběh počasí v roce 2021

Měsíc	Průměrná měsíční teplota vzduchu (°C)			Měsíční úhrn srážek (mm)		
	Normál	2021	Odchylka roku 2021 od normálu	Normál	2021	Odchylka roku 2021 od normálu
I.	-1,5	-1,4	0,1	42,5	57,9	15,4
II.	-0,5	-0,4	0,1	33,8	43,4	9,6
III.	3,1	2,5	-0,6	45,9	20,2	-25,7
IV.	8,2	5,1	-3,1	37,2	20,9	-16,3
V.	12,9	10,3	-2,6	81,4	117,5	36,1
VI.	16,3	19,1	2,8	78,9	49,3	-29,6
VII.	18,2	18,7	0,5	98,9	165	66,1
VIII.	17,9	16,1	-1,8	85,8	73	-12,8
IX.	12,9	13,8	1,2	59,9	14,9	-45
X.	8,2	7,8	-0,4	45,6	20,3	-25,3
XI.	3,5	3,3	-0,2	41,5	44	2,5
XII.	-0,6	0,3	0,9	45,2	58,2	13

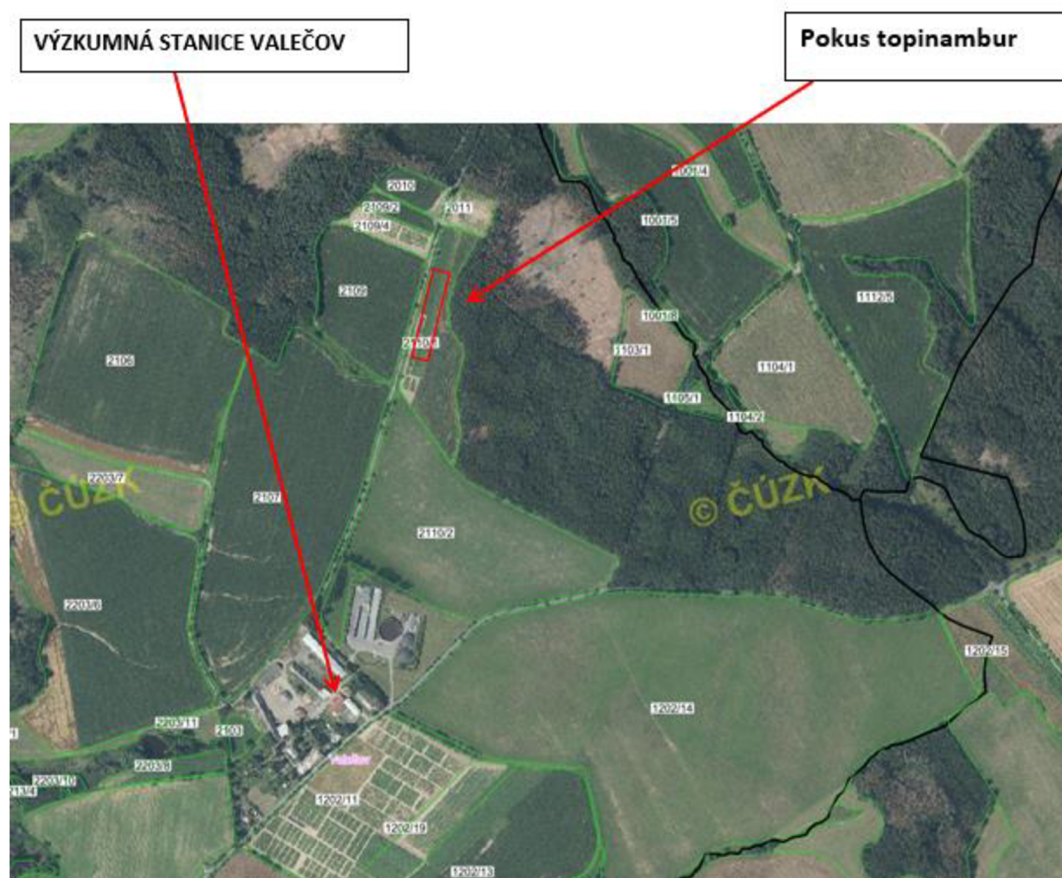
IV. – IX. vegetační období

Vegetační období (duben–září) roku 2021 bylo teplotně v průměru normální, ačkoliv průměrné teploty vzduchu v jednotlivých měsících se značně lišily. Měsíc duben patřil mezi nejstudenější měsíce v roce. Průměrná měsíční teplota vzduchu 5,1 °C byla o 3,1 °C nižší, než je normál. Srážkově byl měsíc duben s úhrnem srážek 20,9 mm podnormální. Také měsíc květen byl chladnější než udává normál. Průměrná měsíční teplota vzduchu byla od hodnoty normálu nižší o 2,6 °C. Naměřený úhrn srážek v měsíci květnu překračoval normál o 36,1 mm. Měsíc červen byl naopak suchý a teplý. Srážky byly zaznamenány až v poslední dekádě června. Suchý červen vystřídal červenec s nadnormálními srážkami. Ačkoliv spadlo o 66,1 mm více než je normál, srážky byly rozděleny nerovnoměrně. Byly zaznamenány dva dny s denním úhrnem srážek blíži-

cím se 50 mm. Teplotně byl červenec normální. Srpen pak byl rozložením srážek poměrně vyrovnaný, měsíční úhrn srážek byl mírně podnormální. Rovněž průměrná měsíční teplota vzduchu nedosahovala hodnoty normálu. Pro růst a vývoj hlíz topinamburu a tvorbu výnosu patří k rozhodujícím měsícům září a říjen. Oba tyto měsíce byly však srážkově silně podnormální, teplotně je lze označit za normální. Měsíc listopad, ve kterém byla provedena sklizeň hlíz, byl teplotně i srážkově normální.

3.2 Popis pokusu

Pokus byl realizován na pozemku vyznačeném na obrázku číslo 3.2. Parcela byla široká 7,5 m a 26,25 m dlouhá. Každá odrůda měla dva řádky po 25 rostlinách. Vyčleněná část pro každou odrůdu byla dlouhá 8,75 m a široká 1,5 m, to je 13,125 m². Třikrát bylo provedeno opakování. Tento pozemek, se zanedbatelným sklonem a vegetací náležící k orné půdě, je využíván k pokusům.



Obrázek 3.2: Schématický obrázek pokusu (Zdroj: Anonym 2022c)

3.2.1 Sadbový materiál

Pro výzkum byla zvolena sadba čtyř odrůd Karin, Rút, Skarlet, Zlata. Výchozí genetický materiál byl namnožen v roce 2020. Hlízy byly sklizeny na jaře 2021. Sázely se nepoškozené hlízy o hmotnosti v rozmezí 60-100 g.

3.2.2 Technologický postup

Byl zvolen jarní termín sázení 4. 5. 2021. Pro pěstování zaměřené na výnos hlíz se využívá širší spon: meziřádková vzdálenost 0,75m a vzdálenost mezi hlízami 0,35m. Sázení bylo provedeno ručně.

Před sázením byla aplikována z minerálních hnojiv Močovina a Patentkali. Močovina obsahující 46 % dusíku N v dávce 217 kg/ha dodává 100 kg N na hektar. Patentkali obsahuje 30 % K₂O a 10 % MgO, v dávce 400 kg/ha tak dodá 120 kg K₂O na ha a 40 kg MgO na ha.

Aby všechny varianty měly stejné homogenní podmínky a nedošlo ke krajovému efektu, dva krajní řádky zprava i zleva se do pokusu nezahrnuly. Následující schéma ukazuje rozmístění jednotlivých odrůd do sekcí.

Tabulka 3.2: Schéma pokusu

Pozemek: Valečov – Malý mezník				
Opakování a	Opakování b	Opakování c		
Ochranný řádek	Ochranný řádek	Ochranný řádek	0,75m	1řádek
Rút	Skarlet	Karin	1,5m	2řádky
Karin	Zlata	Rút	1,5m	2řádky
Zlata	Karin	Skarlet	1,5m	2řádky
Skarlet	Rút	Zlata	1,5m	2řádky
Ochranný řádek	Ochranný řádek	Ochranný řádek	0,75m	1řádek
8,75m	8,75m	8,75m		

3.2.3 Agrotechnické postupy

Na podzim 12. 11. 2020 byla na pozemku provedena orba. Na jaře 11. 4. 2021 se dvakrát smykovalo. 28. 4. 2021 bylo aplikováno průmyslové hnojivo Patentkali, obsahující K a Mg a následně zavláčeno do půdy.

4. 5. 2021 byl zahájen pokus rozměření pokusného pozemku. Na půdu byl aplikován dusík ve formě močoviny. Následovalo kypření rotavátorem KUHN. Bylo vytvořeno řádkové uspořádání naorávka traktorem RS 09. Hlízy byly ručně sázeny do připravených řádků a následovala zaorávka traktorem RS 09.

24. 5. 2021 byla provedena preemergentní aplikace herbicidu. Ve 300l vody byly rozmíchány 4l herbicidu Bandur a použity na 1ha.

V dalším průběhu pokusu již nebyly aplikovány žádné jiné přípravky na ochranu rostlin.

3.3 Zpracování dat

Z naměřených výsledků sklizených vzorků hlíz se vypočítají výnosy na hektar tak, že hmotnost vzorku se podělí plochou. Aby byl výsledek převeden na t/ha, tak se podíl vynásobí deseti. Plocha se vypočítá vynásobením rozteče v metrech krát počet rostlin (v pokusu bylo 5 rostlin).

Vzorec pro výpočet výnosu:

$$v = \left(\frac{m}{S}\right) \times 10 \text{ t/ha}$$

kde: v – výpočet výnosu na ha

m – hmotnost vzorku

S – plocha m²

$$S = 0,75 \times 0,35 \times 5$$

$$S = 1,31 \text{ m}^2$$

Aritmetickým průměrem se spočítají výnosy jednotlivých sledovaných odrůd.

Vzorec pro výpočet aritmetického průměru:

$$\bar{\emptyset} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 \dots + x_n}{n}$$

kde:

$\bar{\emptyset}$ – průměr

$x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ – hodnota [Kč]

n – počet hodnot

3.4 Analytické metody

Odebrané vzorky hlíz se vysušily a rozemlely na topinamburovou mouku. V laboratoři VÚB byla stanovena sušina hlíz gravimetrickou metodou. V sušině hlíz byl dále stanoven obsah inulinu, který byl následně přepočítán na obsah inulinu v čerstvé hmotě

topinamburových hlíz. Stanovení inulinu bylo provedeno polarimetrickou metodou (Opekar, 2010).

3.5 Použití statistických metod

Vyhodnocení všech získaných výsledků bylo provedeno statistickým softwarem Statistica.cz verze 14, kde byla nejprve ověřena homogenita rozptylů Levenovým testem homogenity a následně byly porovnány střední hodnoty rozptylů analýzou rozptylu (ANOVA).

3.6 Senzorické hodnocení vzorků

Senzorické hodnocení potravin je hlavním měřítkem, kterým se řídí většina konzumentů, neboť se jedná o jedinou stránku jakosti, kterou může spotřebitel sám hodnotit. Senzorická analýza je hodnocení potravin lidskými smysly, včetně zpracování výsledků centrální, nervovým systémem (Kempth et al., 2009).

Základními hodnotícími prvky v senzorické analýze jsou následující smysly (Kempth et al., 2009):

- Smysl chuťový: tento smysl se uplatňuje při kompletním vnímání v ústech jako součást tzv. flavoru. Hodnocení celkového vjemu chuti může být zaměřeno na přítomnost či intenzitu nežádoucí chuti (hořká) nebo naopak žádoucí, např. sladké chuti.

- Smysl čichový: při hodnocení potravin se čichový smysl uplatňuje jako složka kompletního flavoru a podíl čichového vjemu se nazývá aroma. U pečiva se rozlišuje zejména celkový vjem vůně, případně přítomnost nežádoucích pachů.

- Smysl zrakový: Posuzuje se tvar výrobku, barevný tón, struktura povrchu. U pečiva se hodnotí převážně vzhled a barva kůrky, po rozkrojení pórovitost střídy, což je vnitřní měkká část pečiva.

- Sluchové vnímání: hlavní význam u pečiva mají křupavé zvuky, které charakterizují kůrku, které jsou asociovány s křehkostí a čerstvostí.

- Hmatové smysly: hlavním úkolem hmatového smyslu je hodnocení textury potravin, kdy se vzorek zkoumá nejprve mezi prsty, pak se po vložení do úst hodnotí změny při kousnutí, při žvýkání a při polykání. Pomocí tohoto smyslu se hodnotí vlastnosti střídy, a to její pružnost a vláčnost (Pokorný et al., 1999)

Tabulka 3.3: Složení vzorků A, B, C, D

Vzorek	A	B	C	D
Topinamburová mouka hladká (g)	50	30	50	30
Hladká mouka (g)	50	70	50	70
Vejce	1	1	1	1
Kypřicí prášek (g)	7	7	7	7
Vlažné mléko (ml)	50	50	50	50
Olej (ml)	50	50	50	50
Cukr (g)	0	0	30	30

Tabulka 3.4: Složení vzorků E, F, G, H

Vzorek	E	F	G	H
Topinamburová hladká mouka (g)	8	5	8	5
Topinamburová hrubá mouka (g)	8	10	8	10
Mléko (ml)	9	9	9	9
Kvasnice (g)	1,6	1,6	1,6	1,6
Sádlo (ml)	5	5	5	5
Sůl (g)	1	1	1	1

4 Výsledky

4.1 Sledování růstu porostu

V průběhu pěstování byly sledovány a hodnoceny tři parametry mezi jednotlivými odrůdami: výška rostlin, doba a intenzita kvetení rostlin, ukončení vegetace. U hlíz jednotlivých odrůd byla porovnáována barva a tvar.

Obrázek 4.1 zachytil rostlinu odrůdy Karin na počátku růstu. Obrázek číslo 4.2 zobrazil rostlinu po měsíci růstu. Zde již bylo patrné větvení stonků.



Obrázek 4.1: Stav porostu odrůdy Karin 15. 6. 2021 (foto: Zikmunda)



Obrázek 4.2: Stav porostu odrůdy Karin 25. 6. 2021 (foto: Zikmunda)

Rozdíl mezi jednotlivými odrůdami nebyl v tomto období vidět. V červenci a v srpnu dosahovaly rostliny všech odrůd stejnou výškou viz obrázky 4.3; 4.4 a 4.5.



Obrázek 4.3: Stav porostu 7. 7. 2021 odrůda Karin (foto: Zikmunda)



Obrázek 4.4: Stav porostu 24. 8. 2021 odrůda Skarlet (foto: Zikmunda)



Obrázek 4.5: Stav porostu 24. 8. 2021 odrůd zleva: Zlata, Skarlet, Rút, Karin (foto: Zikmunda)

První parametr mezi odrůdami byla výška rostliny. Obrázek 4.6 zachytil výškový rozdíl mezi odrůdami. Na přelomu měsíců července a srpna se růst Zlaty zastavil a začal kvést. Ostatní odrůdy: Karin, Rút a Sklarlet dosahovaly vyššího vzrůstu. Podle obrázku byla nejvyšší odrůda Rút, za ní byla odrůda Skarlet, následovala odrůda Karin a nejmenší byla odrůda Zlata. Ostatní odrůdy stále pokračovaly v růstu do výšky. Druhým parametrem mezi odrůdami bylo kvetení. Jediná odrůda Zlata bohatě kvetla v srpna.



Obrázek 4.6: Stav porostu 20. 9. 2021 odrůd zleva: Zlata, Skarlet, Rút, Karin (foto: Zikmunda)

Třetím parametrem byla doba ukončení vegetace. Na konci září obrázek číslo 4.7 odrůda Zlata končila vegetaci, začínala žloutnout. Odrůdy Karin, Rút a Skarlet byly stále ještě ve vegetační síle. Jejich vegetaci ukončil příchod prvních mrazíků.



Obrázek 4.7: Stav porostu 28. 9. 2021 odrůd zleva: Zlata, Skarlet, Rút, Karin (foto: Zikmunda)

V října odrůda Zlata byla na konci svého vegetačního období. Listy i stonky byly zaschlé obrázek 4.8. Rostliny ostatních odrůd začaly uvadat a žloutly jim listy.



Obrázek 4.8: Stav porostu 22. 10. 2021 odrůd zleva: Zlata, Skarlet, Rút, Karin (foto: Zikmunda)

V listopadu měli všechny rostliny listy i stonky suché. Skončilo vegetační období rostlin obrázek číslo 4.9.



Obrázek 4.9: Stav porostu 18. 11. 2021 odrůd zleva: Zlata, Skarlet, Rút, Karin (foto: Zikmunda)

4.2 Výnosové výsledky

Pro stanovení parametrů sklizně byly z každého opakování ručně sklizeny hlízy z pěti trsů obrázky číslo 4.10 a 4.11.



Obrázek 4.10: Sklizené odrůdy zleva: Karin, Rút, Skarlet, Zlata (foto: Zikmunda)



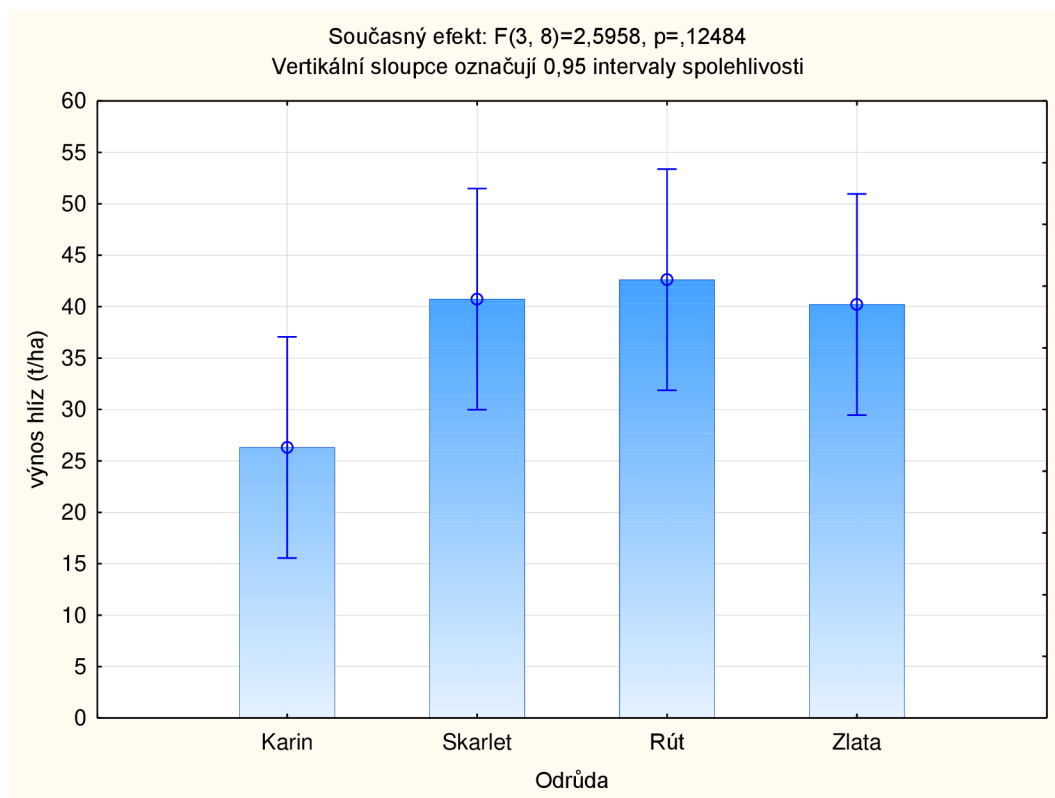
Obrázek 4.11: Jednotlivé odrůdy zleva: Karin, Rút, Skarlet, Zlata (foto: Zikmunda)

U hlíz byla porovnána barva a tvar. Odrůda Rút měla hlízu s červenou slupkou, ostatní odrůdy měly hlízy světlé. Odrůda Rút měla pravidelnější vejčitý tvar, ostatní tři odrůdy měli nepravidelný tvar s výrůstky. Nejvíce výrůstků na hlíze měla Zlata. Hlízy odrůd Karin a Skarlet byly tvarově i barevně velmi podobny.

4.3 Vyhodnocení sklizně hlíz

Vyhodnocení výnosu hlíz u jednotlivých odrůd Karin, Skarlet, Rút, Zlata je uvedeno v grafu číslo 4.1.

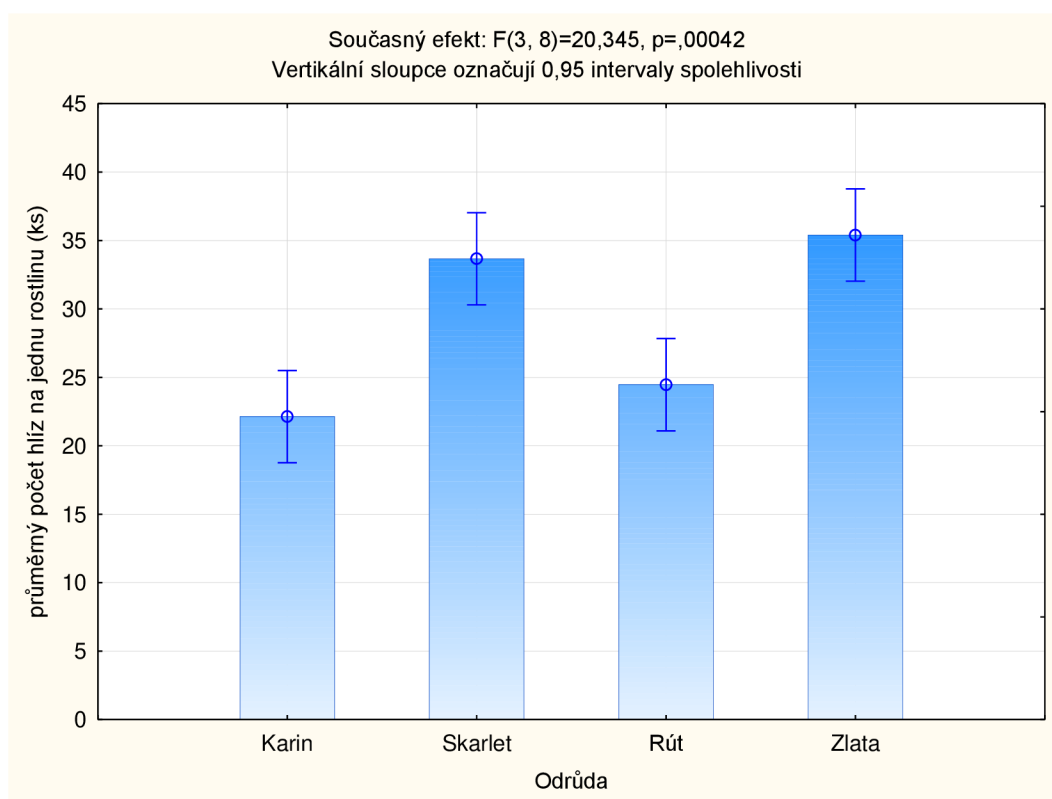
Graf 4.1: Výnos hlíz (t/ha)



Výnosová úroveň sledovaných odrůd se pohybovala od 26,30 t/ha do 42,62 t/ha. Nejvyšší výnos byl u odrůdy Rút 42,62 t/ha. Okolo 2 t/ha méně měly odrůdy Skarlet 40,74 t/ha a Zlata 40,20 t/ha. Jejich hodnoty měly velmi podobný výsledek, který se lišil 0,5 t/ha. Nejnižší výnos měla odrůda Karin 26,30 t/ha, a to je o 14 t/ha méně než u odrůdy Skarlet a Zlata, a o 16 t/ha méně než odrůda Rút. Výsledky však mají pouze tendenční charakter. Ze statistického hodnocení vyplývá, že ve výnosu hlíz nebyl mezi jednotlivými odrůdami zjištěn průkazný rozdíl.

Průměrný počet kusů hlíz na jednu rostlinu u sledovaných odrůd Karin, Skarlet, Rút, Zlata je uveden v grafu číslo 4.2.

Graf 4.2: Průměrný počet hlíz na jednu rostlinu (ks)

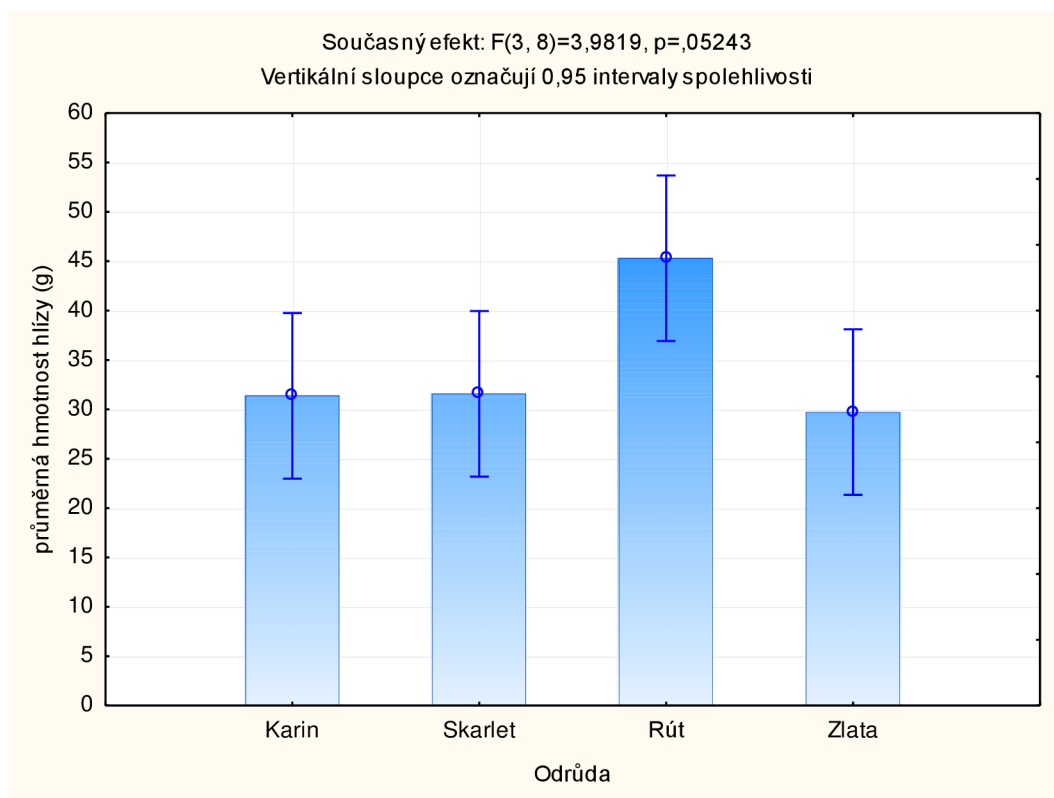


Zjištěné hodnoty průměrného počtu kusů hlíz na jednu rostlinu se pohybovaly v rozmezí od 22 kusů do 35 kusů. Nejvyšší počet hlíz na 1 rostlinu měla odrůda Zlata 35 kusů. Jen o 2 ks méně bylo u odrůdy Skarlet se 33 kusy. O dalších 9 kusů méně, než odrůda Skarlet měla odrůda Rút s 24 kusy. Nejnižší průměrný počet hlíz byl u odrůdy Karin, která měla 22 kusů, to je ještě o 2 ks méně než předchozí výsledek. Ze

statistického šetření vyplynulo, že jedna rostlina odrůdy Skarlet a Zlata vytvořily průkazně vyšší počet hlíz, než jedna rostlina odrůd Karin a Rút. Mezi těmito dvojicemi odrůd pak v počtu hlíz nebyl prokázán statisticky významný rozdíl.

Průměrná hmotnost jedné hlízy u sledovaných odrůd Karin, Skarlet, Rút, Zlata je uvedena v grafu číslo 4.3.

Graf 4.3: Průměrná hmotnost hlízy (g)



Hmotnost jedné hlízy se pohybovala v rozmezí od 29,73 g do 45,30 g. Pořadí odrůd od největší hmotnosti bylo Rút 45,30 g, Skarlet 31,57 g, Karin 31,37 g, Zlata 29,73 g.

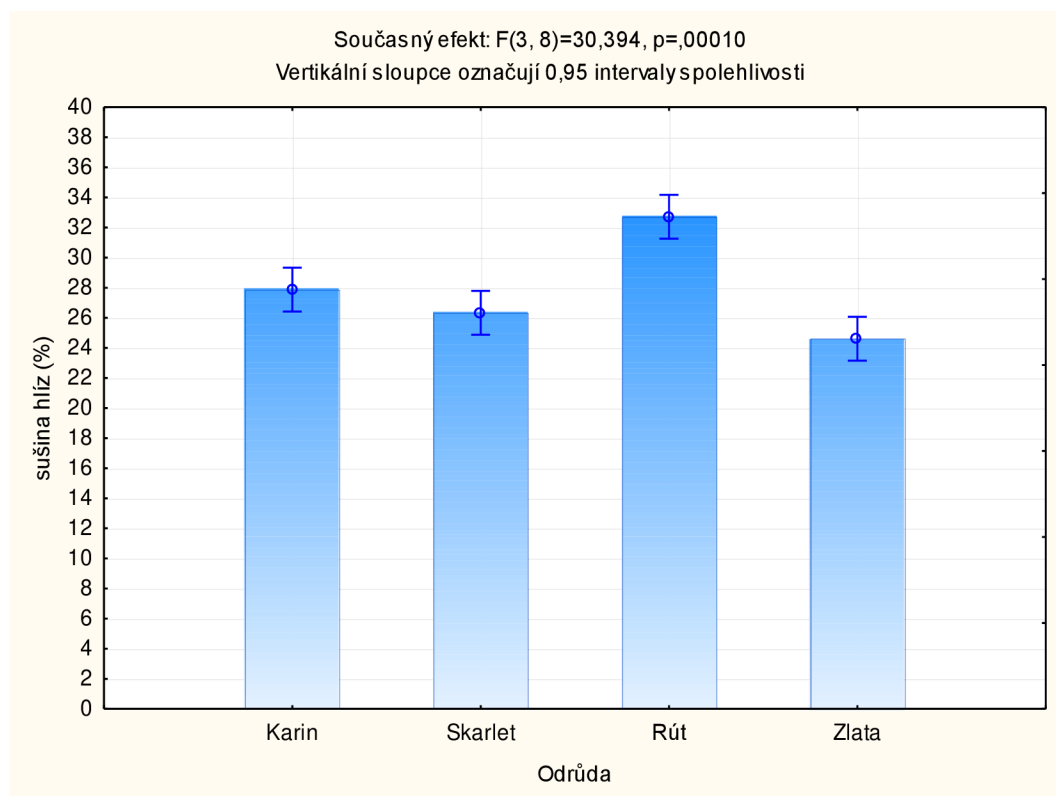
Mezi údaji o průměrné hmotnosti hlíz nebyly mezi jednotlivými odrůdami zjištěny statisticky průkazné rozdíly.

Celkové hodnocení odrůd ve všech kategoriích: výtěžek, průměrný počet kusů a hmotnost jednoho kusu byl následující: Nejvyšší výtěžek a největší hmotnost 1 hlízy řadí odrůdu Rút na první místo. Na druhém místě lze zařadit odrůdu Skarlet, která ve všech parametrech měla druhé nejlepší výsledky. Na třetím místě byla odrůda Zlata. Odrůdy Skarlet a Zlata měly velmi podobné výsledky ve všech kategoriích. Dva nejhorší výsledky a jeden předposlední měla odrůda Karin.

4.4 Posklizňové hodnocení hlíz

Výsledky laboratorních rozborů na obsahu sušiny hlíz u sledovaných odrůd Karin, Skarlet, Rút, Zlata jsou uvedeny v grafu číslo 4.4.

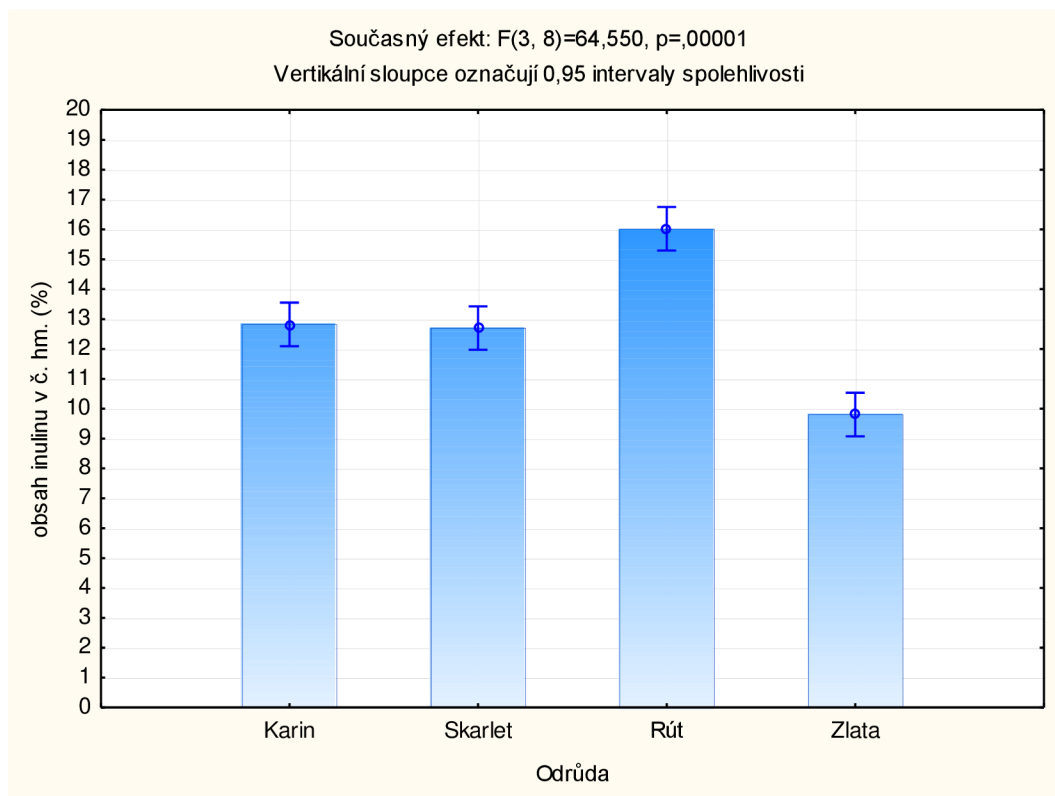
Graf 4.4: Sušina hlíz (%)



Zjištěné hodnoty obsahu sušiny z hlíz se pohybovaly v rozmezí od 24,61 % do 32,71 %. Nejvyšší obsah sušiny v hlíze (statisticky průkazně ve srovnání s ostatními odrůdami) měla odrůda Rút 32,71 % a nejnižší hodnota byla u odrůdy Zlata 24,61 %. Odrůda Karin měl hodnotu 27,87 %, to je o 4,84 % méně než odrůda Rút. Odrůda Skarlet měla 26,33 %, to je o 6,38 % méně než Karin.

Laboratorní výsledky obsahu inulinu v čerstvé hmotě u sledovaných odrůd Karin, Skarlet, Rút, Zlata jsou uvedeny v grafu číslo 4.5.

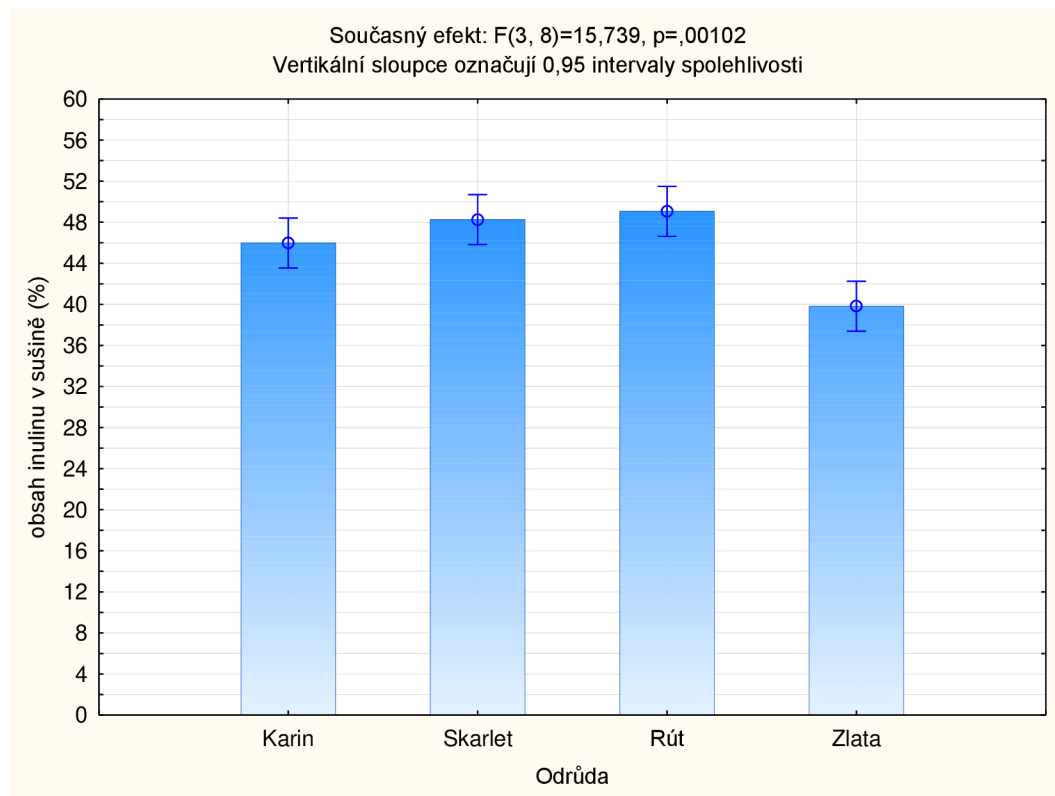
Graf 4.5: Obsah inulinu v čerstvé hmotě (%)



Zjištěné hodnoty obsahu inulinu v čerstvé hmotě se pohybovaly v rozmezí od 9,81 % do 16,02 %. Nejvyšší obsah inulinu v čerstvé hmotě měla odrůda Rút 16,02 % (podobně jako při hodnocení obsahu inulinu v sušině hlíz) a nejnižší hodnota byla u odrůdy Zlata 9,81 %, která se statisticky významně lišila od ostatních sledovaných odrůd. Odrůda Karin měl hodnotu 12,82 %, a velmi blízkou hodnotu jen o 0,5 % méně měla odrůda Skarlet 12,70 %, to jsou o 3,2 % a o 3,32 % nižší hodnoty, než měla odrůda Rút.

Laboratorní výsledky obsahu inulinu v sušině u sledovaných odrůd Karin, Skarlet, Rút, Zlata jsou uvedeny v grafu číslo 4.6.

Graf 4.6: Obsah inulinu v sušině (%)



Zjištěné hodnoty obsahu inulinu v sušině se pohybovaly v rozmezí od 39,82 % do 49,06 %. Nejvyšší obsah inulinu v sušině hmotě měla odrůda Rút 49,06 %. Nejnižší hodnota byla u odrůdy Zlata 39,82 %, statisticky průkazně ve srovnání s ostatními odrůdami. Odrůda Skarlet měla hodnotu 48,25 %, to je o 0,81 % méně než Rút. Odrůda Karin měla 45,97 %, to je o 2,28 % méně než odrůda Skarlet.

Celkové hodnocení odrůd v laboratorních parametrech obsah sušiny v hlíze, obsah inulinu v čerstvé hmotě a obsah inulinu v sušině byl následující: odrůda Rút měla všechny naměřené hodnoty nejvyšší. Odrůda Zlata měla všechny naměřené hodnoty nejnižší. Odrůdy Karin a Skarlet měly blízké hodnoty v obsahu sušiny v hlíze a obsahu inulinu v čerstvé hmotě, ale hodnota obsahu inulinu v sušině měla odrůda Skarlet vyšší než odrůda Karin.

4.5 Využití sušiny hlíz na topinamburovou mouku

4.5.1 Výroba topinamburové mouky

Postup přípravy topinamburové mouky byl vyvinut následovně. Hlízy topinamburu se řádně promyly ve vodě. Pak se hlízy vložily se do speciální pračky, kde se očistily od zeminy. Hlízy byly ručně rozříděny. Nevhodné hlízy, jako nahnilé se odstranily.

Čisté hlízy byly nakrouhány průmyslovým struhadlem na jemné proužky. Nakrouhaná směs se vložila mezi dvě síta, aby byla stlačena a zbavena šťávy. Takto získaná surovina se rozložila na filtrační papíry do sušičky. Topinamburová sušina se sušila při teplotě 75 °C bez přímého přístupu tepla po dobu 8 hodin.

Sušina se dala semlít v kuchyňském robotu mezi ostrými noži. Vzniklá mouka se prosévala přes síto, které mělo velikost ok 0,04 mm. Krupice vznikla proséváním přes síto, jež mělo velikost ok 2 mm. Mouka se uchovávala v dobře uzavíratelných skleněných nádobách.

4.6 Topinamburové mouka v potravinářských aplikacích

Usušené hlízy topinamburu byly namlety na topinamburovou krupici a topinamburovou mouku obrázek číslo 4.12. Následně byla mouka použita do sladké lité hmoty nebo kynuté hmoty. Při hodnocení byly použity jen některé sensorické smysly hodnocení vzorků.



Obrázek 4.12: Výroba topinamburové mouky zleva: topinamburová sušina, topinamburová krupice a topinamburová mouka (foto: Zikmunda)

Topinamburová mouka v lité hmotě byla použita čtyřikrát:

A-topinamburová mouka nahradila cukr a polovinu mouky

B-topinamburová mouka nahradila cukr a třetinu mouky

C-topinamburová mouka nahradila polovinu mouky

D-topinamburová mouka nahradila třetinu mouky.



Obrázek 4.13: Zleva vzorek A, B, C, D (foto: Zikmunda)

Hodnocení vzorků A, B, C, D uvádí tabulka číslo 4.3, se stupnicí hodnocení 0 až 5, kdy 5 je nejlepší výsledek. Všechny hmoty vzorků A, B, C, D se tvořily lehce, snadno se nalévaly do forem.

Tabulka 4.1: Senzorické hodnocení vzorků A, B, C, D

Vzorek	A	B	C	D
Tvar	4	5	5	5
Barva	tmavě hnědá	hnědá	světle hnědá	okrová
Chuť	2	3	4	5
Vůně	1	1	1	1
Pórovitost střídy	5	5	5	5
Vláčnost střídy	5	5	5	5
Pružnost střídy	5	5	5	5

Hodnocení vzorků A, B, C, D lze vyvodit tyto závěry. Vzorky C a D byly velmi chutné, vyrovnaly by se běžné potravině stejného druhu. Vzorky A, B by mohli do svého jídelníčku zařadit diabetici, protože neobsahovali žádný cukr.

Topinamburová krupice v kynuté hmotě byla použita dvakrát:

E-topinamburová krupice nahradila třetinu mouky

F-topinamburová krupice nahradila polovinu mouky

Topinamburová mouka v kynutém těstě byla použita dvakrát:

G-topinamburová mouka nahradila třetinu mouky

H-topinamburová mouka nahradila polovinu mouky.



Obrázek 4.14: Zleva vzorek E, F, G, H (foto: Zikmunda)

Hodnocení vzorků E, F, G, H uvádí tabulka číslo 4.4, se stupnicí hodnocení 0 až 5, kdy 5 je nejlepší.

Tabulka 4.2: Senzorické hodnocení vzorků E, F, G, H

Vzorek	E	F	G	H
Tvar	3	3	5	5
Barva	okrová	světle hnědá	hnědá	tmavě hnědá
Chuť	5	4	3	2
Vůně	1	1	1	1
Pórovitost střídy	1	1	0	0
Vláčnost střídy	3	3	2	1
Pružnost střídy	3	3	2	1

Hmoty vzorků E, F, G, H se obtížně spojovaly. Nejhůře se hmota tvořila ze vzorku H. Hmota dvakrát déle nabývala, než je běžné kynutí hmoty. Hmota nebyla pórovitá, byla stále hutná. Z výsledků hodnocení vzorků E, F, G, H vyplývá závěr: do kynoucího těsta je vhodnější použít topinamburovou krupici.

Použitá topinamburová mouka byla lépe hodnocena v lité hmotě než v kynoucí hmotě.

5 Diskuse

Kasal et al. (2016) uvádí výnosy odrůdy Karin 40 t/ha, Skarlet 39 t/ha, Rút 38 t/ha, Zlata 48 t/ha. Výsledek mého pokusu u odrůdy Skarlet 40,74 t/ha se jeho hodnotě nejvíce přiblížil. Výsledek odrůdy Rút 42,62 t/ha byl vyšší o 4,62 t/ha, než uvádí Kasal et al. (2016). Výsledek odrůdy Zlata 40,20 t/ha byl nižší o 8 t/ha, než uvádí Kasal et al. (2016). Největší rozdíl byl u výsledku odrůdy Karin 26,3 t/ha, který byl o 16 t/ha menší, než uvádí Kasal et al. (2016)

Autoři uvedení v tabulce 4.3 uvádějí výnosy hlíz v rozmezí od 11,45 t/ha do 70 t/ha. Průměrný výnos čtyř sledovaných odrůd 37,47 t/ha je srovnatelný s údaji o výnosech, které uváděli Denoroy (1996), Bárta a Diviš (2011), Jůzl et al. (2000). Výsledek se přibližuje i k údaji, který uvádí Čepl et al. (1997 u odrůdy Běloslupké.

Tabulka 5.1: Tabulka autorů uvádějící výnos hlíz v t/ha

Uvádí	Výnos t/ha
Denoroy (1996)	20-70 t/ha
Bárta a Diviš (2011)	20-40 t/ha
Petříková (2015)	10,99 t/ha
Jůzl et al. (2000)	15-50 t/ha
Stanley et al. (2008) odrůda Columbia	41,4 t/ha
Stanley et al. (2008) odrůda Oregon White	40 t/ha
Izsáki a Németh Kádi (2013)	11,45 t/ha
Izsáki a Németh Kádi (2013) půda obohacena o NPK	50 t/ha
Čepl et al. (1997) odrůdy: Běloslupké	32 t/ha
Čepl et al. (1997) odrůdy: Bárdi	48,4 t/ha
Kasal et al. (2013) odrůda Běloslupké	43,6 t/ha

Pas'ko (1973) uvádí hmotnost středních hlíz 20-50 g. Petříková (2015) uvádí hmotnost hlíz 20-140 g. Všechny sledované odrůdy Karin, Skarlet, Rút i Zlata měly průměrnou hmotnost jedné hlízy okolo 30 g a více. Získané výsledky jsou srovnatelné s údaji, které uvádí Pas'ko (1973) i Petříková (2015).

Výsledky u odrůd Zlata 24,61 %, Skarlet 26,33 % a Karin 27,87 % obsahu sušiny v čerstvé hmotě hlíz jsou srovnatelné s rozpětím hodnot 15-25 %, které uvádí Bárta a

Diviš (2008). Výsledek u odrůdy Rút 32, 71 % převyšuje o 7,71 % uváděnou horní hodnotu.

Bárta a Diviš (2008) uvádí, že se obsahu inulinu v čerstvé hmotě pohybuje v rozmezí 13-20 %. Výsledek u odrůdy Rút 16,02 % lze zařadit do uvedeného rozmezí. U odrůd Karin 12,82 % a Skarlet 12,70 % se získané výsledky odchylovaly jen o 0,18 % a o 0,3 % od spodní hranice uváděného rozmezí. Výsledek odrůdy Zlata 9,81 % je o 3,19 % nižší, než je spodní hranice rozmezí.

Neumova (2020) ve svých pokusech nahradila 6 % pšeničné mouky topinamburovou moukou u pekařských produktů. V provedených pokusech bylo nahrazeno 33 % a 50 % pšeničné mouky topinamburovou moukou. Vzorčky byly obohaceny o inulin, který napomáhá správné funkci trávicí soustavy.

Závěr

Cílem diplomová práce bylo zhodnotit vybrané biologické, produkční a zpracovatelské vlastnosti hlíz topinamburu hlíznatého (*Helianthus tuberosus* L.) v maloparcelovém pokusu. Vzhledem k získaným výsledkům lze uvést tyto závěry:

Vybrané čtyři odrůdy Karin, Rút, Skarlet mají různé biologické a produkční vlastnosti.

Hypotéza o nejvyšším výnosu hlízy odrůdy Zlata se nepotvrdila. Odrůdy Rút (42,62 t/ha) a Skarlet (40,74 t/ha) v pokusu dosáhly vyšší výnosy hlíz než odrůda Zlata (40,20 t/ha).

Hypotéza o odrůdě, která bude mít nejmenší počet hlíz na rostlině a zároveň největší hmotnost jedné hlízy se nepotvrdila. U odrůdy Karin byl nejmenší počet hlíz na jednu rostlinu 22 kusů a hmotnost jedné hlízy bylo 31,37 g. Ale největší hmotnost jedné hlízy 45,30 měla odrůda Rút.

Výsledky potvrdily obrácenou variantu: největší počet hlíz bude odpovídat nejmenší hmotnosti jedné hlízy. U odrůdy Zlata největší průměrný počet 35 hlíz odpovídá nejmenší hmotnost jedné hlízy 29 g.

Odrůda Rút dosáhla pět nejlepších výsledků u sledovaných šesti parametrů: výnos 42,6 t/ha, hmotnost hlízy 45,30 g, obsah sušiny v hlízách 32,71 %, obsah inulinu v čerstvé hmotě 16,02 %, obsah inulinu v sušině 49,06 %.

Pokusu potvrdil, že se hlízy topinamburu dají vysušit a následně rozemlít na topinamburovou mouku nebo hrubší variantu topinamburovou krupici. Část mouky v produktech lze nahradit topinamburovou moukou či topinamburovou krupicí.

Laboratorní výsledky potvrdily obsah inulinu v sušině. Nejvíce inulinu v sušině měla odrůda Rút 49,06 %. Také produkty vyrobené z topinamburové mouky budou mít vyšší dietetickou výživovou hodnotu.

V pokusu byly zjištěny tyto vlastnosti topinamburové mouky. Topinamburová mouka může částečně nahradit jiný druh mouky. Čím je nahrazeno větší množství mouky, tím je výsledný výrobek tmavší. Vhodnější je používat topinamburovou mouku do nekynoucích těst. Zde může nahradit jiný druh mouky, v pokusu bylo nahrazeno 50 % předepsané mouky. V kynutých těstech lze také nahradit část mouky za topinamburovou. Zde bylo zjištěno, čím je použito větší množství topinamburové mouky, tím se hůře vytváří těsto. Čím je nahrazeno větší množství mouky, tím je výsledný výrobek tmavší.

Ze sledovaných výsledků lze vyvodit i zdravotní benefity topinamburové mouky. Laboratorní výsledky potvrdily, že topinamburová mouka obsahuje inulinu. Proto topinamburová mouka obohatí potraviny o inulin, který napomáhá správné funkci trávicí soustavy.

Seznam použité literatury

Alex, J.F. a Switzer, C.M. (1976). Ontario weeds. *Ontario Ministry of Agriculture Food, Pub.*, 505: 200.

Barta, J. (1993). Jerusalem artichoke as a multipurpose raw materiál for food products of high fructose or inulin content, In: Fuchs, A. (Eds.). *Inulin and Inulin-Containing Crops*. Elsevier, Amsterdam, pp. 323-339.

Bárta, J. et al. (2011): Topinambur hlíznatý. In: Moudrý (Eds.). *Alternativní plodiny*. První vydání. ProfiPress, Praha, pp. 102-105. ISBN 978-80-86726-40-3.

Bárta, J. a Diviš, J. (2008): Topinambur. In: Prugar, J. et al. *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí*, Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, pp. 258-260. ISBN 978-80-86576-28-2.

Cabezas, M. et al. (2002). Inulin and sugar contents in *Helianthus tuberosus* and *Cichorium untybus* tubers: Effect of postharvest storage temperature. *Journal of Food*, 67 (8): 2860-2865.

Čepl, J. et al. (1997). *Technologie pěstování a užití topinamburu. Metodika pro zemědělskou praxi*. ÚZPI, Praha 2. ISBN 80-86153-08-8.

Čížek, M. et al. (2013). *Metodika využití topinamburu v krmných směsích pro zvířata*. Výzkumný ústav bramborářský, Havlíčkův Brod. ISBN 978-80-86940-44-1.

Dambroth, M. (1984). Topinambur-eine Konkurrenz für den Industriekartoffelanbau? *Der Kartoffelbau*, 35: 450-453.

Dambroth, M. et al. (1992). Untersuchungen zum Knollenansatz und Knollenwachstum bei Topinambur (*Helianthus tuberosus* L.). *Landbauforschung Völkensode*, 42(4): 207-215.

Daniľenko, H. et al. (2008). Quality of Jerusalem Artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) Tubers in Relation to storage Conditions. *Not. Bot. Agrobot*, 36 (2): 23-27.

Denoroy, P. (1996). The crop physiology of *Helianthus tuberosu* L.: A model orientated view. *Biomass and Bioenergy*, 11 (1):11-32

Diviř, J. et al. (2000). *Pěstování rostlin*. První vydání. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích Zemědělská fakulta, České Budějovice. ISBN 80-7040-456-6.

Dostálek, P. (2000). *Česká biozahrada*. Fontána, Olomouc. ISBN 80-86179-46-X

Edelman, J. a Jefford, T. (1968). The mechanism of fructosan metabolism in higher plants as exemplified in *Helianthus tuberosus*. *New Phytol*, 67: 517-531.

Flickinger, E. A. et al. (2003). Nutritional responses to the presence of inulin and oligofructose in the diets of domesticated animals. *Cri. Rev. Food Sci*, 43: 19-60.

Hradil, R. et al. (2000). *Česká biozahrada*. Fontána, Olomouc. ISBN 80-86179-46-X.

Jůzl, M. et al. (2000). *Rostlinná výroba III. (Okopaniny)*. Mendlova zemědělská a lesnická univerzita, Brno. ISBN 80-7157-446-5.

Kasal, P. et al. (2001). Topinambur- znovuobjevená plodina. *Úroda*, 49(1): 23-25.

Kasal, P. et al. (2013). *Metodika pro výběr optimálních technologických postupů*. Výzkumný ústav bramborářský, Havlíčkův Brod. ISBN 978-80-86940-70-0.

Kasal, P. et al. (2016). *Pěstování a užití topinamburu u malopěstitelů a na zahrádkách* *pěstování topinamburu s důrazem na užitkový směr pěstování*. Výzkumný ústav bramborářský, Havlíčkův Brod. ISBN 978-80-86940-45-8.

Kaur, N. a Gupta, A. (2001). Applications of inulin and oligofructose in health and nutrition. *Journal of Bioscience*, 27: 703-714.

Kemph, S. et al. (2009). *Sensory Evaluation: A Practical Handbook*. John Wiley & Sons, Oxford. ISBN 1444360515.

Kincl, L. et al. (2003). *Biologie rostlin pro gymnázia*. Třetí přepracované vydání. Fortuna, Praha. ISBN 80-7168-736-7.

McGee, H. (1992). Taking the wind out of the sunroot. In: *The Curious Cook*, Harper-Collins, London, pp. 74-88.

McLaurin, W. J. et al. (1999). Jerusalem artichoke growth, development, and field storage. I. Numerical assessment of plant part development and dry matter acquisition and allocation, *J. Plant*, 22: 1303-1313.

Modler, H. W. et al. (1993). The effect of long-term storage on the fructo-oligosaccharide profile of Jerusalem artichoke tubers some observations on processing. In: Fuchs, A. (Eds.). *Inulin and Inulin-Containing Crops*. Elsevier, Amsterdam, pp. 57-64

Moudrý, J. et al. (2011). *Alternativní plodiny*. Profi Presss, Praha. ISBN 978-80-8672-640-3.

Naumova, N. et al. (2020). On the effectiveness of using topinambur powder in the recipe of grain bread. *Bulgarian Journal of Agricultural science*, 26 (3):701-707.

Opekar, F. (2010). *Základní analytická chemie*. Karolinum, Praha. Druhý vydání. ISBN 978-80-246-1775-6.

Pas'ko, N. M. (1973). Basic morphological features for distinguishing varieties of Jerusalem artichoke. *Trudy po Prikladnoy Botanike, Genetike i Seleksii.*, 50(2), 91-101.

Petříková, V. (2015). Topinambur hlíznatý. In: Petříková, V a Weger, J. *Pěstování rostlin pro energetické a technické využití*. Profi Press, Praha, pp. 86-91. ISBN 978-80-86726-69-4.

Pokorný, J. et al. (1999). *Senzorická analýza potravin*. První vydání. VŠCHT, Praha. ISBN 80-708-0329-0.

Roberfroid, M. B. a Delzenne, N. M. (1998). Dietary fructans. *Ann.Rev*, 18: 117-143.

Seiler, G. J. a Campbell, L. G. (2004). Genetic variability for mineral element concentration of wild Jerusalem artichoke forage. *Crop Sci*, 44: 289-292.

Schittenhelm, S. (1999). Agronomic performance of root chicory, Jerusalem artichoke, and sugarbeet in stress and nonstress environments. *Crop Sci*, 39: 1815-1823.

Somda, Z. C. et al. (1999). Jerusalem artichoke growth, development, and field storage. II. Carbon and nutrient allocation and redistribution. *J. Plant*, 22: 1315-1334.

Stanley, J. et al. (2008). *Biology and Chemistry of Jerusalem Artichoke (Helianthus tuberosus l.)*. CRC Press. ISBN 1-4200-4495-8.

Stauffer, M. D. et al. (1981). Growth, yield and compositional characteristics of Jerusalem artichoke as they relate to biomass production. In: Klass, D.L. and Emert, G. H. (Eds.), *Fuels from Biomass and Wasters.*, Ann Arbor Science, Ann Arbor, MI, pp. 79-97.

Svobodová, A. et al. (2020). Vliv genotypu topinamburu s ohledem na obsah inulinu v hlízách. In: Ptáček, J. (Eds.). *Vědecké práce*. Výzkumný ústav bramborářský, Havlíčkův Brod, roč. 26, pp. 57-63. ISSN 1802-940X.

Šimon, J. et al. (1964). *Rostlinná výroba: učebnice pro vysoké školy zemědělské 2. 1. vydání*. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.

Turner, N. J. a Szczawinski, A. F. (1978). *Wild Coffee and Tea Substitutes of Canada*. National Museums of Canada, Ottawa, Ontario.

Zubr, J. (1986). Methanogenic fermentation of fresh and ensiled plant materials. *Bio-mass*, 11: 156-171.

Zubr, J. (1987). Biomass for energy from field crops. *Int. J. Solar Energy*, 6: 33-50.

Internetové zdroje

Anonym (2022a). *Leták kaufland kaufland akční leták 89934 strana13*. [online] [cit. 5. 1. 2022]. Dostupné z: <https://www.akcniletaky.com/letak-kaufland-kaufland-akcni-letak-89934strana13/>

Anonym (2022b). *Mapy cz*. [online] [cit. 5. 3. 2022]. Dostupné z: <https://mapy.cz/zakladni?x=15.5104709&y=49.6615333&z=13>

Anonym (2022c). *Nahlížení do katastru nemovitostí*. [online] [cit. 5. 3. 2022]. Dostupné z: <https://sgi-nahlizenidokn.cuzk.cz/marushka/default.aspx?themeid=3&MarExtent=-990320.44597457629%20-1239836%20-346646.55402542371%20-923033&MarWindowName=Marushka>

Izsáki, Z. a Németh K. G. (2013). Biomass Accumulation and Nutrient Optake of Jerusalem Artichoke (*Helianthus tuberosus* L.). American Journal of Plant Sciences. [online]. [cit. 19. 2. 2022]. Dostupné z: <https://www.scirp.org/journal/paperinformation.aspx?paperid=35465>

Kávoviny.cz (2022). *Naše výrobky cerealní nápoje melta top 230g bez kofeinu*. [online] [cit. 10. 2. 2022]. Dostupné z: <https://www.kavoviny.cz/nase-vyrobky/cerealni-napoje/melta-top-230g?l=bezkofeinu>

Seznam obrázků

Obrázek 1.1: Květenství odrůdy Zlata (foto: Zikmunda)	12
Obrázek 1.2: Hlízy topinamburu v letáku obchodního řetězce (Zdroj: Anonym 2022a)	18
Obrázek 1.3: Využití topinamburu pro krmné účely (foto: Zikmunda).....	20
Obrázek 3.1: Lokalizace místa pokusu (Zdroj: Anonym 2022b).....	27
Obrázek 3.2: Schématický obrázek pokusu (Zdroj: Anonym 2022c).....	29
Obrázek 4.1: Stav porostu odrůdy Karin 15. 6. 2021 (foto: Zikmunda).....	34
Obrázek 4.2: Stav porostu odrůdy Karin 25. 6. 2021 (foto: Zikmunda).....	34
Obrázek 4.3: Stav porostu 7. 7. 2021 odrůda Karin (foto: Zikmunda)	35
Obrázek 4.4: Stav porostu 24. 8. 2021 odrůda Skarlet (foto: Zikmunda).....	35
Obrázek 4.5: Stav porostu 24. 8. 2021 odrůd zleva: Zlata, Skarlet, Rút, Karin (foto: Zikmunda).....	36
Obrázek 4.6: Stav porostu 20. 9. 2021 odrůd zleva: Zlata, Skarlet, Rút, Karin (foto: Zikmunda).....	36
Obrázek 4.7: Stav porostu 28. 9. 2021 odrůd zleva: Zlata, Skarlet, Rút, Karin (foto: Zikmunda).....	37
Obrázek 4.8: Stav porostu 22. 10. 2021 odrůd zleva: Zlata, Skarlet, Rút, Karin (foto: Zikmunda).....	37
Obrázek 4.9: Stav porostu 18. 11. 2021 odrůd zleva: Zlata, Skarlet, Rút, Karin (foto: Zikmunda).....	38
Obrázek 4.10: Sklizené odrůdy zleva: Karin, Rút, Skarlet, Zlata (foto: Zikmunda) .	38
Obrázek 4.11: Jednotlivé odrůdy zleva: Karin, Rút, Skarlet, Zlata (foto: Zikmunda)	39
Obrázek 4.12: Výroba topinamburové mouky zleva: topinamburová sušina, topinamburová krupice a topinamburová mouka (foto: Zikmunda).....	45
Obrázek 4.13: Zleva vzorek A, B, C, D (foto: Zikmunda)	46
Obrázek 4.14: Zleva vzorek E, F, G, H (foto: Zikmunda).....	47

Seznam tabulek

Tabulka 1.1: Průměrné látkové složení hlíz topinambur	14
Tabulka 3.1: Průběh počasí v roce 2021	28
Tabulka 3.2: Schéma pokusu	30
Tabulka 3.3: Složení vzorků A, B, C, D	33
Tabulka 3.4: Složení vzorků E, F, G, H.....	33
Tabulka 4.1: Sensorické hodnocení vzorků A, B, C, D.....	46
Tabulka 4.2: Sensorické hodnocení vzorků E, F, G, H.....	47
Tabulka 5.1: Tabulka autorů uvádějící výnos hlíz v t/ha	48

Seznam grafů

Graf 4.1: Výnos hlíz (t/ha)	39
Graf 4.2: Průměrný počet hlíz na jednu rostlinu (ks).....	40
Graf 4.3: Průměrná hmotnost hlízy (g)	41
Graf 4.4: Sušina hlíz (%).....	42
Graf 4.5: Obsah inulinu v čerstvé hmotě (%)	43
Graf 4.6: Obsah inulinu v sušině (%).....	44
