

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra chemie



**Obsahové látky v hlízách jakonu (*Smallanthus
sonchifolius*)**

Bakalářská práce

Kristina Heřmanová

Výživa a potraviny

Ing. Matyáš Orsák, Ph.D.

© 2020 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Obsahové látky v hlízách jakonu (*Smallanthus sonchifolius*)" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské 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 bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 9.7.2020

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucímu své bakalářské práce panu Ing. Matyáši Orsákovi, Ph.D. za odbornou pomoc, ochotu a věnovaný čas. Dále bych chtěla poděkovat své rodině a přátelům za podporu při studiu i při vzniku této práce.

Obsahové látky v hlízách jakonu (*Smallanthus sonchifolius*)

Souhrn

Jakon původem pocházející z jihoamerických And se konzumuje již po staletí. V Incké říši byl velmi hojně pěstován a využíván jako potravina i jako součást tradiční medicíny. Do nedávna byl ovšem znám pouze obyvatelům a farmářům v Peru, Ekvádoru a Bolívii, a to pouze pro domácí použití, nikoli pro průmyslové zpracování. Během dvacátého století jakon dorazil do Evropy a po mnohaletém zkoumání byl potvrzen obsah prospěšných látek na lidské zdraví jak v jakonových hlízách, tak v jeho listech, a jakon byl doporučen jako vhodný zdroj potravy. V průběhu posledních let byl o jakon projeven zájem a mnohé studie se jím začaly zabývat. Testy prokázaly mnoho léčivých účinků a obsah zdraví prospěšných látek, zájem o jakon tedy stoupl ještě více, a to jak u obyvatel And, tak po celém světě.

Předmětem této bakalářské práce bylo zhodnotit, zda hlízy jakonu obsahují látky, které pozitivně působí na lidský organismus. Zaměřuje se především na obsah antioxidantů, inulinu a fruktooligosacharidů. Dalším záměrem bylo zjistit, zda je jakon vhodnou plodinou pro pěstování v České republice.

Výsledky potvrzují, že jakonové hlízy obsahují antioxidanty, a to v podobě polyfenolických sloučenin, především kyseliny chlorogenové, která je v hlízách zastoupena nejvíce. Hlízy dále obsahují zásobní látku inulin a fruktooligosacharidy, které mají v těle podobnou funkci. Obě látky projdou trávicím traktem nestráveny a fermentují až v tlustém střevě, což znamená, že se nerozkládají na monosacharidy a nezvyšují tak jejich hladinu v krvi. Díky tomu jsou hlízy jakonu vhodnou potravinou pro diabetiky. Obě látky zároveň působí jako rozpustná vláknina a mají prebiotické účinky, čímž chrání střevo i střevní mikrobiom a slouží tak jako prevence proti rakovině. Modulují také imunitní systém, zamezují ukládání tukových buněk v cévách, čímž snižují riziko vzniku kardiovaskulárních onemocnění, regulují hladinu cholesterolu a pomáhají vstřebávat minerální látky.

Díky obsahu těchto a dalších důležitých látek můžeme říci, že jakon je skutečně vhodnou potravinou a může sloužit nejen jako prevence, ale i podpora léčby některých civilizačních chorob.

Jelikož je jakon velmi přizpůsobivá a nenáročná rostlina, jeho pěstování na území České republiky je úspěšné, a to i přesto, že původně pochází z tropických oblastí.

Klíčová slova: antioxidant, diabetes, inulin, kaudex, polyfenol

Substances contained in yacon tubers (*Smallanthus sonchifolius*)

Summary

Yacon, a native plant of the South American Andes has been consumed for centuries. It was very widely cultivated in the Inca Empire and it was also used as food and as a part of traditional medicine. However, until recently it was only known to residents and farmers in Peru, Ecuador and Bolivia and only for domestic use, not for industrial processing. During the twentieth century yacon moved to Europe and after many years of research the content of beneficial substances for human health was confirmed in both yacon tubers and its leaves. Yacon was then recommended as a suitable food source. Over the last years interest in yacon has been shown and many studies have started to look into it. Tests have shown many healing effects and content of beneficial substances, which made yacon even more interesting for both the Andes inhabitants and the rest of the world.

The aim of this bachelor thesis was to evaluate whether the yacon tubers contain substances that have a positive effect on the human organism. It focuses mainly on the content of antioxidants, inulin and fructooligosaccharides. Another aim was to find out if yacon is suitable for cultivation in the Czech Republic.

The results confirm that yacon tubers contain antioxidants in the form of polyphenolic compounds, especially chlorogenic acid that occurs the most. The tubers also contain inulin, used as energy storage, and fructooligosaccharides. They both have a similar function in human body. Both substances pass through the digestive tract undigested and ferment only in the large intestine, which means they do not break down into monosaccharides and do not increase the level of them in blood. This makes the yacon tubers a suitable food for diabetics. At the same time, both substances act as a soluble fiber and have prebiotic effects, through which they protect the intestine and intestinal microbiome, thus prevent cancer. They also modulate the immune system, prevent the deposition of fat cells in the blood vessels, thereby they reduce the risk of cardiovascular disease, they regulate cholesterol and help to absorb minerals.

Thanks to the content of these and other important substances, we can say that yacon is indeed a suitable food and can be used not only as a prevention but also to support the treatment of certain civilization diseases.

As yacon is a very adaptable and undemanding plant, its cultivation in the Czech Republic is successful, even though it originally comes from tropical areas.

Keywords: antioxidant, diabetes, inulin, caudex, polyphenol

Obsah

1 Úvod	7
2 Cíl práce.....	8
3 Literární rešerše.....	9
3.1 Jakon (Smallanthus sonchifolius).....	9
3.1.1 Původ a rozšíření	10
3.1.2 Jakon v České republice	11
3.1.3 Pěstování jakonu v České republice	12
3.1.4 Anatomie jakonu.....	13
3.1.5 Morfologie a taxonomie	14
3.1.6 Hlízy jakonu.....	17
3.1.7 Listy jakonu	18
3.1.8 Příbuzné rostliny jakonu z čeledi hvězdnicovité	19
3.2 Chemické složení hlíz jakonu.....	26
3.2.1 Inulin.....	27
3.2.2 Fruktooligosacharidy	29
3.2.3 Fenolové kyseliny	31
3.2.4 Rozdíly ve složení jakonu, brambor, topinamburu a čekanky.....	33
3.3 Zdravotní přínosy jakonu	34
3.3.1 Prebiotické účinky jakonu	35
3.4 Diabetes.....	36
3.4.1 Původ a rozšíření	37
3.4.2 Jakon a jeho vliv na léčbu diabetes.....	38
3.5 Rakovina	40
3.6 Kardiovaskulární onemocnění.....	41
3.7 Antioxidanty	43
3.8 Imunita.....	44
4 Závěr	45
5 Literatura.....	46

1 Úvod

Člověk pro správné fungování metabolismu potřebuje kromě základních živin celou řadu nezbytných látek, které získává z potravy. Přestože nám dnešní doba poskytuje pestrost stravy dříve nebývalou, velké procento populace, především v ekonomicky vyspělých zemích, se potýká s nesprávnými výživovými návyky. V našem jídelníčku se vyskytuje příliš mnoho cukrů a tuků, což vede ke zvýšenému výskytu tzv. civilizačních chorob a obezity. Nedostatek vitamínů a stopových prvků pak nahrazujeme potravinovými doplňky v tabletách. Používáme syntetické „spalovače tuků.“

Řada lidí se v poslední době vrací k rostlinám a plodinám, které pěstovali a používali již naši předkové a využívali jejich mnohdy blahodárné účinky na naše zdraví. Tyto plodiny dnes také nazýváme superpotravinami – nejen pro vysoký obsah minerálních látek a vitamínů, ale i pro jejich poměrně snadné pěstování na mnoha místech naší planety. K těmto plodinám patří i jakon, jímž se zabývá tato práce.

2 Cíl práce

Hlavním cílem předložené bakalářské práce bylo zjistit, zda je jakon vhodným zdrojem antioxidantů a jestli jsou jeho hlízy zdrojem i jiných pozitivně působících látek na lidské zdraví, dále pak vypracovat literární přehled obsahových látek jakonu.

Doplňujícím cílem bylo zjistit, zda je jakon vhodná plodina pro pěstování v podmínkách České republiky.

3 Literární rešerše

3.1 JAKON (*SMALLANTHUS SONCHIFOLIUS*)

Jakon (*Smallanthus sonchifolius*) ((Poepp. & Endl.) H. Robinson) je vytrvalá hlízová rostlina patřící do čeledi Asteraceae. Patří mezi kořenové plodiny pocházející z Jižní Ameriky, konkrétně z oblasti And, a může dosahovat výšky až dva a půl metru. Výnos hlíz může činit až 67 tun čerstvé hmoty na jeden hektar.

Jakon je oblíbenou plodinou především pro svůj šťavnatý hlízový kořen, tvarově podobný kořenu sladkých brambor, který je bohatý na vodu, fruktooligoacharidy a fenolické sloučeniny (Pereira et al. 2016). Díky velkému množství FOS je ideálním přírodním sladidlem, která jsou v dnešní době velmi populární. Pro své vlastnosti je jakon považován za funkční potravinu (Choque et al. 2013; Cuervo et al. 2018).

Tato rostlina je již dlouhou dobu významným hospodářským druhem, většinu času ovšem jen v zemích svého původu. V současné době je v Evropě pouze méně významnou plodinou a k dispozici je jen malé množství informací o enviromentálních a ekonomických dopadech různých kultivačních systémů (Wagner et al. 2019).

V České republice se jakon teprve začíná dostávat do povědomí, ale jelikož vykazuje vynikající zemědělské vlastnosti, například se snadno přizpůsobí výšce a různým půdním a povětrnostním podmínkám, ve světě je již velmi populární (Pereira et al. 2016).

Jakon se běžně využívá jako surovina k výrobě produktů bohatých na inulin a fruktózu, což jsou především přírodní sladidla, zeleninové či ovocné konzervy, cukrářské a pekařské výrobky nebo nealkoholické nápoje. Hlízy jakonu se konzumují syrové i tepelně opracované, je možné je dále zpracovávat a přidávat do různých výrobků.

Lodyha s listy se může uvařit a podávat jako zelenina. Nadzemní hmota se však často využívá i jako krmivo, protože vytváří bohatou biomasu (zhruba 35 t/ha), která obsahuje 31 – 38 % sacharidů, 11 – 17 % bílkovin a 2 – 7 % tuku v sušině. Další výhodou je, že nadzemní hmota po osečení rychle obrůstá. Vhodným krmivem pro skot jsou také kořenové hlízy, neboť se inulin velice rychle metabolizuje (Michl et al. 1995). Listy jakonu se louhují a konzumují v podobě čajů (Ueda et al. 2019).

Jakon se hodí do každého jídelníčku, látky v něm jsou prospěšné pro diabetiky, celiaky, lidi s obezitou i s vysokým cholesterolem či krevním tlakem a spousty dalších (Kasal et al. 2019). Jelikož jakon pochází z tropů, je v širokém rozsahu tolerantní k vyšším teplotám, pokud se ovšem teplota dostane pod 0 °C, nadzemní části se poškodí a může dojít až ke zničení. Podzemní části jsou poškozeny pouze tehdy, pronikne-li mráz až k nim.

Rostlina není příliš citlivá na délku světelného dne a není náročná na půdní podmínky. Ideální jsou dostatečně propustné půdy bohaté na humus, naopak nevhodné jsou půdy těžké a příliš vlhké, často zde totiž dochází k napadení kořenových systémů houbovými chorobami a bakteriózami (Michl et al. 1995).

3.1.1 Původ a rozšíření

Jakon je rostlina nalezená v jihoamerických Andách, což zahrnuje oblast od Venezuely po severozápadní Argentinu (viz Obrázek 1). Začal se pěstovat a konzumovat ještě před tím, než vznikla říše Inků (1438). Původně byl pěstován pouze v Peru, Bolívii a Ekvádoru a sloužil jako potrava či možnost přivýdělku pro místní obyvatele. Jakon se pěstuje ve výšce 900 až 3500 m n.m. v Peru, mezi 600 a 2 500 m n.m. v Bolívii a Ekvádoru a mezi 600 a 800 m n.m. v Argentíně (Choque et al. 2013).

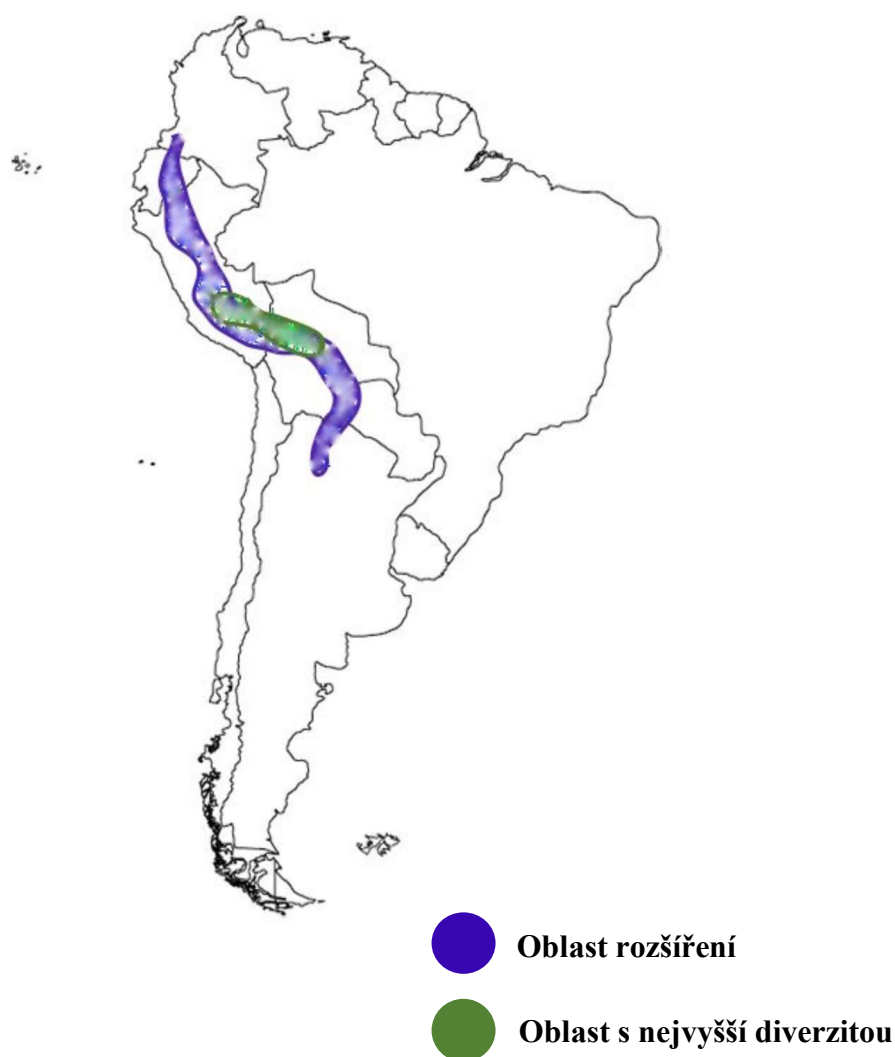
Pochází z horských tropických oblastí (Manrique et al. 2004), dnes se však jeho produkce rozšířila do různých geografických končin a pěstuje se v zemích jako je například Brazílie, Japonsko, Nový Zéland, Itálie a v neposlední řadě Česká republika (Wagner et al. 2019). Vyskytuje se ovšem i v severní Africe, Spojených státech amerických či Jižní Koreji (Tjukavin 2008).

Jakon je velmi přizpůsobivá rostlina, která oplývá velice dobrými zemědělskými vlastnostmi. Nevadí jí změna klimatu, výšky ani povětrnostních či půdních podmínek, a to je právě důvod, proč se v posledních letech dostala do téměř všech koutů světa.

První výsadba v Evropě se konala v roce 1927 v Itálii, konkrétně ve městě San Remo, kde rostlinu představil italský agronom Mario Calvino, který pracoval v Dominikánské republice. Jakon se velmi osvědčil a po zhruba třinácti letech pěstování byl doporučen jako zdroj výživy (Calvino 1940; Michl et al. 1995). Následně se jakon roku 1941 rozšířil do dalších oblastí jižní Evropy a do Německa (Bredemann 1943 cit. Fernández et al. 2006). Tento nadějný proces byl ovšem surově přerušena druhou světovou válkou. Po jejím skončení se jakon začal šířit téměř po celém světě, a to například do USA, Japonska a Nového Zélandu. V České republice se jakon poprvé objevil roku 1993 (Frček & Loyková 1991 cit. Valentová et al. 2001) a trvale se zde pěstuje od roku 1994 (Fernández et al. 2006).

V Peru, Bolívii a Argentíně se běžně používá název *yacón*, zatímco v Ekvádoru se plodina nazývá *jicama*, což je ale i mezinárodní název pro úplně jinou rostlinu (Michl et al. 1995). Španělský název *yacón* vznikl z kečuánského výrazu *yaku*, tedy vodnatý (Zardini 1991; Fernández et al. 2010). Nicméně existují oblasti, kde může být jakon znám i pod jmény jako *Arboloco*, *Aricoma*, *Jicama / chícama*, *Yíquima*, *Jiquimilla* a *Llacon*. V angličtině se nazývá „*yacon strawberry*“ a ve francouzštině jako „*poire de terre*“. Tyto názvy se ovšem standardně nepoužívají.

Jakon byl zpočátku klasifikován jako *Polymnia sonchifolia*, někdy také *Polymnia edulis*, pozdější studie ovšem umístily druhy rostoucí ve Střední a Jižní Americe do rodu *Smallanthus* (Choque et al. 2013). Dnes se jakon pěstuje nejčastěji v zahradách v severní Argentíně a často se s ním lze setkat i na trzích ekvádorského Latacunga. Ačkoliv se rostlina v poslední době rozšířila i do úplně jiných koutů světa, stále existují oblasti, kde se jakon vyskytuje jen zřídka a většinu lidí mimo oblast And je prozatím neznámou plodinou (Michl et al. 1995).



Obrázek 1: Pásmo výskytu jakonu (Grau & Rea 1997)

3.1.2 Jakon v České republice

Jak už bylo řečeno, první evropskou zemí pěstující jakon byla Itálie, další Německo a roku 1993 se jakon objevil i v České republice v rámci projektu č. 503/93/2145 (Jandovská 1999). Dovezen byl z Nového Zélandu v podobě oddenkových hlíz. Celý tento proces se uskutečnil díky Grantové agentuře České republiky, která projektu poskytla finanční podporu (Michl et al. 1995).

Česká republika byla tedy jedním z průkopníků v pěstování jakonu v Evropě (Choque et al. 2013). Trvale se zde pěstuje od roku 1994, a to na experimentálních polích České zemědělské univerzity v Praze a ve Výzkumném ústavu bramborářském v Havlíčkově Brodě. Zemědělská univerzita vlastní 25 odrůd jakonu, původem z Nového Zélandu, Německa, Peru, Bolívie a Ekvádoru, které se zde kultivují každým rokem. Pěstování jakonu na území České republiky se poměrně daří, výnosy i velikost rostlin jsou sice menší než v zemích původu, to je

však kvůli odlišnému klimatu přirozené. Během posledních let rovněž významně stouply teploty a naopak klesly dešťové srážky, není tedy divu, že se průměrná velikost i hmotnost hlíz výrazně zmenšila, stejně tak i povrchová biomasa.

3.1.3 Pěstování jakonu v České republice

V klimatických podmínkách České republiky je nutné jakon vysazovat. K tomu se využívají oddenkové hlízy, které je třeba nechat přezimovat v chladném prostředí (jako například jiriny). Dalším způsobem je využití jednonodých řízků lodyh či rostlinných explantátů (Michl et al. 1995). Principy pěstování jakonu jsou zde velmi podobné principům pěstování brambor (Choque et al. 2013).

Kaudexy (hlízy sloužící k množení) se mohou vysázet rovnou do předpřipravených hrůbků ve sponu 75 x 70 či 63 x 80 cm, hloubka by měla být okolo 6 – 9 cm. Rostlina se tak ihned adaptuje na prostředí (Jandovská 1999). Vcházení je u této varianty o něco pomalejší. Další variantou je předpěstování ve sklenicích, které jsou vytápěny. Před samotnou výsadbou je ale nutné jakon otužit. Mladé rostliny jsou citlivé na teplotu a světlo, mohlo by tedy dojít k popálení listů (Svobodová 2019).

Výsadbou je nutno provést během dubna až května kvůli citlivosti rostliny na chlad. Vysazuje se do lehké, hlinitopísčité a prohráté půdy, kde je dostatek humusu (Michl et al. 1995). Teplota půdy by se měla pohybovat okolo 5 °C, ideálně více. Rostliny by se měly pravidelně kypřit, popřípadě oborávat. Prvních pár týdnů je dobré porost plít. Rostlina nevyžaduje přesopříliš péče, jelikož je odolná vůči mnohým chorobám i škůdcům. Pro zvýšení kvality hlíz je dobré jakon po celou dobu pěstování zalévat.

Hlízy se sklízí po prvních podzimních mrazících, kdy mají největší objemové přírůstky. Nejprve je ale nutno sklídit nadzemní část rostlin (Choque et al. 2013). Hlízy se mohou skladovat od 5 do 12 °C, pro delší trvanlivost je doporučeno skladování při nižších teplotách ve tmě (Svobodová 2019). Hlízy určené ke konzumaci je ideální spotřebovat do jednoho měsíce od sklizně. Kaudexy se skladují ve sklenicích. Důležitá je péče a ochrana, hlízy totiž není snadné uchovat do dalšího jara. Důvodem je absence vegetačního klidu v našich podmínkách.

Hlízy se pravidelně zalévají a ošetřují se proti škůdcům, proti kterým nejsou imunní. Hlavními škůdci jsou molice a svilušky. V březnu a dubnu je nutno hlízy dezinfikovat proti plísním.

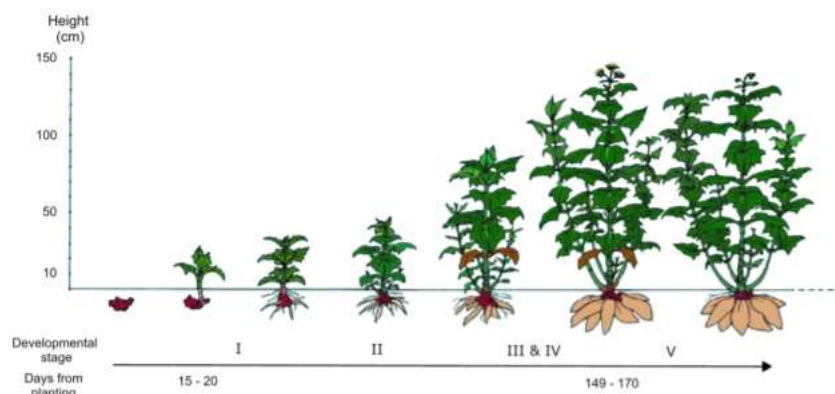
Je možné, že každá zelená rostlina, která z kaudexu vyrostе, bude samostatně zakořeněná. Oddělí se od sebe nožem a rána se vydezinfikuje. Vytvoří se tak spousta nových sazenic. Sazenice se používají k výsadbě stejně jako oddenkové hlízy (Jandovská 1999). Vývojové fáze jakonu můžeme vidět na Obrázku 2.

V České republice byly pod vedením inženýra Frčka ve Výzkumném ústavu bramborářském úspěšně vyšlechtěny 2 odrůdy jakonu. Záměrem bylo vyšlechtění rostlin vhodných pro pěstování v ČR, které zároveň zajistí vysoký výnos hlíz. Obě odrůdy tato kritéria splňují.

První odrůdou je Fiorella. Hlízy této odrůdy mají bílou dužinu, fialovou slupku a dosahují hmotnosti až 500 g. Rostlina je mohutná, v průměru dorůstá do výšky až 1,5 metru.

Druhou vyšlechtěnou odrůdou je Graciella. Hlízy mají bílou dužinu i slupku, hmotnost je obdobná jako u první odrůdy, stejně tak produkce hlíz. I tato rostlina je mohutnější, ovšem

nedosahuje takové výšky, nanejvýš dorůstá do 1,2 metru. Odrůda je vhodnější k uskladnění kaudexů během zimního období (Svobodová 2019).



Obrázek 2: Vývojové fáze jakonu (Padilla-González et al. 2019)

3.1.4 Anatomie jakonu

Hlízy jakonu obsahují 10 – 18 % sušiny a slouží jako zásobní orgán rostliny. Zbytek hlízy tvoří voda. Sušina obsahuje 85 % sacharidů, 6 % proteinů, 1,3 % tuků, 3,9 % vlákniny a 3,6 % minerálních prvků hořčík, fosfor, vápník a draslík (Valíček et al. 2012).

Podobně jako čekanka nebo jeruzalémský artyčok (topinambur) i jakon uchovává sacharidy nejčastěji v podobě fruktanů, zejména pak v podobě fruktooligosacharidů. Ty tvoří až 70 % sušiny hlízy. Fruktooligosacharidy (FOS) v jakonu sestávají hlavně z kestózy, nystózy a fruktofuranosylnystózy. Díky vysokému obsahu FOS je jakon zajímavým zdrojem pro potravinářský průmysl. Lidský střevní trakt nedokáže FOS strávit, a proto nevedou ke zvýšení hladiny glukózy v krvi. Z tohoto důvodu může jakon nahradit cukr a sloužit jako přírodní sladidlo pro diabetiky.

Jelikož se předpokládá, že rozmach diabetu v příštích desetiletích globálně vzroste, očekává se, že se výrazně zvýší poptávka po náhražkách cukru. V této souvislosti byla zvláštní pozornost věnována přírodním sladidlům, protože umělá sladidla jsou spojována s obezitou a kardiovaskulárními chorobami. Obliba přírodních sladidel by mohla být jeden z důvodů, proč by se jakon mohl do budoucna těšit velké popularitě (Wagner et al. 2019). Kořen jakonu je také známým zdrojem látek s prebiotickým účinkem, a to již zmiňovaných fruktooligosacharidů a inulinu (Marcon et al. 2019).

Inulin je ve vodě rozpustná vláknina získaná z rostlin, která může selektivně podporovat růst a fermentaci tělu prospěšných mikroorganismů jako jsou bifidobakterie. Dále inhibuje tvorbu škodlivých mikroorganismů, snižuje absorpci glukózy a sterolu ve střevě a také snižuje obsah cholesterolu, inzulinu a cukru v krevních cévách (Castiglia-Delavaud et al. 1998).

Inulin má ovšem více funkcí než jen tu prebiotickou. Lze ho také využít ke zlepšení kvality nízkotučného mléka, nápojů, mouky a masných výrobků. (Meyer & Jellema 2006; Morris & Morris 2012). Vykazuje vynikající vlastnosti při zpracování potravin, o mnoho lepší než jiné druhy vlákniny. Zadržuje vodu, vytváří gel a má reologické vlastnosti. V poslední době je častým aditivem při výrobě chleba či těstovin (Kou et al. 2019).

Jakonová hlíza obsahuje, mimo jiné, fenolické sloučeniny, které jsou též prospěšné pro modulaci střevního mikrobiomu a imunitní systém (Marcon et al. 2019). Jsou to přírodní anti-oxidanty přítomné ve vakuolách rostlinných tkání. Obvykle se podílejí na obraně rostlin proti ultrafialovému záření nebo patogenní agresi. Kromě toho mohou fenolické sloučeniny vykazovat protizánětlivé, protirakovinné, antiproliferační a antivirové účinky. Mají také pozitivní účinek na kapilární křehkost a brání shlukování lidských krevních destiček (Del Rio et al. 2013).

Díky vysokému výnosu hlíz a jejich zajímavým vlastnostem by také mohl jakon nabídnout evropským zemědělcům, u kterých není prozatím natolik oblíbený, slibnou příležitost ke zvýšení rozmanitosti plodin.

Složení jakonových hlíz může ovlivnit hned několik faktorů. Jedním z nich je například výběr genotypu. Významnější vliv na složení hlíz má však hnojení. Wagner et al. (2019) zjistili, že hnojení dusíkem má vliv nejen na celkovou výtěžnost, ale také na obsah fruktooligosacharidů, který zvyšuje. Nárůst hnojení dusíkem však doprovází i nežádoucí účinky, a to dopad na životní prostředí, například zvýšení dusičnanů v půdě a následné náklady pro zemědělce.

Stejně jako hlízy, i listy jakonu obsahují nespočet pozitivně působících látek. Nejvýznamnější je obsah fenolických sloučenin, jako jsou chlorogenová kyselina, kávová kyselina a ferulová kyselina, které působí třeba jako antioxidanty.

3.1.5 Morfologie a taxonomie

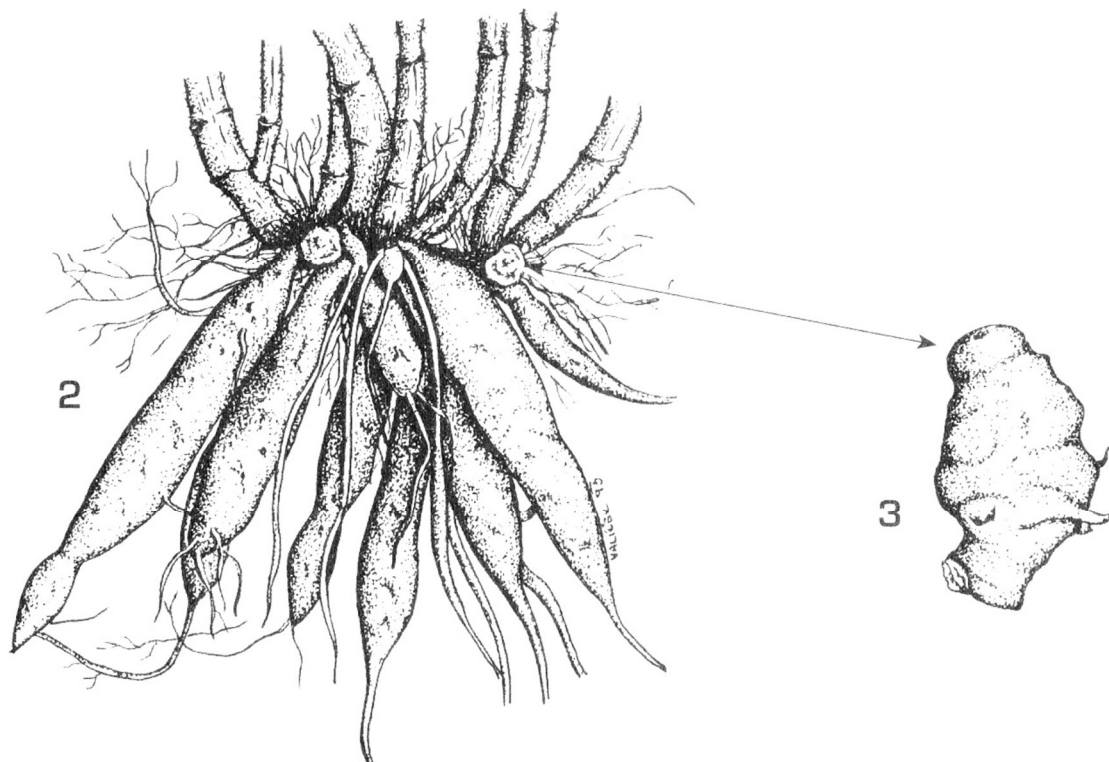
Jakon (*Smallanthus sonchifolius*) ((Poepp. & Endl.) H. Robinson) patří do čeledi *Asteraceae* čili hvězdicovité (viz Tabulka 1). Obvykle patří mezi vytrvalé byliny, v podmínkách České republiky je spíše rostlinou jednoletou (Fernández et al. 2010). Běžně dosahuje výšky až 2,5 metru (Wagner et al. 2019), Fernández et al. (2010) však uvádí, že výška může být v oblasti původu až 3 metry a v České republice do 1,45 metru. Významným faktorem jsou klimatické podmínky.

Rostlina je celá pokryta trichomy, má světle či tmavě zelenou barvu, mnohdy je nafialovělá. Stonky jsou několikanásobně rozvětveny, tvoří je čtyřhranné lodyhy porostlé velkým množstvím tmavě zelených listů. Čepel listu je široce vejčitá až trojúhelníkovitá, nepravidelně řídce zubatá až laločnatá, řapík je poloobjímavý, křídlatý a na bázi rozšířený (viz Obrázek 3 a Obrázek 8) (Jandovská 1999). Květy se objevují jen zřídka, jsou drobné (okolo 3 cm) a vyrůstají na vrcholcích lodyh, mají oranžovou či žlutou barvu (Valíček et al. 2012). Plod tvoří nažky, v našich podmínkách se ale příliš často nevyskytují.

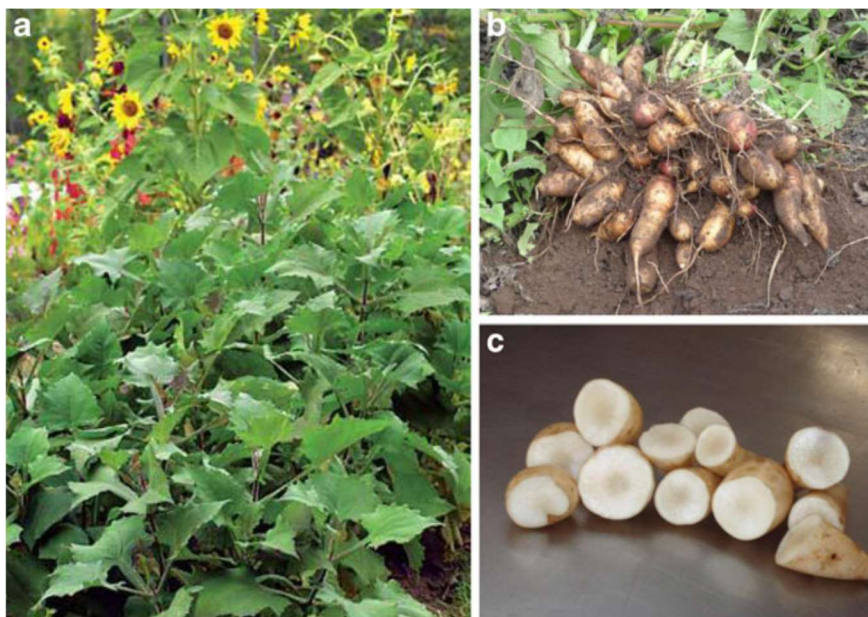
V podzemní části se nalézají dva typy hlíz. Prvním typem jsou hlízy kořenové, které slouží jako zásobní orgán rostliny. Druhým typem jsou hlízy oddenkové (stonkové) sloužící k množení (Jandovská 1999). Oba typy kořenů jsou znázorněny na Obrázku 4, 5 a 6.



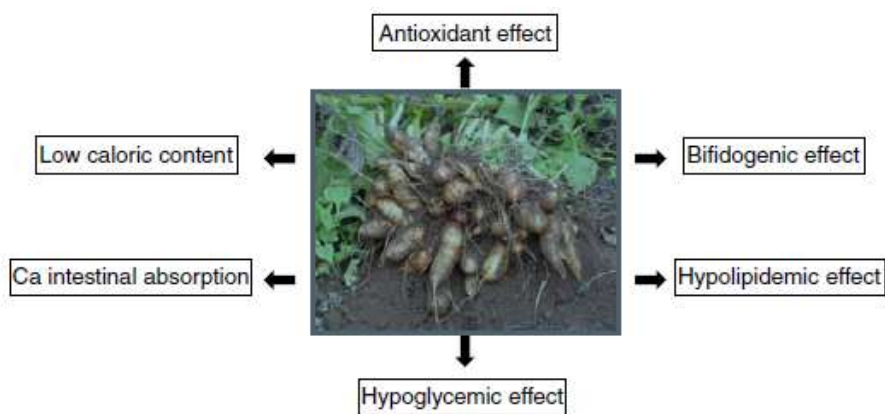
Obrázek 3: Listy a květy jakonu (Valíček et al. 2012)



Obrázek 4: Kořeny jakonu, 2 – zásobní kořeny, 3 – oddenkové kořeny (Valíček et al. 2012)



Obrázek 5: Jakon, **a)** Vegetativní a reprodukční orgány, **b)** Kořeny jakonu, **c)** Nakrájené kořeny (Choque et al. 2013)



Obrázek 6: Funkční vlastnosti rostliny jakon (Choque et al. 2013)

Tabulka 1: Taxonomie jakonu (Cronquist 1955)

Říše	<i>Plantae</i>
Podříše	<i>Embryobionta</i>
Oddělení	<i>Magnoliophyta</i>
Třída	<i>Magnoliopsida</i>
Podtřída	<i>Asteridae</i>
Řád	<i>Asterales</i>
Čeleď	<i>Asteraceae</i>
Podčeleď	<i>Asteroideae</i>
Kmen	<i>Heliantheae</i>
Podkmen	<i>Melampodiinae</i>
Rod	<i>Smallanthus</i>
Druh	<i>Smallanthus sonchifolius</i> (Poepp. & Endl.) H. Robinson Synonym: <i>Polymnia sonchifolia</i>

3.1.6 Hlízy jakonu

Prvním typem hlíz jsou hlízy kořenové. Řepovitě ztloustlých kořenových hlíz vyrostle v jednom svazku 5 až 20 kusů. Mají nepravidelně vřetenovitý až kulovitý tvar připomínající červenou řepu a v průměru dosahují hmotnosti 200 až 500 gramů, v některých případech až 2 kg (Michl et al. 1995; Jandovská 1999; Svobodová 2019). Průměrný výnos kořenů z jedné rostliny činí až 5 kg. Celkový výnos hlíz může být až 67 tun na jeden hektar. Opět zde hraje důležitou roli klima (Wagner et al. 2019). Zásobní kořeny se začínají tvořit po 90 – 120 dnech a liší se svou velikostí a sladkostí (Fernández et al. 2010).

Pokožka je slabá, bílá nebo šedohnědá, někdy až fialová. Na vzduchu rychle tmavne (Michl et al. 1995). V případě konzumace je nutno ostrouhat jemnou slupku, která má projímavé účinky (Svobodová 2019). Dužina je šťavnatá a křehká, má lehce nasládlou chuť. Při vystavení vzduchu rychle zasychá a hnědne. Barva dužiny se liší podle země původu rostliny. Obvykle je bílá či nažloutlá, u některých druhů fialová (Michl et al. 1995). Tento typ hlíz je vhodný ke konzumaci.

Obvykle se konzumují v syrovém stavu jako sladká zelenina. Nakrájené se přidávají do různých salátů, kterým dodají charakteristickou konzistenci a chuť. Může se ale i tepelně zpracovat (vařením, smažením či pečením, dají se také sušit), hlíza si totiž zachová strukturu i po tepelném opracování a nerozvaří se. V oblasti And se hlíza mnohdy nastrouhá a přes kousek látky se nechá odkapat nebo se vymačká sladký nápoj, který se dále zahušťuje do hnědého sirupu nebo se zpracovává do kostek, které se nazývají chaucaca (Michl et al. 1995).

Jakon roste pouze sezónně a uchovávat jej obnáší určité nepříjemnosti, těm lze předejít zpracováním hlíz. Čerstvé kořeny jsou rychle se kazící a během manipulace a zpracování rychle zhnědnou. Nejvhodnějším skladováním pro zachování všech antioxidantních sloučenin je nakrájení na proužky a usušení (Castro et al. 2012).

Továrny na zpracování potravin by se při jeho zpracování měly vyvarovat tepelného zpracování za vysokých teplot, vysokého tlaku a kyselých podmínek, aby se zajistila minimální ztráta oligosacharidů (Wang et al. 2019).

Druhým typem jsou krátké oddenkové hlízy neboli kaudexy sloužící k dalšímu množení. Po sklizni hlíz se před uskladněním oddělují a používají se k výsadbě následující rok. Tento typ hlíz může připomínat hlízy topinamburů (Michl et al. 1995; Svobodová 2019).

3.1.7 Listy jakonu

Důležitou a užitečnou částí jakonu jsou také jeho listy. Stejně jako hlízy obsahují plno antioxidantních látek a mají pozitivní vliv na zdraví člověka.

Hlavní fytochemické složky nacházející se v listech jsou, stejně jako v hlízách, fenolové sloučeniny. Významnými sloučeninami jsou chlorogenová, kávová a ferulová kyselina. Listy dále obsahují gallovou kyselinu, p-kumarovou kyselinu, rutin, myricetin, kvercetin, apigenin, luteolin a charakteristické deriváty kávové kyseliny. Obsah polyfenolů se liší v závislosti na odrůdě, době sklizně a také na zpracování rostlinných materiálů (Ueda et al. 2019).

Bylinné čaje z této rostliny působí jako antioxidanty, mají protizánětlivé a detoxikační účinky a inhibují účinek α -glukosidázy a amylázy, vykazují také antimykotickou aktivitu. Výsledky pokusů s krysami z roku 2006 dokonce ukazují, že mají i hypoglykemický účinek. Listy jsou pěstovány pro výrobu čajů a doplňků stravy například v Japonsku. Velkou tradici má používání listů také v Peru, kde se již po tisíce let využívá k tradičnímu léčení (Svobodová 2019). Jakonový čaj je znázorněn na Obrázku 7.

Při zpracování listů se obvykle používá ohřev. Jak je již známo, proces zahřívání může degradovat termolabilní komponenty. Není tedy divu, že se již mnoho studií zaměřilo na účinek tepelného zpracování na antioxidantní kapacitu a obsah polyfenolů v různých druzích zeleniny.

Další ze studií prokázala, že k fytochemickým změnám může dojít během komerční výroby čaje, a že proces výroby čaje vede ke ztrátě až 14 % celkového obsahu katechinu (antioxidant patřící do polyfenolů) (Ueda et al. 2019).

Obsah látek v jakonových listech a stoncích je uveden v Tabulce 2.



Obrázek 7: Čaj ze sušených jakonových listů
(Kasal et al. 2019)

Obrázek 8: Listy jakonu
(Sumiyanto et al. 2012)

Tabulka 2: Obsah látek v listech a stoncích jakonu (Jandovská 1999)

2a

	%					
	voda	sušina	tuk	N – látky	popel	vláknina
Listy	10,47	89,53	4,20	21,48	12,52	11,63
Stonky	9,35	90,65	1,98	9,73	9,60	23,82

2b

	g.kg ⁻¹		mg.kg ⁻¹			
	Ca	P	Cu	Mn	Zn	Fe
Listy	18,05	5,43	< 5,00	30,67	62,00	108,2
Stonky	9,67	4,15	< 5,00	< 5,00	29,30	72,9

3.1.8 Příbuzné rostliny jakonu z čeledi hvězdnicovité

Stevie sladká (*Stevia rebaudiana* Bertoni)

Stevie sladká je vytrvalý víceletý keř subtropického původu. Pochází z Jižní Ameriky, konkrétně ze severovýchodního Praguaye, nyní se však kultivuje v Mexiku, Střední Americe, Japonsku, Číně, Španělsku, Belgii, Spojeném království, USA (Williams & Burdock 2009),

Itálii (Tavarini & Angelini 2013), Bulharsku, Německu, Vietnamu či Thajsku (Fernández et al. 2010).

Stevie (Obr. 9) má rozsáhlý kořenový systém rozkládající se nízko pod povrchem půdy. Její křehké stonky produkují malé eliptické listy světle až tmavě zelené barvy (Yadav et al. 2011). Právě v listech se ukládá největší množství steviosidu – sladké látky, která slouží jako přírodní sladidlo a díky které je stevie proslulá. Množství této látky závisí na množství listů, jejich hmotnosti, velikosti a tvaru. Čím je tvar listu vejcovitější, tím je sladší.

Kvalita listů je ale ovlivňována i mnoha vnějšími faktory, které rozhodují o jejich finální jakosti. Těmito faktory jsou například chemotyp rostliny, vlastnosti půdy, prostředí, zavlažovací metody, sluneční záření, zemědělské postupy, hygiena, zpracování a skladování listů (Yadav et al. 2011; Ceunen & Geuns 2013).

Rostlina dosahuje 1 – 1,5 metru, nejčastěji je samosprašná díky malým, lehkým semenům, která lehce přenese vítr. Dochází však také k cizosprašnosti a hmyzosnubnosti (Fernández et al. 2010). Semena jsou málo klíčivá a po zhruba osmi měsících přestávají klíčit úplně, což omezuje rozsáhlou kultivaci rostlin (Fernández et al. 2010; Tedone et al. 2019). Šíření semen navíc produkuje nehomogenní populaci, a to má za následek variabilitu glykosidové kompozice, zatímco vegetativní rozmnožování produkuje jen malý počet rostlin (Tedone et al. 2019). Jedinou částí rostliny, která neobsahuje steviosid, je kořen. (Fernández et al. 2010).

Stevie se používá k různým léčebným účelům již od pradávna (Goyal et al. 2010), nejznámější je ovšem díky svému extraktu, který se používá jako sladidlo. Toto slibné obnovitelné sladidlo bez kalorií lze použít jako náhrada cukru nebo jako alternativa k umělým sladidlům (Anton et al. 2010).

Stevia je obecný název pro extrahovaný steviosid z listů stevie, který je 250 až 300krát sladší než sacharóza (Tedone et al. 2019). Jde o diterpenický glykosid, bílý krystalický prášek, dobře rozpustný ve vodě. V malém množství má steviosid sladkou chuť, při větší dávce začíná chutnat hořce. Listy dále obsahují sladké rebaudiosidy A, B, C, D, E, F a dulkosid A.

Nejvíce zastoupeným glykosidem v listech je steviosid (4 – 13 %), dále rebaudiosid A (2 – 4 %), rebaudiosid C (1 – 2 %) a dulkosid (0,4 až 0,7 %). Ačkoliv je Rebaudiosid až o 20 – 40 % sladší než steviosid, je ho v listech o poznání méně (Geuns 2003; Jackson et al. 2009; Fernández et al. 2010; Gardana et al. 2010).

Glykosidy z listů lze používat nejen jako sladidlo, ale také k léčebným účelům. Gupta et al. (2013) uvádí, že steviosid a jemu příbuzné sloučeniny mají antihyperglykemické, antihypertenzivní, protizánětlivé, protinádorové, protiprůjmové, diuretické a imunomodulační účinky. Významné jsou i antibakteriální a protivirové účinky. Díky steviosidu je stevie přirozeně imunní proti hmyzu, rostlina tak není téměř vůbec napadána (Fernández et al. 2010).

Přirozeně stevie preferuje vysokou hladinu spodní vody, písčitohlinité půdy a pH okolo 4,5 – 5. Ideální teplota pro klíčení semen je 20 – 25 stupňů celsia, čím je nižší teplota, tím pomaleji semena klíčí. Stevie je velmi citlivá na extrémní teploty. Při mrazech a teplotách nad 40 stupňů celsia hyne. Při pěstování nevyžaduje hnojení, pokud je kultivována v půdách bohatých na organické látky. Je možno ji pěstovat téměř kdekoliv, ideálně však venku, stevie je náročná na sluneční svit. Sklizeň probíhá předtím, než rostlina vykvete. Výnos listů může činit až 5 t/ha, kdy je obsah steviosidu zhruba 5 – 11 %.

Stevie se používá po celém světě od pradávna jako bio sladidlo a jako lék na snížení hladiny cukru v krvi. Listy rostlin stevie mají funkční a smyslové vlastnosti lepší než vlastnosti mnoha jiných vysoce účinných cukrů.

Rostoucí poptávka po přírodních alternativách k umělým sladidlům vyvolala značný komerční zájem o stevii. Ta se tak v budoucnu pravděpodobně stane hlavním zdrojem vysoce účinného sladidla pro rostoucí trh s přírodními potravinami (Singh et al. 2018). Její prodej bude mít podle Rabobank (Muth 2015) v příštích několika letech hodnotu přibližně 700 milionů dolarů. Dnes se stevie pěstuje na přibližně 32 000 ha po celém světě, s největší produkční plochou v Číně (přibližně 75 % z uvedené plochy) (Singh & Verma 2015). Za účelem zvýšení produkce a zlepšení výnosu biomasy se stále vymýšlejí nové techniky kultivování, a to především v intenzivním zemědělství (Mandal et al. 2013).

Stevie se nejčastěji používá jako sladidlo různých nápojů a pokrmů. Často je ale přidávána i do cukrářských výrobků, limonád, past na zuby nebo žvýkaček.

Přestože stevie může být nápomocná komukoliv, existují určité skupiny, jako jsou třeba pacienti s diabetem, kteří mají větší šanci těžit z tohoto pozoruhodného sladícího potenciálu (Singh et al. 2018). Což obecně platí i o konzumaci jakonových hlíz.



Obrázek 9: Rostlina stevie cukrové (Fernández et al. 2010)



Obrázek 10: Rostliny čekanky obecné (Fernández et al. 2010)

Čekanka obecná (*Cichorium intybus* L.)

Čekanka (*Cichorium intybus* L.) (Obr. 10) je původem z široké oblasti zahrnující středomořskou oblast a střední Asii. Již Egypťané ji pěstovali pro její vynikající vlastnosti. Je to zároveň léčivá rostlina i zeleninová plodina. Dnes je čekanka kosmopolitní plodina, která má toleranci k různým klimatickým a půdním podmínkám a je široce pěstována pro mnoho komerčních účelů v Evropě, Severní Americe a části Asie. Spousta studií již uvedlo chemické složení čekanky a její přínosy pro zdraví, může být použita například jako antioxidant, antidiabetikum nebo pro hojení ran (Langeroodi et al. 2020).

V České republice se čekanka pěstuje od roku 1887, do té doby byla pouze dovážena z okolních evropských zemí. Nyní se zde pěstuje až na 100 hektarech. Rostlinu zprvu tvoří listová růžice s přízemními a lodyžními listy. Květy (Obr. 11) mají asi 4 cm a blankytně modrou barvu (Fernández et al. 2010).

Využívána je také čekanka obecná setá, a to především jako kulturní rostlina. Dále se pěstuje čekanka šterbáková, ze které se nejčastěji dělají saláty, a čekanka kořenová, která byla vyšlechtěna z čekanky obecné a z jejíhož kořene se vyrábí náhražka kávy, která neobsahuje kofein, nazývaná se cikorka. Ta se v České republice vyráběla již před desítkami let. Z kořenu čekanky a topinamburu se vyrábí také melta – kávovina, náhražka kávy, která neobsahuje kofein. Čekanku lze ovšem využít nejen jako kávovou náhražku, dá se konzumovat i jako zelenina, nejčastěji v podobě salátů z jejích listů.

Čekanka se v průmyslu využívá díky své schopnosti barvit, obsahuje totiž velké množství inulinu, který se při tepelné úpravě mění na karamel. Inulin zde, stejně jako u ostatních hvězdnicovitých rostlin, nahrazuje zásobní látku škrob. Díky obsahu laktucinu a laktukopikrinu je plodina lehce nahořklá (Roberfroid 2005).

Roberfroid et al. (1998) analyzovali inulin čekanky a zjistili, že všechny fruktany jsou dobře fermentovány střevními bifidobakteriemi, což přispívá k jejich antikarcinogenním vlastnostem. Slouží především jako výborný zdroj vlákniny, což příznivě působí na trávicí trakt, nestrávený inulin totiž putuje až do tlustého střeva, kde dochází k jeho fermentaci. Čekanka tak napomáhá k očistě střev a pomáhá proti zácpě. Energetická hodnota inulinu je velmi nízká, a to 4 kJ/g. Je lehce nasládlý, barva i chuť jsou neutrální, díky svým vlastnostem je schopen se podílet na snižování cholesterolu v krvi, ukládání tukových buněk, snižuje riziko infarktu i vysokého krevního tlaku. Rostlina obsahuje zhruba 10 – 45 % inulinu v čerstvé hmotě. Dále obsahuje fruktooligosacharidy, které slouží jako sacharidová rezerva. Fruktooligosacharidy, stejně jako inulin, jsou účinnými prebiotiky (Chen et al. 2016). Dalšími látkami v kořeni čekanky (Obr. 12) jsou například pektin, vláknina, levulóza, nenasycené steroly, fenolové kyseliny a flavonoidy. Najdeme zde i mastné kyseliny, octovou a šťavelovou kyselinu a spoustu minerálních látek, jako je bor, vápník či hořčík.

Produkty vyrobené z čekanky mají pozitivní vliv na trávení a zároveň podporují chuť k jídlu. Pomáhají také vyplavovat těžké kovy z lidského organismu (při trávení je na sebe váže v tenkém střevě) a stimulují činnost mnohých orgánů, jako je žlučník a slinivka břišní. Můžeme říci, že díky jejím prebiotickým vlastnostem může čekanka sloužit i jako potravina vhodná pro prevenci rakoviny tlustého střeva, což je vůbec nejrozšířenější typ rakoviny v Česku (Fernández et al. 2010). Česká republika také patří mezi země s nejvyšším výskytem tohoto typu karcinomu v Evropě (Petera et al. 2015; Schwingshackl et al. 2019).

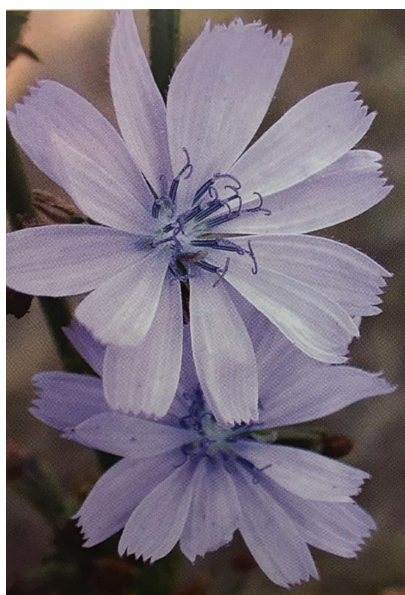
Dalším onemocněním, k jehož léčbě se tato léčivá bylina využívá, je diabetes. Nejvíce k tomu přispívají čekankové listy, což potvrdil pokus z tohoto roku. Jednou ze slibných terapeutických možností léčby diabetu je totiž nahrazení degenerativních beta buněk pankreatu (buňky produkující inzulín) kmenem buněk, které budou též schopny produkovat inzulín (IPC). Listy čekanky, jako vhodný kandidát, byly proto podrobeny následujícímu pokusu.

K pokusu byla použita kombinace moderní buněčné terapie a tradiční medicíny. Kombinace byla navržena za účelem vyhodnocení účinků extraktu z listů čekanky na diferenciační potenciál EC buněk P19 (kmenová buněčná linie embryonálního karcinomu) do IPC. Rostlina byla shromážděna a uložena v herbáři univerzity Shahrekord. Experimenty *in vitro* byly navrženy pro srovnání účinků různých koncentrací listů čekanky na diferenciační potenciál EC buněk P19.

Diferencované buňky vykazovaly morfologické vlastnosti pankreatických beta buněk. Mohly také syntetizovat a vylučovat inzulín, pokud byly vystaveny glukóze. Kromě toho buňky exprimovaly specifické proteiny a geny zralých pankreatických beta buněk.

Závěrem lze tedy říci, že listy čekanky v podobě přírodního bylinného extraktu byly schopny účinně vyvolat diferenciaci P19 EC buněk do shluků podobných pankreatickým ostrůvkům s molekulárními, buněčnými a funkčními vlastnostmi zralých beta buněk (Ebrahiminia et al. 2020).

Čekanku, stejně jako jakon a další rostliny z rodu *Asteraceae* jemu příbuzné, je vhodné zařadit do běžného jídelníčku. Důležitější je ovšem fakt, že jsou tyto rostliny blahodárné především pro pacienty, kteří trpí nadváhou, diabetem, mají vysoký krevní tlak či potíže s trávením. Díky mnohým pozitivním vlastnostem lze čekanku zařadit téměř do jakékoliv diety.



Obrázek 11: Květ čekanky (Fernández et al. 2010)



Obrázek 12: Rostliny čekanky v době sklizně (Fernández et al. 2010)

Topinambur hlíznatý (*Helianthus tuberosus* L.)

Topinambur hlíznatý je ve spojitosti s jakonem zmiňován nejvíce. Stejně jako jakon ani topinambur není zrovna nejběžnější a nejznámější plodinou v České republice. Ačkoliv je pěstován po staletí, do podvědomí široké veřejnosti se dostává až během posledních několika let.

Topinambur, nebo také jeruzalémský artyčok, byl původně pěstován v Mexiku, konkrétně pochází z území indiánského kmene, po němž nese název, *Topinambus* (Kasal et al. 2019). Z Mexika se topinambur dostal do nynějších Spojených států a Kanady, do Evropy byl převezen spolu s bramborami a dalšími plodinami (po objevení Ameriky). Pěstovat se začal ve Francii roku 1607 (Fernández et al. 2010).

Topinambur je příbuzný slunečnici a rostlina dosahuje výšky až 3 metry. Květ (Obr. 13) je výrazně žlutý, lze ho spatřit v podzimních měsících, kdy rostlina kvete. V ČR se rostlina rozmnožuje pouze vegetativně. Hlízy jsou odolné i vůči silnému mrazu, sklízají se na podzim, v zimě i na jaře. Mají nepravidelný tvar i velikost, slupka má žlutou nebo červenou barvu. Způsob pěstování je podobný jako u brambor. Rostlina je velmi přizpůsobivá a nenáročná. Lze ji pěstovat v nížinách i horských oblastech (Kasal et al. 2019).

Hlízy (Obr. 14) obsahují okolo 80 % vody, 15 % sacharidů a 2 % bílkovin (Kalas 2019) a jsou bohatým zdrojem fytochemikálií. Hlízy obsahují 221 mg fenolických sloučenin ve 100 g čerstvé hmoty a obsah fenolických kyselin s antioxidačními vlastnostmi se odhaduje na 16,6 % v sušině. V hlízách bylo zjištěno 22 druhů fenolických sloučenin s převahou kyseliny chlorogenové. Díky svému složení je topinambur stejně jako jakon považovaný za funkční potravinu.

Topinambur také obsahuje spousty minerálních látek, nejvíce křemík, zinek, mangan, selen, draslík a hořčík a při pravidelné konzumaci stimuluje pankreatické buňky k produkci inzulínu (Michalska-Ciechanowska et al. 2019).

Topinambur se využívá v potravinářství hlavně pro své přínosné vlastnosti. Jeho hlízy a nať (nadzemní boimasa) se využívají i ke krmným účelům. Stejně jako stevie se i topinambur vyznačuje jedinečnou antiparazitickou aktivitou a není tak potřeba chemické orchany při pěstování, řadí se proto mezi ekologické plodiny, které nekontaminují půdy ani okolí (Fernández et al. 2010; Michalska-Ciechanowska et al. 2019).

Topinambur je široce využíván i v medicíně vzhledem ke svým farmakologickým účinkům. Slouží jako analgetikum (látka ulevující od bolesti), antipyretikum (látka snižující horečku), vykazuje protizánětlivé účinky a také antispasmodické účinky (potlačování svalových křečí). Účinné látky, které tyto účinky vyvolávají, zahrnují kumariny, nenasycené mastné kyseliny, polyacetylenové deriváty, fenolové sloučeniny, seskviterpeny a jiné (Chen et al. 2019). Rostlina též podporuje vylučování toxických látek, posiluje imunitu, zmírňuje stres a zlepšuje koncentraci (Michalska-Ciechanowska et al. 2019).

Topinambur oplývá řadou vynikajících vlastností, obsahuje látky s příznivým vlivem na lidský organismus a je doporučenou potravinou pro pacienty s diabetem, vysokým krevním tlakem, problémy s trávením nebo obezitou. Moderní publikace či kuchařky vydávají plno receptů, kterými se lze při konzumaci inspirovat.

Topinambur je potravinou vhodná do běžného jídelníčku, pro děti, starší osoby i pro nemocné. Jeho hlavním benefitem je zásobní látka inulin, která při konzumaci nezvyšuje krevní cukr, je tedy ideální potravinou pro diabetiky. Díky svým prebiotickým účinkům obnovuje

střevní mikrobiom a pomáhá lidskému tělu s trávením například po dobrání antibiotik, kdy je střevní mikrobiom značně poničen. Pomáhá vstřebávat vápník a má dobrý vliv na hladinu cholesterolu v těle (Kalas et al. 2019). Mimo jiné chrání ledviny a játra, zvyšuje absorpci železa a hořčíku a slouží jako prevence proti osteoporóze (Michalska-Ciechanowska et al. 2019). Obsah inulinu v hlízách topinamburu je zhruba 14 – 19 % (Saengkanuk et al. 2011). Topinambur neobsahuje škrob ani lepek, hodí se tedy i pro celiaky. Je dobré ho zařadit i do redukční diety, a to díky jeho velmi nízké kalorické hodnotě. Kromě potravinářských a krmných účelů je vhodný i pro výrobu bioethanolu.

Pěstování topinamburu je velmi nenáročné, lze jej pěstovat až do podhorských oblastí. Je velmi přizpůsobivý a co se týče České republiky, je možné jej pěstovat ve všech oblastech. Výhodou také je, že hlízy topinamburu jsou velmi odolné vůči mrazům, vydrží teploty až do -30 °C. Odrůdy pěstované u nás jsou Rút, Karin, Skarlet a Zlata (Kalas et al. 2019).

Podobně jako brambory, topinambur se konzumuje vařený, pečený nebo smažený. Lze jej zpracovat na mouku, pomazánky, saláty, polévky, karbanátky, pyré, hranolky, moučníky, zmrzliny, konzervy či přísady do dezertů (Michalska-Ciechanowska et al. 2019).



Obrázek 13: Květ topinamburu
(Kalas 2019)



Obrázek 14: Hlízy topinamburu
(Kalas 2019)

Všechny výše zmíněné rostliny příbuzné jakonu ze skupiny hvězdnicovitých mají, stejně jako jakon, pozitivní vliv na člověka, pokud jej pravidelně konzumuje ve správných dávkách. Plodiny jsou přirozeně bezlepkové, a tedy vhodné pro celiaky. Jejich zásobní látkou je inulin, jsou tedy vhodné pro diabetiky, mají prebiotický účinek, jsou doporučeny pro pacienty s obezitou, vysokým krevním tlakem nebo vysokým cholesterolem. Jejich konzumace chrání střeva před záněty a nádory, posiluje imunitu a pomáhá vstřebávat vitamíny a minerály. Jsou bohaté na fruktooligosacharidy, které se štěpí na fruktózu a používají se jako alternativní sladidla. Všechny rostliny se v dnešní době dají v ČR pěstovat. Stevie a čekanka jsou velmi oblíbené a často využívané, zatímco topinambur a jakon se populárními teprve stávají.

3.2 CHEMICKÉ SLOŽENÍ HLÍZ JAKONU

Nejpodstatnějšími obsahovými látkami hlíz jakonu jsou inulin, fruktooligosacharidy a fenolové kyseliny, které vykazují antioxidační aktivitu.

Inulin i FOS patří do společné skupiny, a tou jsou fruktany. Ty jsou složeny z fruktózových jednotek s proměnnou délkou řetězce a krom jakonu se běžně vyskytují v pšenici, cibuli, česneku, banánech, póru, artyčocích a čekance. Ve Spojených státech je průměrná denní spotřeba fruktanů inulinového typu mezi 1 a 4 g, zatímco v Evropě se míra spotřeby odhaduje mezi 3 a 11 g. Nejhojnějšími minerály v jakonu jsou vápník a draslík. Šťáva z jakonu je také bohatá na volné esenciální aminokyseliny (Korczak & Slavin 2018).

Jak se složením liší jakon, topinambur a brambory je uvedeno v Tabulce 3.

Tabulka 3: Porovnání složení hlíz brambor, topinamburu a jakonu (Michl et al. 1995 cit. Bredemann 1943)

Sledovaný ukazatel	Hodnoty v % v sušině		
	brambory	topinambur	jakon
Hrubý protein (N x 6,25)	8,40	7,35	6,02
Hrubý tuk	0,40	0,98	1,32
Hrubá vláknina	2,80	3,40	3,88
Bezdušičaté extrahovatelné látky	84,52	83,47	85,19
Popeloviny	3,88	4,8	3,59
K ₂ O	2,4	3,10	1,76
CaO	0,12	0,15	0,18
MgO	0,56	0,15	0,13
P ₂ O ₅	0,24	0,30	0,31
Sušina v %	25	20	10

3.2.1 Inulin

Inulin (Obr. 15) je přirozeně se vyskytující směs polysacharidů, která v rostlinách čeledi hvězdnicovité nahrazuje zásobní látku škrob (Roberfroid 2005). V průběhu skladování se v hlízách jakonu enzymaticky štěpí na glukózu a fruktózu (Svobodová 2019). Z 97 % je tvořen fruktózou a ze 3 % glukózou.

Inulin byl poprvé objeven roku 1804 v kořenech omanu (*Inula helenium*). Podle jeho latinského názvu byl následně pojmenován (Fernández et al. 2010).

Chemickou povahou je to polydisperzní fruktan nacházející se v hlízách, kořenech nebo listech mnoha rostlin a v přírodě je rozšířen podobně jako škrob. Lze ho použít k výrobě mnoha produktů na biologické bázi jako jsou fruktooligosacharidy, bioethanol, bionafta, kyselina mléčná a další chemikálie (Qiu et al. 2019). Jakonové hlízy také obsahují vysoké koncentrace volných monosacharidů a disacharidů (zhruba 35 % glukózy a asi 58 % sacharózy) a polysacharidy nízkých polymerních stupňů ($n = 3 - 10$) (Michl et al. 1995).

Inulin sestává z polymerů z fruktózových jednotek s glukózovými koncovými skupinami. Fruktózové jednotky v inulinu jsou spojeny glykosidickými β -vazbami. Inulin z rostlin obvykle obsahuje 20 až několik tisíc fruktózových jednotek. Nejmenší molekula inulinu se nazývá fruktooligosacharid (FOS), ten obsahuje dvě molekuly fruktózy a jednu molekulu glukózy (Nurdila et al. 2019).

Fruktany (včetně inulinu) jsou v množství 30 až 80 gramů spotřebovány organismem bez nároků na inzulín, což je jejich velkou výhodou. Z tohoto důvodu se používají v prevenci proti diabetu a obezitě a zároveň se dají využít k jejich léčbě.

Inulin se vyskytuje především u zástupců čeledi *Asteraceae*, tedy hvězdnicovité a čeledi *Campanulaceae*, tedy zvonkovité (viz Tabulka 4). Běžně se používá jako složka potravin díky svým pozoruhodným funkčním a prebiotickým vlastnostem, jakož i biologickým účinkům. Kromě toho může být inulin použit jako zahušťovací činidlo zlepšující kinetickou stabilitu termodynamicky nestabilních potravinových emulzí prostřednictvím zvýšení viskozity kontinuální fáze, jejich meze výtěžnosti a inhibice mobility kapiček (Galindo-Rosales et al. 2020).

Rostliny, které obsahují inulin, lze využít k produkci fruktózy či fruktózového sirupu nebo k výrobě ethanolu. Fruktóza je v dnešní době velmi populárním sladidlem, neboť je o 20 – 50 % sladší než řepný cukr (sacharóza). Jakon je velmi dobře zpracovatelný, proto se k tomuto účelu jeví jako nejvhodnější.

Inulinu je v poslední době věnována velká pozornost díky již zmíněným prebiotickým vlastnostem. Je známo, že sacharidy selektivně podporují růst a aktivitu omezeného počtu bakterií v tlustém střevě, a to například *Bifidobacterium* (Pongmalai & Devahastin 2019). Indukuje také několikanásobné zvýšení v populaci *Lactobacillus*, což je též jeden z důvodů, proč potlačuje chuť k jídlu.

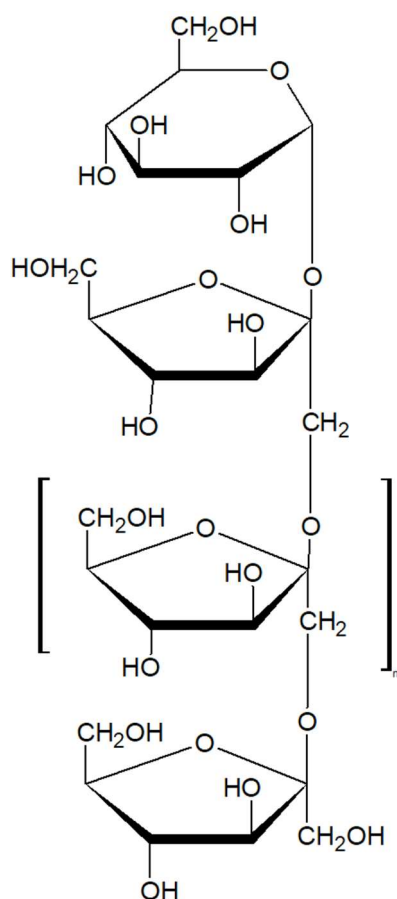
Maximální denní dávka inulinu by měla být 20 g, při vyšším dávkování může způsobovat vedlejší účinky, jako je nadýmání. Denní spotřeba inulinu se odhaduje na 3 – 11 g v Evropě a 1–4 g ve Spojených státech (Michalska-Ciechanowska et al. 2019).

Kromě jakonu je velmi slibným zdrojem inulinu například banán (Pongmalai & Devahastin 2019). Spotřeba inulinu dále zvyšuje absorpci minerálů a podporuje gastrointestinální metabolismus, hraje roli v regulaci hladiny cholesterolu, podporuje a pozitivně moduluje imunitní systém a zlepšuje rezistenci na infekce a alergické reakce (Choque et al. 2013; Saeed et

al. 2017; Michalska-Ciechanowska et al. 2019). Další velké téma je jakon a jeho vliv na léčbu diabetes. Díky tomu, že inulin nezvyšuje krevní cukr, je jakon vhodnou potravinou i pro diabetiky.

Inulin má bezesporu spoustu pozitivních vlastností, je ovšem nutné neopomenout určitá rizika spojená s konzumací této látky. Výjimečně, ale přece, je možné mít na inulin alergii. Další variantou je intolerance fruktózy, která tvoří naprostou většinu inulinu. Mezi těmito dvěma jevy je velký rozdíl, který je třeba rozpoznat. Alergie je reakce imunitního systému, kterou vyvolává již malé množství alergenu, zatímco intolerance je porucha metabolismu, kdy ve většině případů chybí enzym, který by určitou složku potravy zpracoval.

Intolerance způsobuje průjemy, plynatost či křeče a bolesti v oblasti podbřišku. Vyskytuje se u 30 – 40 % obyvatel, obvykle se projevuje při příjmu 0,5 g/pokrm. Projev také závisí na střevním mikrobiomu. Za určitých léčebných podmínek může také docházet k růstu některých nevyžádaných druhů střevních bakterií, jejichž vliv na projevy autoimunitních onemocnění je doposud neprozkoumán (Polish 2010).



Obrázek 15: Strukturní vzorec inulinu

Tabulka 4: Obsah inulinu v zásobních orgánech některých rostlin (Michl et al. 1995 cit. Klaushofer 1986)

Čeleď	Druh	Zásobní orgán	Obsah inulinu v % sušiny
<i>Asteraceae</i>	<i>Helianthus tuberosus</i>	hlíza	80
	<i>Cichorium intybus</i>	kořen	75
	<i>Dahlia sp.</i>	hlíza	72
	<i>Polymnia Sonchifolia</i>	hlíza	65
	<i>Taraxacum officinale</i>	kořen	40
	<i>Inula helenium</i>	kořen	32
<i>Campanulaceae</i>	<i>Platycodon grandiflorum</i>	kořen	45
	<i>Codonopsis lanceolata</i>	kořen	40
	<i>Campanula punctata</i>	kořen	16

3.2.2 Fruktooligosacharidy

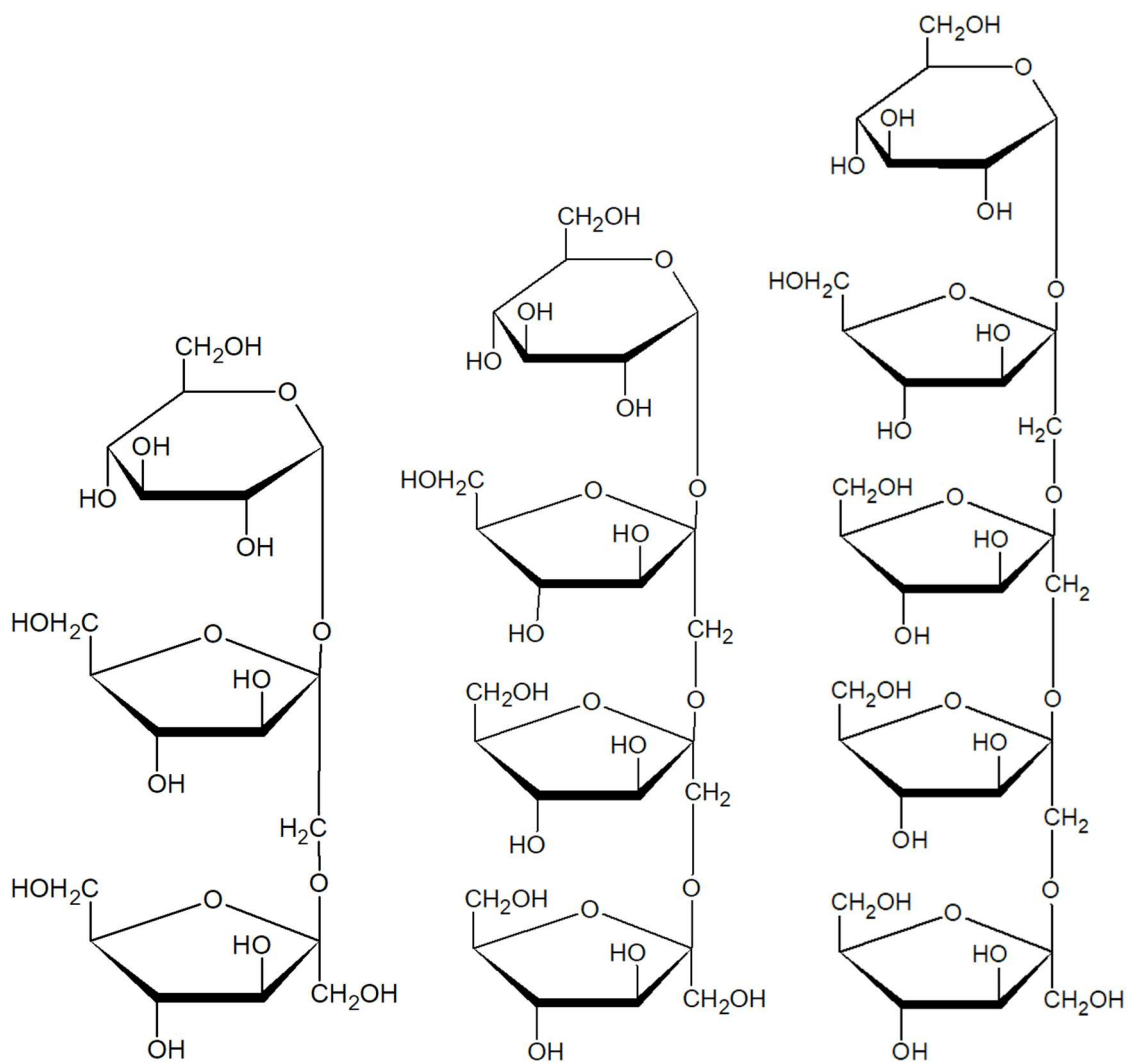
Fruktooligosacharidy (FOS), někdy také nazývané oligofruktóza nebo oligofruktan, je obecný pojem pro oligosacharidy s $\beta(2 \rightarrow 1)$ fruktosyl-fruktózovými glykosidickými vazbami. Mají stupeň polymerizace 2 – 10 a obecně se označují jako Fn nebo GFn (G označující koncovou glukózovou jednotku, F označující fruktózové jednotky a určující počet fruktózových jednotek ve fruktanovém řetězci) (Chen et al. 2016). Počet jednotek fruktózy se pohybuje od 2 do 60 a často končí glukózovou jednotkou (Korczak & Slavin 2018). FOS se mohou rozštěpit až na fruktózu, monosacharid, který se facilitovanou difuzí vstřebává do tenkého střeva. Glukóza se vstřebává aktivním transportem. Proces rozštěpení probíhá tak, že z FOS a inulinu vzniká pomocí biochemických a hydrolytických procesů fruktóza. Tento proces probíhá v kořenech a hlízách rostliny. V buňkách se následně mění na glukózu (Fernández et al. 2010).

V rostlinách se FOS vyskytují v mnoha orgánech (listy, plody, kořeny) a slouží jako sacharidová rezerva. Mohou být získány buď extrakcí z rostlin, nebo enzymaticky syntetizovány. FOS jsou jedny z nejvíce komerčně dostupných prebiotik a již dlouho se oceňují jejich zdravotní přínosy ve stravě pro zdraví spotřebitele, a to především imunitní modulace, zlepšení gastrointestinálního stavu, zvýšení absorpce minerálů, ochrana před rakovinou tlustého střeva a snížení rizika poruch souvisejících s obezitou. Díky glykosidickým vazbám mají FOS odolnost vůči hydrolýze lidskými slinami i vůči enzymům v tenkém střevě, proto přicházejí do tlustého střeva se svou původní, nijak neobměněnou strukturou. Tam jsou selektivně fermentovány probiotiky. Z tohoto důvodu byly FOS kvalifikovány jako „nestravitelné oligosacharidy“, čímž se odlišují od ostatních sacharidů (další nestravitelné oligosacharidy jsou třeba galaktooligosacharidy, isomaltooligosacharidy, sójové oligosacharidy, xylooligosacharidy a maltitol).

FOS tedy splňují kritéria prebiotické klasifikace: odolnost vůči žaludeční kyselosti a vůči hydrolýze savčími enzymy a gastrointestinální absorpcí, fermentace střevním mikrobiomem a selektivní stimulace růstu a aktivity těch střevních bakterií, které přispívají ke zdraví a pohodě (Chen et al. 2016).

FOS se dále vyskytují (podobně jako inulin) v rostlinách jako je cibule, čekanka, česnek, chřest, banán nebo artyčoky. Jsou ideálním sladidlem pro balené potraviny, podporují sytost a ovládají chuť k jídlu (Korczak & Slavin 2018).

Strukturní vzorec fruktooligosacharidu je znázorněn na Obrázku 16.



Obrázek 16: Strukturní vzorec fruktooligosacharidu (1-kestóza, nystóza, 1- β -D-fruktofuranosyl-nystóza)

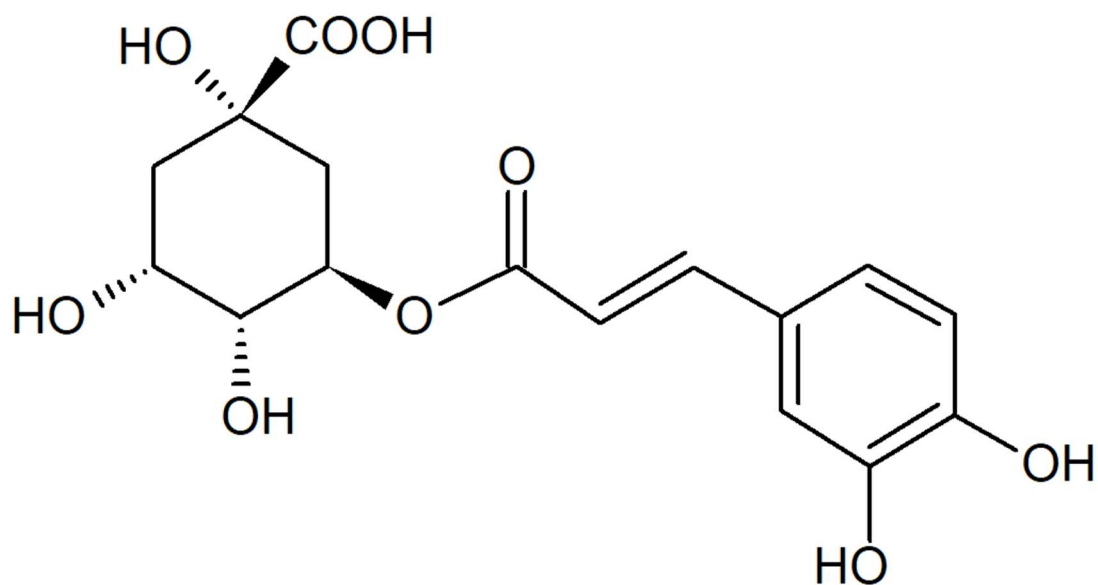
3.2.3 Fenolové kyseliny

Fenolové kyseliny jsou jednou z největších tříd rostlinných antioxidantů. Jejich antioxidační vlastnosti jsou výsledkem přítomnosti aromatického kruhu, karboxylové skupiny a jedné nebo více hydroxylových nebo methoxylových skupin v molekule. Kyseliny obsažené v jakonu jsou hlavně chlorogenová kyselina (Obr. 17) (48,5 µg/g) v hlízách, v listech jsou především dikávoylchinová a kávová kyselina (Obr. 18) (14,7 mg/g), protokatechová kyselina (Obr. 19) (2,5 mg/g) a v menším množství ferulová kyselina. Jsou to přírodní antioxidanty, které mohou pomoci zabránit škodlivému působení volných radikálů v těle. Dále jsou zodpovědné za řadu biologických aktivit jakonu, a to včetně hyperglykemických a cytoprotektivních účinků a likvidaci odpadu. Fenolové kyseliny můžeme najít také v jahodách, citrusových plodech, hroznech, brokolici, mrkvi, pepři nebo čaji (Pereira et al. 2016).

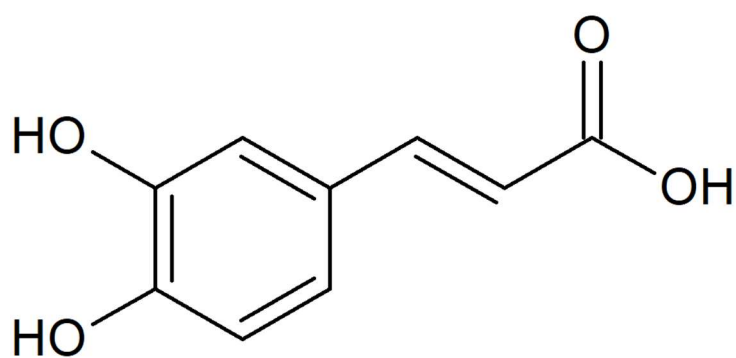
Šťáva z jakonu obsahuje 850 ppm polyfenolických sloučenin, jako je chlorogenová kyselina, o které se uvažuje jako o primárním antioxidantu jakonu. Dalšími látkami obsaženými v hlízách jakonu jsou polyfenoly (203 mg/100 g) a tryptofan (14,6 µg/g). V listech se nacházejí především flavonoidy, taniny, terpeny, diterpeny a seskviterpenické laktony, které se též vyskytují v hlízách a mají antifungální a protizánětlivé vlastnosti (Fernández et al. 2010). Fenolové kyseliny, flavonoidy i taniny patří mezi fenolické sloučeniny (Pereira et al. 2016). Ty, společně s aminokyselinou tryptofanem, vykazují nejen antioxidační ale i protizánětlivé, anti-proliferační, antivirové, antimikrobiální a protirakovinné účinky (Choque et al. 2013; Pacheco et al. 2019).

Při srovnání všech jakonových orgánů zjistíme, že úplně nejvyšší množství polyfenolů obsahují kaudexy jakonů čili oddenkové hlízy, které rostlině slouží k vegetativnímu rozmnožování. Další v pořadí jsou listy, poté stonky a nejméně hlízy kořenové (Lachman et al. 2003). Ačkoliv se tato skutečnost může zdát negativní ve prospěch jakonových hlíz, obsah antioxidantů v nich rozhodně není zanedbatelný, naopak.

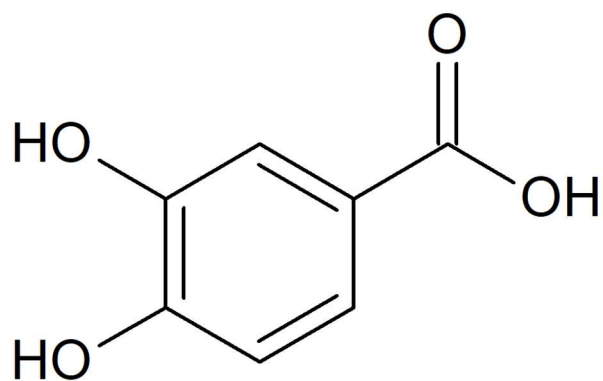
Antioxidanty obecně se vyznačují mnoha příznivými vlastnostmi souvisejícími s jejich schopností inhibovat oxidační stres a související molekulární poškození. Polyfenoly jsou důležitou skupinou antioxidantů, které realizují svůj antioxidační účinek prostřednictvím několika mechanismů (Tošović et al. 2017). Hlízy jakonu obsahují velké množství polyfenolických látek, přičemž majoritní složkou je právě chlorogenová kyselina. Tato kyselina se běžně vyskytuje nejen v jakonu, ale obecně v rostlinách čeledi hvězdnicovité (Lachman et al. 2003). Chlorogenová kyselina je fenolová sloučenina s antioxidačními účinky, která zároveň slouží jako karcinogenní inhibitor (Makkar et al. 2007) a je vhodná pro diabetiky. Je důležitou složkou mnohých potravin i nápojů.



Obrázek 17: Chlorogenová kyselina



Obrázek 18: Kávová kyselina



Obrázek 19: Protokatechová kyselina

3.2.4 Rozdíly ve složení jakonu, brambor, topinamburu a čekanky

Jakon, brambor, topinambur i čekanka mají nespočet stejných vlastností. Jsou si podobné především složením, látkami, které obsahují, jejich vlivem na zdraví člověka a někdy i vzhledem. Existuje ovšem i mnoho vlastností, ve kterých se tyto plodiny odlišují.

Hlízy jakonu, brambor i topinamburu mají velmi podobné chemické složení, liší se pouze zásobními sacharidy (tabulka 3). Zásobní látkou brambor je polysacharid škrob, jehož stavební jednotkou je glukóza. V případě topinamburu a jakonu jde o směs polysacharidů, které se obecně nazývají inulin. Topinambur má však polysacharidy s vysokým polymerním stupněm ($n = 33 - 37$), kdežto hlízy jakonu obsahují volné mono a disacharidy a polysacharidy nízkých polymerních stupňů.

Hlízy jakonu, topinamburu i čekanky se dají, na rozdíl od brambor, využívat jako sladidlo díky svému obsahu fruktózy. Nejvhodnějším adeptem je nicméně jakon, oproti topinamburu se totiž velmi snadno zpracuje. Využití kořenů čekanky je zase omezeno jejich silnou vůní a chutí (Michl et al. 1995).

Jedním z rozdílů mezi jakonem a topinamburem je tedy stupeň polymerizace inulinu v hlízách, který je u jakonu podstatně nižší (Jandovská 1999). Stejný rozdíl je mezi topinamburem a čekankou – stupeň polymerace je ale vyšší u čekanky (Fernández et al. 2010).

Hlízy jakonu obsahují zhruba 3 – 10 x více polyfenolických sloučenin než hlízy brambor, mají tedy podstatně vyšší antioxidační schopnost (Lachman et al. 2003).

3.3 ZDRAVOTNÍ PŘÍNOSY JAKONU

Souvislost mezi stravou a nepřenositelnými chronickými onemocněními je známá po mnoho let. Již bylo prokázáno, že konzumací určitých potravin lze zabránit kardiovaskulárním onemocnění, metabolickým poruchám (obezitě) i rakovině. Některé druhy potravin obsahují uhlík a zdroje energie, jakožto i bioaktivní složky, a z tohoto důvodu se nazývají funkčními potravinami. V posledních deseti letech se výzkumy zaměřily právě na tyto zdravé potraviny. Cílem je zlepšit kvalitu života obyvatel a snížit náklady na lékařská ošetření a následné zatížení zdravotnických služeb. Některé rostliny poskytují vynikající zdroje bioaktivních látek, včetně antioxidantů, čímž výrazně přispívají k udržení lidského zdraví (Pereira et al. 2016). Jednou z těchto funkčních potravin je zmíněný jakon.

Hlízy jakonu obsahují 70 – 90 % vody, ten má tedy nízkou energetickou hodnotu (227 kJ/100 g). Díky obsahu inulinu a oligomerů (fruktany inulinového typu), které mají schopnost udržovat tlusté střevo v dobré zdravotní kondici, je jakon potravinou vhodnou nejen pro diabetiky. Inulin dále zvyšuje absorpci vápníků až o 20 %, čímž zvyšuje hustotu kostí (Kasal et al. 2019). Hlízy jakonu obsahují velké množství vitamínů, především vitamín A, některé vitamíny skupiny B a vitamín C. Obsahují také vlákninu a minerální látky, jako je vápník, draslík, železo a hořčík. Důležitou součástí jsou také antioxidanty, především polyfenoly a aminokyseliny. Nejen hlízy, ale také listy jakonu mají zdravé přínosné účinky. Obvykle se konzumují v podobě čajů a mají detoxikační a antioxidační účinky (Jandovská 1999; Svobodová 2019).

Z výsledků výzkumného projektu, který proběhl ve Fakultní nemocnici v Olomouci, vyplývá, že jakonové hlízy jsou vhodnou potravinou nejen pro diabetiky, pacienty s vysokou hladinou cholesterolu a pacienty s chronickými chorobami jater, ale i pro redukční diety (Jandovská 1999).

Díky svým prebiotickým vlastnostem a obsahu přínosných látek je schopen předcházet zácpě a léčit ji. Neobsahuje žádný lepek, je proto potravinou vhodnou pro celiaky. Dále je vhodný pro lidi s obezitou či pacienty s kardiovaskulárními onemocněními (Kasal et al. 2019; Machado et al. 2019).

Sirup z jakonu konzumovaný na denní bázi je schopen pomoci snížit tělesnou hmotnost, obvod pasu i BMI (indikátor podváhy, normální tělesné hmotnosti, nadváhy a obezity), z čehož je patrné, že jakonové produkty jsou slibným pomocníkem v boji s obezitou. Pomáhá snižovat hmotnost také tím, že v potravinách nahrazuje polysacharidy a stravitelné tuky (Genta et al. 2009; Polish 2010). Má též příznivý vliv na inzulinovou rezistenci a hladinu LDL cholesterolu, což naznačuje roli v léčbě diabetu a metabolického syndromu, který se přímo týká diabetu 2. typu (Campos et al. 2012).

3.3.1 Prebiotické účinky jakonu

V posledních letech roste zájem o nutraceutická jídla, která mohou být definována jako potraviny, které spotřebiteli nabízejí fyziologické přínosy nad rámec základních výživových funkcí. Jednou z těchto potravin je právě jakon. O zvýšení některých fyziologických funkcí se postarají například v něm obsažená prebiotika. Jakon má vysoký obsah nestravitelných oligosacharidů, jimiž jsou fruktooligosacharidy a inulin. Za prebiotické výhody však vděčí i fenolickým sloučeninám, které v těle chrání například biomolekuly jako je DNA, lipidy nebo proteiny, proti poškození způsobenému volnými radikály (Choque et al. 2013).

Tyto látky zlepšují růst bifidobakterií v tlustém střevě a přispívají tak ke správnému fungování trávicího traktu. Jejich spotřeba zvyšuje gastrointestinální metabolismus, snižuje hnilobné procesy ve střevech, zvyšuje odolnost vůči patogenům, podporuje a pozitivně moduluje imunitní systém nebo také zlepšuje rezistenci proti alergiím v trávicím traktu. Náprava střevní mikrobioty s sebou nese spoustu zdravotních přínosů, a to snížení krevního tlaku a krevního cukru, snížení obsahu triglyceridů, cholesterolu a mastných kyselin v krvi (Kasal et al. 2019).

Prebiotické účinky jakonu byly zkoumány v in vivo podmínkách na morčatech. Bylo zjištěno, že pravidelná konzumace jakonu bohatého na fruktooligosacharidy vede k nárůstu bifidobakterií a laktobacilů, což má za následek vysoký obsah mastných kyselin s krátkým řetězcem, které představují zdroj výživy pro buňky tlustého střeva, čímž přispívají k bezproblémovému fungování trávicího traktu (Campos et al. 2012). Z těchto důvodů se z hlíz jakonu vyrábějí sladidla a sirupy, které se konzumují při zažívacích potížích, především pro vyvážení střevní mikrobioty. Tuto praktiku využívaly již tradiční andské populace, stejně tak sušení jakonových listů, ze kterých se dělaly čaje a využívaly se jako součást nízkokalorické stravy.

Jakon má velký potenciál stát se ziskovým produktem pro drobné zemědělské firmy využívající ekologické pěstování. V zemích, kde se jakon aktivně pěstuje, již existuje celá řada produktů jako je mouka, sušený jakon, plátky nebo chipsy, čaj (z listů), šťávy, pyré a sladidla ve formě sirupu s vysokým obsahem FOS (Choque et al. 2013).

3.4 DIABETES

Diabetes mellitus lze definovat jako stav chronické hyperglykémie způsobující dlouhodobé poškození specifických tkání, zejména sítnice, ledvin, nervů a tepen. Je způsobena nedostatečnou produkcí inzulínu, který se tvoří ve slinivce břišní, konkrétně je tvořen beta buňkami Langerhansových ostrůvků, nebo rezistencí vůči snižování glukózy a jiným účinkům inzulínu (Gurnell et al. 2020). Je významnou a rostoucí hrozbou pro globální zdraví, která postihuje více než 700 milionů lidí na celém světě. Tento počet byl v roce 1985 více než 10krát nižší. V České republice je počet diabetiků větší než 800 000 (Fernández et al. 2010).

Diabetes mellitus je onemocnění látkové výměny, jehož hlavním problémem je nedostatek inzulínu. Ten může být absolutní, přičemž je tvorba inzulínu značně snížena nebo se vůbec netvoří, nebo relativní, kdy se inzulín sice tvoří, ale množství není dostatečné. Inzulín je pro tělo velmi důležitým hormonem. Díky němu je možný vstup glukózy z krve do buněk tukové a svalové tkáně, pokud je tedy inzulínu málo, cukr se začne v krvi hromadit, čímž vznikne hyperglykémie. Normální množství glukózy v krvi je 4 – 5,6 mmol/l, pokud hyperglykémie překročí 10 mmol/l, přestane se glukóza vstřebávat a objevuje se v moči, čímž zvětší její objem, jelikož váže vodu (Fernández et al. 2010). Tím, že přestane glukóza přecházet z krve do buněk, zhorší se funkce buněk a může dojít k nedostatku energie. Glukóza se totiž v buňkách rozkládá na jednodušší látky, čímž se energie uvolní.

Rozlišujeme dva základní typy diabetu, a to diabetes mellitus 1. typu a diabetes mellitus 2. typu. Ostatní typy zahrnují sekundární diabetes, který vzniká při poruchách či onemocněních slinivky břišní. Diabetes mellitus je spojen s různými metabolickými a psychologickými poruchami charakterizovanými vysokou hladinou glukózy v krvi v důsledku poruch dostupnosti inzulínu v těle. Glukóza funguje jako palivo k zajištění energie pro všechny fyzické aktivity, především dodává energii do mozku.

U diabetu 1. typu beta buňky v pankreatu nemohou tvořit inzulín kvůli autoimunitnímu onemocnění, které přiměje tělo buňky zničit. Neexistuje proto žádný inzulín, který by umožnil přesun glukózy z krve do tkání, což vede k nízké energetické hladině a dalším metabolickým poruchám. Onemocnění se také nazývá juvenilní diabetes, jelikož se obvykle začíná objevovat v dětství (může se ale objevit v kterémkoliv věku), což nelze ovlivnit, ale lze jej zvládnout včasnou diagnostikou a péčí. Tento typ nemoci je dědičný (Rafiq et al. 2020). Trpí jím zhruba 8 – 10 % z celkového počtu diabetiků. Při léčbě diabetu 1. typu je nutno zcela nahradit chybějící inzulín a dodat jej v několika dávkách, obvykle ve čtyřech denních. Nemocný inzulín aplikuje do podkoží obvykle v oblasti stehna nebo břicha.

Diabetes mellitus 2. typu se vyskytuje mnohem častěji, trpí jím zhruba 90 % diabetiků. Problém diabetu tohoto typu spočívá ve snížení citlivosti tkání vůči inzulínu. Ačkoliv je inzulínu relativní dostatek, tkáně na něj nereagují, jsou poškozené jejich receptory, inzulín se tedy nemůže na receptor navázat a glukóza tak nemůže vstoupit do buněk z krve. Rezistence tkání na inzulín je následkem permanentně vysoké hladiny cukru a inzulínu v krvi, tedy následkem nesprávné životosprávy. Tento typ se často vyskytuje současně s metabolickým syndromem, který zahrnuje obezitu, vysoký krevní tlak (hypertenzi) a rizikově změněné hodnoty lipidů, kdy se sníží HDL cholesterol a zvýší se triglyceridy (dyslipidémie) (Fiorentino et al. 2020).

Léčba diabetu 2. typu zahrnuje především správnou životosprávu. Rizikovými faktory jsou hlavně nadváha, obezita, kouření a nedostatek pohybové aktivity. Je tedy nutné dodržovat

zásady zdravého stravování, zajistit dostatečné množství pohybu a na místě je i redukce hmotnosti, která by měla při dodržení správného životního stylu nastat (Rojas-Padilla et al. 2020). Součástí léčby jsou častokrát i antidiabetika, což jsou léky zvyšující citlivost tkání vůči inzulínu. Nemocným se také mohou podávat léky zvyšující tvorbu inzulínu ve slinivce břišní. Pokud nic z výše zmíněných způsobů nezabírá, podkožně se aplikuje inzulín i v několika denních dávkách.

Některé typy diabetu jsou způsobeny onemocněním pankreatu (záněty, nádory, operace) či nadměrnou produkcí hormonů, které působí proti inzulínu (Fernández et al. 2010). Dalším typem je gestační diabetes čili těhotenská cukrovka. Obvykle se objevuje ve druhé polovině těhotenství a po porodu mizí. Vyskytuje se zhruba u 4 % těhotných žen. Potřeba inzulínu je v těhotenství větší, na což slinivka nezareaguje a koncentrace glukózy v krvi se zvýší. Na to reaguje plod a začne produkovat více vlastního inzulínu.

Stále častěji se ukazuje, že cukrovka v těhotenství může být buď projevem těhotenství vyvolaná rezistence na inzulín (GDM), nebo může být výsledkem odmaskování dříve nediodagnostikovaného diabetu (zjevný diabetes nebo diabetes mellitus). Je důležité rozlišovat mezi těmito dvěma entitami, protože jejich účinky na mateřské a fetální výsledky se značně liší (Sharma & Rai 2020).

Relativně novou skupinou je diabetes MODY (Maturity Onset Diabetes of the Young). Jak z názvu vyplývá, nemoc je obvykle zjištěna u mladých dospělých. Objevuje se v každé generaci tímto onemocněním postižené rodiny a léčí se podobně jako diabetes 2. typu (Fernández et al. 2010).

3.4.1 Původ a rozšíření

Klinické rysy podobné diabetes mellitus byly poprvé popsány před 3000 lety starověkými Egypťany a jednalo se o smrtelné onemocnění spojené s nekontrolovatelnou ztrátou moči (Tattersall 2016). Termín „diabetes“ poprvé použil Araetus z Cappodocia (81 – 133 nl). Slovo mellitus (med, sladký) později přidal Thomas Willis z Velké Británie v roce 1675 po znovuobjevení sladkosti moči a krve pacientů trpících cukrovkou (čehož si všimli Indové již ve starověku). Teprve v roce 1776 Matthew Dobson z Velké Británie potvrdil přítomnost nadměrného množství cukru v moči a krvi jako příčinu jejich sladkosti. V moderní době se historie diabetu shodovala se vznikem experimentální medicíny.

Důležitým milníkem v historii diabetu je stanovení role jater v glykogenezi a koncept, že diabetes je způsoben nadměrnou produkcí glukózy, na což přišel Claude Bernard z Francie v roce 1857. Roli slinivky břišní v patogenezi diabetu objevil Josef von Mering a Oskar Minkowski z Rakouska v roce 1889. Později tento objev představoval základ izolace inzulínu, což byl první izolovaný hormon použitý k léčbě diabetu. Jeho izolaci a klinické použití objevili Banting a Best v Kanadě roku 1921 (Ahmed 2019). Za tento objev obdrželi Nobelovu cenu a díky jejich práci byl diabetes přetransformován z neléčitelné fatální nemoci do stavu, kterému nově objevený inzulín rozuměl a pomohl ho léčit (Tattersall 2016). Zkoušky k přípravě orálně podávaného hypoglykemika byly úspěšně ukončeny prvním uvedením tolbutamidu a karbuta-

midu na trh v roce 1955 (Ahmed 2019). V roce 1980 byl vytvořen první inzulin pomocí genetického inženýrství (Bilous et al. 2010). Optimální léčba diabetu 1. a 2. typu však byla i nadále výzvou. V průběhu následujícího století výzkum ukázal strukturu a funkční vlastnosti inzulinu a mnoho aspektů funkce β -buněk. To umožnilo obrovský vývoj farmakologie (Tattersall 2016).

Dnes se diabetes léčí pomocí aplikace inzulinu injekcemi či tabletovou léčbou, která je k dispozici více než 50 let. Posledních 20 let bylo svědkem příchodu mnoha nových léků k léčbě diabetu 1. i 2. typu (Bilous et al. 2010).

3.4.2 Jakon a jeho vliv na léčbu diabetes

Jedním z důvodů, proč je jakon považován za zdravou potravinu, je obsah oligosacharidů. Je ovšem bohatý i na polysacharidy, obsahuje více než 20 esenciálních aminokyselin a minerálů a velké množství rozpustné vlákniny, čímž přispívá ke správnému fungování mnoha tělních systémů.

Výsledky mnohých studií ukazují, že dlouhodobá konzumace produktů z jakonových hlíz může účinně snižovat hladinu cukru v krvi a hladinu lipidů, čímž přispívá k léčbě hypertenze.

Inulin, zásobní látka jakonu, je potravina s nízkým glykemickým indexem a obsahuje jen velmi málo kalorií. Při průchodu trávicím traktem je imunní vůči enzymům amyláze a ptyalinu, které se nachází v ústní dutině a žaludku. Ty štěpí škrob, proto nejsou schopné si s inulinem poradit. Inulin tedy není v trávicím traktu rozštěpen na glukózu a fruktózu, což znamená, že hladina monosacharidů v krvi zůstává stejná, nezvyšuje se. Lidský trakt nedokáže strávit ani fruktooligosacharidy, mají tedy na hladinu cukru v krvi stejný vliv. Hyperglykémie, tedy zvýšený krevní cukr, je hlavním projevem diabetu a je doprovázena nedostatkem energie. Tím, že inulin ani FOS tento stav nezhoršují, ba naopak, je jakon, který je na obě látky bohatý, vhodnou a doporučenou potravinou pro lidi trpící tímto onemocněním a také pro lidi snažící se snížit svou tělesnou hmotnost (Wang et al. 2019).

Za antidiabetické účinky je také zodpovědná kyselina chlorogenová, která je obsažena v jakonových hlízách a působí jako antioxidant. Tento fakt potvrdil pokus s potkany trpícími diabetem (Campos et al. 2012). Jednou z možností léčby diabetu je pravidelné užívání antidiabetik. Cílem moderního výzkumu je objevit takové přírodní zdroje, ze kterých lze antidiabetika vytvořit. Touto problematikou se zabýval pokus na potkanech z roku 2019 zkoumající imunitní odpověď. Charakterizace funkční aktivity polymorfonukleárních neutrofilů (bíléch krvinek) během diabetu je nanejvýš důležitá pro pochopení imunologických procesů zapojených do patogeneze onemocnění. Hledání účinných léků, které by potlačovaly či modulovaly imunitní odpověď, pokud možno bez negativních účinků, je též slibnou oblastí moderního výzkumu. Jakon, který se již dlouho používá v lidovém lékařství k léčbě cukrovky, byl navržen jako potenciální léčba imunitních poruch.

S tímto záměrem bylo provedeno několik pokusů. Jedním z nich byl právě pokus se samci potkana Wistar. Cílem studie bylo hledat účinné léčivo, které by bylo schopné regulovat funkční aktivitu neutrofilů u experimentálně indukovaného diabetes mellitus 1. typu.

Diabetes byl indukován intraabdominální injekcí streptozotocinu (přírodně se vyskytující alkylační antineoplastické činidlo, které je zvláště toxické pro beta-buňky pankreatu produkující inzulín u savců). Všechny použité extrakty zesílily fagocytární aktivitu neutrofilů u diabetu, přičemž extrakt z hlíz jakonu vykazoval nejsilnější účinek, což se projevilo rychlou degradací částic pohlcených fagocyty.

Bylo tedy zjištěno, že jakonové extrakty inhibují aktivitu myeloperoxidázy při diabetu. Proto všechny zkoumané extrakty mají zřetelný imunokorekční účinek a mohou se stát základem pro vytvoření nové generace antidiabetik (Nagalievská et al. 2019).

Další vlna pokusů s jakonem byla zaměřena na jeho listy. Tentokrát byl hodnocen vliv na dysmetabolismus a kardiomyopatii u diabetických potkanů. Diabetes 1. typu byl opět indukován podáváním streptozotocinu. Skupina ošetřená extraktem z listů jakonu vykazovala zlepšení dysmetabolismu a kardiomyopatie v diabetickém stavu, což podporuje významné snížení glykémie o 63,39 %, zvýšení koncentrace inzulínu o 49,30 % a snížení obsahu triacylglycerolu a mastných kyselin v séru 0,43krát. Zmírnilo se poškození pankreatických ostrůvků a došlo ke zvýšení aktivity antioxidantních enzymů (kataláza, superoxiddismutáza a glutathionperoxidáza). Snížila se také fibróza a buněčná deorganizace v srdeční tkáni. Zdá se, že zjevné přínosy extraktu z listů jakonu se projevují zmírněním dysmetabolismu a oxidačního stresu v pankreatických a srdečních tkáních (Santos et al. 2018). Velmi podobný test byl na krysách proveden o rok dříve a vykazoval téměř stejné výsledky (Santos et al. 2017).

3.5 RAKOVINA

Česká republika patří v Evropě mezi země s největším počtem osob trpících rakovinou. Je to dáno hlavně životním stylem, a to konzumací špatného jídla, nedostatkem pohybu, konzumací alkoholu a kouřením. Vůbec nejrozšířenějším typem rakoviny u nás je právě rakovina tlustého střeva (Fernández et al. 2010), což s nezdravým životním stylem úzce souvisí. Typická česká jídla jsou špatně stravitelná, oblíbené jsou především uzeniny, které jsou karcinogenní, a červené maso, které není doporučeno jíst více než 2 – 3krát týdně. U mnohých osob jsou však tyto potraviny na denním pořádku. Špatné stravování se ovšem netýká pouze České republiky. Celosvětově je rakovina velmi rozšířená a potýká se s ní spousta pacientů. Kromě životního stylu ovlivňuje možnost onemocnění i genetika.

Jakon může díky svým prebiotickým vlastnostem sloužit jako potravina vhodná pro prevenci rakoviny tlustého střeva, a to především díky obsahu inulinu a fruktooligosacharidů. Stejně jako inulin, i fruktooligosacharidy jsou účinnými prebiotiky a obě tyto látky střevo a střevní mikrobiom ochraňují (Chen et al. 2016). Obě látky působí v lidském těle jako rozpustná vláknina. V žaludku ani v tenkém střevě se nevstřebávají, slouží jako škrabka, která je čistí a nechtěné látky jsou následně z těla vyloučeny. Pojmou velké množství vody a pomáhají vyprázdnit obsah střev. Obě látky fermentují v tlustém střevě.

Inulin selektivně podporuje růst bakterií v tlustém střevě, a to konkrétně *Bifidobacterium* a *Lactobacillus*, přičemž je schopen zvýšit populaci až na deseti násobek. Inulin obsažený v hlízách jakonu dále slouží jako zdroj živin pro střevní mikrobiom a utváří vhodné podmínky pro její růst. Střevní mikrobiom je pro lidský organismus velmi důležitý a vykonává řadu podstatných funkcí. Pomáhá eliminovat patogenní mikroorganismy, částečně utváří imunitní systém a přeměňuje nestrávené látky na zdroje energie. Jelikož inulin projde žaludkem i střevem nestráven, můžou jej střevní bakterie snadno využít. Podobný přínos mají i fruktooligosacharidy, využívají je bifidobakterie a další bakterie střevního mikrobiomu.

Při konzumaci inulinu a FOS se koncentrace bifidobakterií zvyšuje z 20 % na 71 % (Fernández et al. 2010), naopak podíl nežádoucích bakterií značně klesá. Dalšími látkami sloužícími jako prevence jsou fenolové kyseliny, které jakonové hlízy též obsahují. Ty mohou totiž vykazovat protirakovinné účinky (Del Rio et al. 2013).

3.6 KARDIOVASKULÁRNÍ ONEMOCNĚNÍ

Kardiovaskulárním onemocněním (KVO) se rozumí onemocnění srdce a cév. V České republice jsou tato onemocnění nejčastější příčinou úmrtí. Obecně jsou problémy se srdcem a cévami způsobeny aterosklerózou, což je kornatění tepen, které způsobují tukové látky, které se do tepen ukládají. Jednou z těchto látek je například cholesterol. Ateroskleróza je společně s hypertenzí nejčastěji se vyskytujícím kardiovaskulárním onemocněním. V kardiovaskulárním systému se může vyskytnout celá řada problémů, například endokarditida, revmatická srdeční choroba, abnormality ve vodivém systému nebo srdeční onemocnění.

Mezi KVO dále patří:

- 1) Ischemická choroba srdeční, která způsobuje anginu pectoris, infarkt myokardu, srdeční selhání nebo srdeční arytmií. Tato choroba představuje třetinu až polovinu případů kardiovaskulárních onemocnění.
- 2) Cerebrovaskulární onemocnění, a to včetně mrtvice (cévní mozkové příhody) a přechodného ischemického záchvatu (nedokrvení).
- 3) Onemocnění periferních tepen, a to zejména arteriální onemocnění postihující končetiny, které může vést ke klaudikaci.
- 4) Aortální ateroskleróza: včetně hrudního a břišního aneurysmatu.

Většina kardiovaskulárních onemocnění bývá projevem již zmíněné aterosklerózy, a to právě ischemická choroba srdeční, cévní onemocnění mozku, ischemická choroba dolních končetin či lehnání ledvin a jiných orgánů (oko).

Výskyt kardiovaskulárních onemocnění představuje v dnešní době velký problém, a to především kvůli dlouhé pracovní době a dlouhému dojíždění a tím pádem méně času na rekreační aktivity. Dále se jedná o fyzickou nečinnost a příjem vysoce kalorické stravy, tedy nasycené tuky a cukry, spojené s rozvojem aterosklerózy a dalších metabolických poruch, jako je metabolický syndrom, diabetes mellitus a hypertenze, které jsou vysoce rozšířené u pacientů s KVO. Největší vliv na výskyt KVO má ovšem kouření, obezita v břišní oblasti, psychosociální faktory, pravidelná konzumace alkoholu a fyzická nečinnost. V průběhu několika desítek let se z těchto důvodů výskyt KVO mnohonásobně zvýšil (Lopez & Afir 2019). Správnou stravou a celkovou životosprávou lze tento stav však výrazně ovlivnit.

Výskyt těchto nemocí se kvalitativně i kvantitativně liší mezi pohlavími. Přestože by si na svůj životní styl měl dávat pozor každý člověk, větší riziko nesou ženy.

Toto onemocnění je hlavní příčinou úmrtí žen v Evropě i Spojených státech. Ačkoliv za posledních 40 – 50 let došlo k výraznému poklesu úmrtnosti zaviněné KVO, je stále číslem 1. Prevalence KVO u žen, které jsou starší než 75 let, je vyšší než u mužů, stejně tak úmrtnost po infarktu. U žen je též vyšší riziko trombózy, problémů s krvácením a revmatické srdeční choroby. S kardiovaskulárním onemocněním úzce souvisí i problémy v těhotenství. Pokud se v těhotenství objeví preeklampsie (onemocnění placenty objevující se ve třetím trimestru těhotenství projevující se například vysokým krevním tlakem) nebo těhotenská cukrovka, je v budoucnu 2 – 4 násobně větší riziko výskytu hypertenze či diabetu. Rizikové je též období menopauzy, a to hlavně v počátečním období (Poppas 2020). Ne všechna onemocnění srdce a cév

jsou však závažnější pro ženy než pro muže. Primární rizikové faktory jsou pro obě pohlaví stejné.

Inulin obsažený v jakonových hlízách snižuje cholesterol sérový i jaterní, snižuje také obsah triglyceridů a zvyšuje poměr HDL/LDL cholesterolu (Fernández et al. 2010), čímž výrazně napomáhá snižovat ukládání tukových látek v cévách, díky čemuž se nápadně sníží riziko kardiovaskulárních onemocnění.

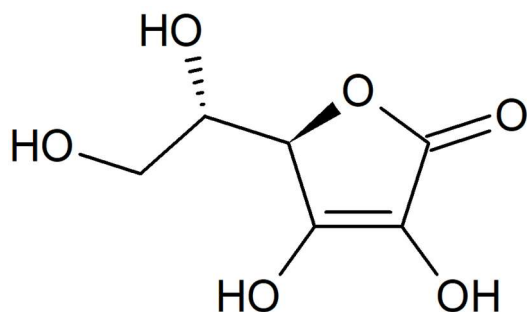
3.7 ANTIOXIDANTY

Princip působení antioxidačních látek spočívá v jejich schopnosti zachycovat volné radikály předtím, než se rozšíří a začnou škodit. Volné radikály mohou totiž napadat a poškozovat biomolekuly jako jsou bílkoviny, lipidy či DNA, nebo jejich biomembránu. Díky jejich zachycení je zabráněno škodě a zároveň šíření oxidačního poškození. Jinak řečeno, antioxidanty zpomalují, anebo úplně zabraňují oxidačním změnám látek v buňkách lidského těla (Pereira et al. 2016; Chavan 2019).

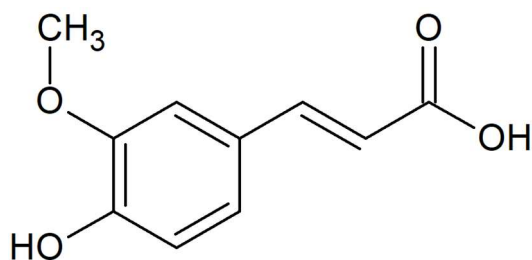
Přírodní antioxidanty můžeme z hlediska jejich chemického složení dělit na 3 skupiny, a to na polyfenoly, karotenoidy a tokoferoly – vitamin E. Do první skupiny patří látky, jako jsou flavonoidy, kumariny, fenolkarboxylové kyseliny a kumariny. Pod karotenoidy spadají xanthofyly a karoteny, což jsou prekursory vitamínu A.

Mezi látky s antioxidačními vlastnostmi patří také askorbová kyselina (Obr. 20), tedy vitamin C, a selen. Jakon je velmi významným a bohatým zdrojem antioxidantů, a to především polyfenolů. Hlízy obsahují zhruba 2030 mg.kg^{-1} polyfenolických látek. K antioxidačním účinkům jakonu nejvíce přispívají hydroxyskořicové kyseliny. Oxidaci lipidů nejvíce zabraňují kávová kyselina, chlorogenová kyselina a ferulová kyselina (Obr. 21), v hlízách se vyskytuje a je nejdůležitější chlorogenová kyselina (Lachman et al. 2003).

Flavonoidy, patřící pod polyfenoly, jsou látky hojně obsaženy v listech i hlízách jakonu. Mají antioxidační, protizánětlivé, antivirální, antibakteriální a antifungální účinky, slouží jako prevence proti určitým typům rakoviny a kardiovaskulárním onemocněním, pozitivně působí na imunitu, permeabilitu krevních kapilár a cévní soustavu a pomáhají při obnově hepatocytů. Jsou také schopny regulovat enzymatickou aktivitu (inhibice lipoxygenasy) (Lachman et al. 2003; Choque et al. 2013; Del Rio et al. 2013).



Obrázek 20: Askorbová kyselina



Obrázek 21: Ferulová kyselina

3.8 IMUNITA

Imunita je schopnost organismu bránit se proti tělu cizím látkám, a to jak z prostředí vnějšího, tak vnitřního. Imunitu řídí imunitní systém.

Imunitní systém chrání tělo před jemu cizími látkami, jako jsou mikroorganismy, a zbaňuje tělo odpadu. Reaguje také na řadu léčebných modalit, jako je transplantace buněk nebo celých orgánů nebo léčba biomateriály (Ekdahl et al. 2017).

Vrozená imunitní odpověď má zásadní význam pro okamžité rozpoznání a odstranění napadajících mikroorganismů. Deregulace tohoto systému je však jasně spojena s patogenezi celé řady zánětlivých onemocnění. Vrozená imunita spočívá v humorální a buněčné větvi, které spolu úzce spolupracují. Další úroveň kontroly se nachází na úrovni neuronálních reflexů, které mohou tyto imunologické mechanismy doladit (Koenderman et al. 2014).

Dobře fungující imunitní systém je základem dobrého fungování celého těla. Má obrovský vliv na naše zdraví a je třeba o něj náležitě dbát. Látky obsažené v jakonových hlízách mají na imunitu velmi pozitivní vliv, a to především polyfenolické látky. Konkrétním příkladem mohou být flavonoidy, které zároveň působí jako antioxidanty.

Polyfenolické látky zároveň modulují střevní mikrobiotu, zmírňují stres a podporují vylučování toxických látek, což jde se správně fungujícím imunitním systémem ruku v ruce. Významnou roli zde hraje také velmi často zmiňovaný inulin a fruktooligosacharidy. Obě látky mají mnoho pozitivních vlastností, mezi které patří také modulace imunitního systému.

4 Závěr

Cílem této práce bylo zjistit, zda jsou hlízy jakonu vhodným zdrojem jak antioxidantů, tak jiných látek, které mají pozitivní přínos pro lidské zdraví.

Je nanejvýš jasné, že látky, které jakonové hlízy obsahují, mohou být nápomocny jak při vývoji nových léčiv, tak při domácí léčbě všemožných nemocí, především pak při léčbě diabetu, rakoviny, kardiovaskulárních onemocnění, imunitního systému či při běžném nachlazení. Jakonové hlízy jsou také vhodným pomocníkem při redukčních dietách a hodí se i do běžného jídelníčku. Jsou snadno zpracovatelné prakticky do každé podoby, zařazení do běžné stravy by proto neměl být problém pro nikoho. Jedinou překážkou může být nedostupnost jakonu, který se v České republice prozatím nestal tak populárním. Vzhledem k jeho příznivým účinkům a potenciálu v medicíně se tato skutečnost snad do budoucna změní.

Dalším cílem této práce bylo zjistit, zda je jakon vhodnou rostlinou pro pěstování v České republice. Ačkoliv je jakon rostlina pocházející z tropické horské oblasti, je velmi přizpůsobivý a relativně nenáročný, proto je jeho pěstování v oblasti České republiky úspěšné. Klimatické podmínky nejsou v naší oblasti posledních několik let ideální, což má negativní dopad na pěstování téměř všech zemědělských plodin, včetně jakonu. Obecně se však jakonu v oblasti mírného podnebného pásu daří dobře. V České republice se pěstují jak původní odrůdy jakonu, tak i odrůdy, které zde byly úspěšně vyšlechtěny.

Přínosné účinky jakonu byly již potvrzeny mnohými studiemi, má-li ovšem jakon vstoupit do povědomí společnosti, je třeba pokračovat jak v testování vlivu na lidský organismus, tak ve zkoumání vhodných podmínek pro kultivaci v České republice. Nejdůležitějším krokem pro zviditelnění této plodiny a jejích příznivých účinků je ovšem osvěta společnosti, ke které slouží mimo jiné i tato práce.

5 Literatura

- Ahmed AM. 2019. History of Diabetes Mellitus. Saudi medical journal **23**(4):375-378.
- Anton SD, Martin CK, Han H, Coulon S, Cefalu WT, Geiselman P, Williamson DA. 2010. Effects of Stevia, aspartame, and sucrose on food intake, satiety and postprandial glucose and insulin levels. *Appetite* **55**:37–43.
- Bilous R, Donnelly R, Donnelly R. 2010. History of Diabetes. Pages 5-8 in Handbook of Diabetes. Oxford, UK: Wiley-Blackwel. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1002/9781444391374.ch2> (accessed January 2020).
- Bredemann G. 1943. Über *Polymnia sonchifolia* Poepp. & Endl. (*Polymnia edulis* Wedd.). In: Fernández E C, Viehmannová I, Lachman J, Milella L. Yacon [*Smallanthus sonchifolius* (Poepp. et Endl.) H. Robinson]. 2006. A new crop in the Central Europe. *Plant Soil Environ.* **52** (12): 564-570.
- Calvino M. 1940. Una nuova pianta da foraggio e da alcole: La *Polymnia edulis*. *Industria Saccarifera Italiana* **33**:95-98.
- Campos D, Betalleluz-Pallardel I, Chirinos R, Aguilar-Galvez A, Noratto G, Pedreschi R. 2012. Prebiotic effects of yacon (*Smallanthus sonchifolius* Poepp. & Endl), a source of fructooligosaccharides and phenolic compounds with antioxidant activity. *Food Chemistry* **135**(3):1592-1599 Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308814612009375> (accessed December 2019).
- Castiglia-Delavaud C, Verdier E, Besle JM, Vernet J, Boirie Y, Beaufrere B, Vermorel M. 1998. Net energy value of non-starch polysaccharide isolates (sugarbeet fibre and commercial inulin) and their impact on nutrient digestive utilization in healthy human subjects. *British Journal of Nutrition.* **80**(4):343–352.
- Castro A, Caballero M, Herbas A, Carballo S. 2012. Antioxidants in yacon products and effect of long term storage. *Food Science and Technology* **32**(3):432–435.
- Ceunen S, Geuns JMC. 2013. Influence of photoperiodism on the spatio-temporal accumulation of steviol glycosides in *Stevia rebaudiana* (Bertoni). *Plant Sci.* **198**:72–82.
- Chavan UD. 2019. Antioxidants. Conference: MTC Training Course. Project: Food Science and Technology Research Projects.
- Chen G, Li C, Chen K. 2016. Fructooligosaccharides. *Studies in Natural Products Chemistry*, 209–229.

- Chen FJ, Long XH, Li EZ. 2019. Evaluation of Antifungal Phenolics from *Helianthus tuberosus* L. Leaves against *Phytophthora capsici* Leonian by Chemometric Analysis. *Molecules*, **24**(23):4300.
- Choque D, Grethel T, Wirla M, Tamashiro DSC, Maróstica MRJ, Pastore GM. 2013. Yacon (*Smallanthus sonchifolius*): A Functional Food. *Plant Foods for Human Nutrition* **68**(3):222-228. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/s11130-013-0362-0> (accessed January 2020).
- Cronquist A. 1955. Phylogeny and taxonomy of the Compositae, *American midland Naturalist*, **53**: 478-511.
- Cuervo SP, Benitez A, Castellanos SM. 2018. Drying of Yacon (*Smallanthus sonchifolius*) as a potential food product for international commercialization. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* **437**. Available from: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/437/1/012005> (accessed January 2020).
- Del Rio D, Rodriguez-Mateos DA, Spencer JPE, Tognolini M, Borges G, Crozier A. 2013. Dietary (Poly)phenolics in human health: structures, bioavailability, and evidence of protective effects against chronic diseases. *Antioxid. Redox Signal.* **18**:1818–1892.
- Ebrahiminia M, Esmaeili F, Shabani L. 2020. In vitro differentiation induction of embryonal carcinoma stem cells into insulin-producing cells by *Cichorium intybus* L. leaf extract. *Journal of Ethnopharmacology* **246**. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0378874119315685> (accessed December 2019).
- Ekdahl KN, Fromell K, Hilborn J, Nilsson B. 2017. The innate immune response. Pages 85-94 in *Bioresorbable Polymers for Biomedical Applications*. Elsevier. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780081002629000045> (accessed December 2019).
- Fernández EC, Viehmannová I, Lachman J, Milella L. Yacon [*Smallanthus sonchifolius* (Poepp. et Endl.) H. Robinson]. 2006. A new crop in the Central Europe. *Plant Soil Environ.* **52** (12): 564-570.
- Fernández EC, Viehmannová I, et al. 2010. *Netradiční plodiny pro diabetiky*. 1. vyd. Praha: Grada.
- Fiorentino TV, Succurro E, Marini MA, et al. 2020. HDL cholesterol is an independent predictor of β -cell function decline and incident type 2 diabetes: A longitudinal study. *Diabetes/Metabolism Research and Reviews*. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/dmrr.3289> (accessed December 2019).

- Frček J, Loyková V. 1991. Výživa a potraviny. In: Valentová K, Frček J, Ulrichová J. 2001. Jakon (*Smallanthus sonchifolius*) a maka (*Lepidium meyenii*): tradiční andské plodiny jako nové funkční potraviny na evropském trhu. *Chem. Listy* **95**: 594-601.
- Galindo-Rosales FJ, Campo-Deaño L, Afonso AM, Alves MA, Pinho FT (Eds.). 2020. Proceedings of the Iberian Meeting on Rheology (IBEREO 2019). Springer Proceedings in Materials.
- Gardana C, Scaglianti M, Simonetti P. 2010. Evaluation of steviol and its glycosides in *Stevia rebaudiana* leaves and commercial sweetener by ultra-highperformance liquid chromatography–mass spectrometry. *Chromatography A*. **1217** (9): 1463–1470.
- Genta S, Cabrera W, Habib N, Pons J, Carillo IM, Grau A, Sánchez S. 2009. Yacon syrup: Beneficial effects on obesity and insulin resistance in humans. *Clinical Nutrition* **28** (2):182-187 Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0261561409000302> (accessed December 2019).
- Geuns J. 2003. Molecules of interest: stevioside. *Phytochemistry* **64**, 913–921.
- Goyal SK, Samsher RK, Goyal RK, 2010. Stevia (*Stevia rebaudiana*) a bio-sweetener: a review. *Int. J. Food Sci. Nutr.* **61**: 1–10.
- Grau A, Rea J. 1997. Yacón – *Smallanthus sonchifolius* (Poepp. & Endl.) H. Robinson. Andean roots and tubers: Ahipa, arracacha, maca and yacon: Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops:199-242.
- Gupta E, Purwar S, Sandaram S, Gai GK. 2013. Nutritional and therapeutic values of *Stevia rebaudiana*: a review. *J. Med. Plants Res.* **7**:3343–3353.
- Gurnell M, Dayan C, Platts J. 2020. Diabetes. Pages 2464-2531 in *Oxford Textbook of Medicine*. Oxford University Press. Available from: <http://www.oxfordmedicine.com/view/10.1093/med/9780198746690.001.0001/med-9780198746690-chapter-259> (accessed December 2019).
- Jackson A, Tata A, Wu C, Perry R, Haas G, West L, Cooks RG. 2009. Direct analysis of *Stevia* leaves for diterpene glycosides by desorption electrospray ionization mass spectrometry. *Analyst* **134** (5): 867–874.
- Jandovská M. 1999. Jakon – alternativní zelenina pro zdravou výživu. *Zahradnictví* **24**:18-19.
- Kasal P, Svobodová A, Šimková D, Merunková A. 2019. Pěstování a užití topinamburu a jakonu u malopěstitelů a na zahrádkách. Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod, s.r.o., Havlíčkův Brod.

- Koenderman L, Buurman W, Mohamed RD. 2014. The innate immune response. *Immunology Letters* **162**(2):95-102 Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0165247814002193> (accessed December 2019).
- Korczak R, Slavin JL. 2018. Fructooligosaccharides and appetite. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, 1.
- Kou X, Luo D, Zhang K, Xu W, Li X, Xu B, Liu J. 2019. Textural and Staling Characteristics of Steamed Bread Prepared from Soft Flour Added with Inulin. *Food Chemistry*, 125272.
- Lachman J, Dudjak J, Fernández EC, Pivec V. 2003. Obsah polyfenolických antioxidantů ve vybraných orgánech jakonu (*Smallanthus sonchifolius* (POEPP. ET ENDL.) H. ROBINSON). Pages 47-54 in Sborník referátů. I. Mezinárodní seminář „Andské plodiny“ v České republice. Praha, ČZU.
- Langeroodi ARS, Osipitan OA, Radicetti E, Mancinelli R. 2020. To what extent arbuscular mycorrhiza can protect chicory (*Cichorium intybus* L.) against drought stress. *Scientia Horticulturae* **263**. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0304423819309951> (accessed November 2019).
- Lopez EO, Afir J. 2019. Cardiovascular disease. StatPearls.
- Machado AM, Da Silva NBM, Chaves JBP, Alfenas RDCG. 2019. Consumption of yacon flour improves body composition and intestinal function in overweight adults: A randomized, double-blind, placebo-controlled clinical trial. Pages 22-29 in *Clinical Nutrition ESPEN* **29**. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2405457718305485> (accessed November 2019).
- Makkar HPS, Siddhuraju P, Becker K. 2007. Chlorogenic Acid. Pages 89-91 in Totowa NJ, editor. *Plant Secondary Metabolites*. Humana Press, *Methods in Molecular Biology*TM. Available from: http://link.springer.com/10.1007/978-1-59745-425-4_15 (accessed October 2019).
- Mandal S, Evelin H, Giri B, Singh VP, Kapoor R. 2013. Arbuscular mycorrhiza enhances the production of stevioside and rebaudioside-A in *Stevia rebaudiana* via nutritional and non-nutritional mechanisms. *Appl. Soil Ecol.* **72**:187–194.
- Manrique I, Hermann M, Bernet T. 2004. Yacón: Ficha Técnica. Lima: Centro sumiyInternacional de la Papa (CIP). Available from: http://www.cipotato.org/artc/cip_crops/fichatecnicayacon.pdf (accessed December 2019).

Marcon LDN, De Sousa Moraes LF, Cruz BCdS, et al. 2019. Yacon (*Smallanthus sonchifolius*) – based product increases fecal short-chain fatty acids and enhances regulatory T cells by down-regulating ROR γ t in the colon of BALB/c mice. *Journal of Functional Foods*. **55**:333-342. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S175646461930101X> (accessed February 2020).

Meyer D, Jellema RH. 2006. Inulins improve sensoric and textural properties of low-fat yoghurts. *International Dairy Journal*, **16**(9):1098–1103.

Michalska-Ciechanowska A, Wojdyło A, Bogucka B, Dubis B. 2019. Moderation of Inulin and Polyphenolics Contents in Three Cultivars of *Helianthus tuberosus* L. by Potassium Fertilization. *Agronomy*, **9**(12):884.

Michl J, Valíček P, Frček J. 1995. Jakon – nová okopanina. *ÚRODA* **43**: 44-45.

Morris C, Morris GA. 2012. The effect of inulin and fructo-oligosaccharide supplementation on the textural, rheological and sensory properties of bread and their role in weight management: A review. *Food Chemistry*, **133**(2):237–248.

Muth ND. 2015. From Food to Fuel: Carbohydrates. in: *Sports Nutrition for Health Professionals*, 1 edition. F.A. Davis Company, Philadelphia, USA, pp. 5–16.

Nagalievska M, Sabadashka M, Hachkova H, Sybirna N. 2019. Functional activities of neutrophils in diabetic rats are changed by yacon extracts. *Clinical Diabetology*. **8**(5):248-253. Available from: https://journals.viamedica.pl/clinical_diabetology/article/view/63826 (accessed February 2020).

Nurdila, Imran, Kadidae LO, Kadir LA, Ramadhan LOAN. 2019. Isolation of inulin oligomer from white yam tuber (*Dioscorea rotundata*) for preparation of curcumin-inulin nanoparticles. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, **382**, 012013.

Pacheco MT, Escribano-Bailón MT, Moreno FJ, Villamiel M, Dueñas M. 2019. Determination by HPLC-DAD-ESI/MSn of phenolic compounds in Andean tubers grown in Ecuador. *Journal of Food Composition and Analysis*, 103258.

Padilla-González GF, Frey M, Gómez-Zeledón J, Da Costa FB, Spring O. 2019. Metabolomic and gene expression approaches reveal the developmental and environmental regulation of the secondary metabolism of yacón (*Smallanthus sonchifolius*, Asteraceae). *Scientific Reports*, **9**(1).

Pereira JAR, Teixeira MC, Saczk AA, Barcelos M de FP, Oliveira MF de, Abreu WC de. 2016. Total antioxidant activity of yacon tubers cultivated in Brazil. *Ciência e Agrotecnologia*, **40**(5):596–605.

- Petera J, Dušek L, Sirák I, Soumarova R, Jarkovsky J. 2015. Cancer in the elderly in the Czech Republic. *European Journal of Cancer Care*, **24**(2):163–178.
- Polish J. 2010. *Foods and Nutrition Sciences*, **60** (3):201-211.
- Pongmalai P, Devahastin S. 2019. Profiles of prebiotic fructooligosaccharides, inulin and sugars as well as physicochemical properties of banana and its snacks as affected by ripening stage and applied drying methods. *Drying Technology*, 1-11.
- Poppas A. 2020. *Cardiovascular Disease. JACC: Case Reports*, **2**(1):168-170 Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2666084919306394> (accessed December 2019).
- Qiu Y, Zhu Y, Zhan Y, Zhang Y, Sha Y, Zhan Y, Xu H. 2019. Systematic unravelling of the inulin hydrolase from *Bacillus amyloliquefaciens* for efficient conversion of inulin to poly-(γ -glutamic acid). *Biotechnology for Biofuels*, **12**(1).
- Rafiq K, Saify ZS, Raza A, Hassan A, Rizvi A. 2020. The Management of Pediatric Type-1 Diabetes; A Case Study. *Bangladesh Journal of Medical Science*. **19**(2): 326-332. Available from: <https://www.banglajol.info/index.php/BJMS/article/view/45017> (accessed December 2019).
- Roberfroid MB, Van Loom J, Gibson GR. 1998. The bifidogenic nature of chicory inulin and its hydrolysis products. *J. Nutr.* **128**:11–19. [CrossRef] [PubMed]
- Roberfroid MB. 2005. Introducing inulin-type fructans. *British Journal of Nutrition* **93**:13-26. Available from: http://www.journals.cambridge.org/abstract_S0007114505000759 (accessed November 2019).
- Rojas-Padilla I, Zambrano-Rios D, Matta-Miramar A. 2020. Evaluation about the influence of the nutritional state in the control of Diabetes mellitus type 2. **17** (2):10-19.
- Saeed M, Yatao X, Ur Rehman Z, et al. 2017. Nutritional and Healthical Aspects of Yacon (*Smallanthus sonchifolius*) for Human, Animals and Poultry. *International Journal of Pharmacology*, **13**(4), 361-369. Available from: <http://www.scialert.net/abstract/?doi=ijp.2017.361.369> (accessed January 2020).
- Saengkanuk A, Nuchadomrong S, Jogloy S, Patanothai A, Srijaranai S. 2011. A simplified spectrophotometric method for the determination of inulin in Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) tubers. *European Food Research and Technology Food* **233**: 609-616.
- Santos KC dos, Bueno BG, Pereira LF, et al. 2017. Yacon (*Smallanthus sonchifolius*) Leaf Extract Attenuates Hyperglycemia and Skeletal Muscle Oxidative Stress and Inflammation in Diabetic Rats. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. 1-9. Available from: <https://www.hindawi.com/journals/ecam/2017/6418048/> (accessed December 2019).

Santos KCD, Cury SS, Ferraz APCR, et al. 2018. Recovery of Cardiac Remodeling and Dysmetabolism by Pancreatic Islet Injury Improvement in Diabetic Rats after Yacon Leaf Extract Treatment. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. 1-9. Available from: <https://www.hindawi.com/journals/omcl/2018/1821359/> (accessed December 2019).

Schwingshackl L, Knüppel S, Michels N, Schwedhelm C, Hoffmann G, Iqbal K, De-
vleeschauwer B. 2019. Intake of 12 food groups and disability-adjusted life years from coronary heart disease, stroke, type 2 diabetes, and colorectal cancer in 16 European countries. *European Journal of Epidemiology*.

Sharma KA, Rai G. 2020. Diabetes. Sharma, Alok, ed. *Labour Room Emergencies*. Singapore: Springer Singapore. 95-102. Available from: http://link.springer.com/10.1007/978-981-10-4953-8_10 (accessed February 2020).

Singh A, Verma PPS. 2015. Survival and growth performance of stevia cutting under different growing media. *J. Med. Plants Stud.* **3** (2):111–113.

Singh PK, Singh D, Nainwal RC. 2018. Stevia (*Stevia rebaudiana*) a bio-sweetener. *Anusandhaan - Vigyaan Shodh Patrika.* **6**(1). Available from: <https://myresearchjournals.com/index.php/AVSP/article/view/13908> (accessed February 2020).

Sumiyanto J, Dayan FE, Cerdeira AL, Wang YH, Khan IA, Moraes RM. 2012. Oligofructans content and yield of yacon (*Smallanthus sonchifolius*) cultivated in Mississippi. *Scientia Horticulturae.* **148**, 83-88. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0304423812004554> (accessed February 2020).

Svobodová A. 2019. Výzkumný ústav bramborářský, Havlíčkův Brod. Jakon a jeho pěstování v ČR. *ÚRODA* **67**: 24-25.

Tattersall RB. 2016. The History of Diabetes Mellitus. Pages 1-22 in Holt RIG, Cockram CS, Flyvbjerg A, Goldstein BJ, editors. *Textbook of Diabetes*. Chichester, UK: John Wiley & Sons, 2017. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1002/9781118924853.ch1> (accessed February 2020).

Tavarini S, Angelini LG. 2013. Stevia rebaudiana Bertoni as a source of bioactive compounds: the effect of harvest time, experimental site and crop age on steviol glycoside content and antioxidant properties. *J. Sci. Food Agric.* **93** (9): 2121–2129.

Tedone L, Ruta C, De Cillis F, De Mastro G. 2019. Effects of *Septoglomus viscosum* inoculation on biomass yield and steviol glycoside concentration of some *Stevia rebaudiana* chemotypes. *Scientia Horticulturae*, 109026.

Tjukavin GB. 2008. Introdukcija jakona (*Polymnia sonchifolia* Poepp. & Endl.). Ovočivnictvo i baštannictvo. **54**. Available from: http://archive.nbu.gov.ua/portal/Chem_Biol/Oib/2008_54/Stattia%2032.htm (accessed December 2019).

Tošović J, Marković S, Dimitrić Marković JM, Mojović M, Milenković D. 2017. Antioxidative mechanisms in chlorogenic acid. *Food Chemistry*. **237**:390-398. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308814617308725> (accessed February 2020).

Ueda Y, Matsuda Y, Murata T, Hoshi Y, Kabata K, Ono M, Yasuda, S. 2019. Increased phenolic content and antioxidant capacity of the heated leaves of yacon (*Smallanthus sonchifolius*). *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 1-10.

Valentová K, Frček J, Ulrichová J. 2001. Jakon (*Smallanthus sonchifolius*) a maka (*Lepidium meyenii*): tradiční andské plodiny jako nové funkční potraviny na evropském trhu. *Chem. Listy* **95**:594-601.

Valíček P, Kokoška L, Holubová K. 2012. Léčivé rostliny třetího tisíciletí. 2., upr. vyd. Benešov: Start.

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). Available from: <https://www.mdpi.com/2071-1050/11/17/4581> (accessed November 2019).

Wang Y, Zhang WY, Jiang ZJ. 2019. Development of Yacon Polysaccharide Products based on Its Effect on Blood Sugar Control. **69**:21-26.

Williams LD, Burdock GA. 2009. Genotoxicity studies on a high-purity rebaudioside A preparation. *Food Chem. Toxicol.* **47**:1831–1836.

Yadav AK, Singh S, Dhyani D, Ahuja Can PS. 2011. A review on the improvement of stevia *Stevia rebaudiana* (Bertoni). *Can. J. Plant Sci.* **91** (1):1–27.

Zardini E. 1991. Ethnobotanical notes on yacon, *Polymnia sonchifolia* (asteraceae). *Econ Bot* **45**(Suppl 1):72–85.