

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta tropického zemědělství



Česká zemědělská univerzita v Praze

**Fakulta tropického
zemědělství**

Léčivé účinky jakonu (*Smallanthus sonchifolius*)

Bakalářská práce

Praha 2016

Vedoucí práce:

doc. Dr. Ing. Eloy Fernández Cusimamani

Vypracoval:

Thomas Brenner

Poděkování

Rád bych poděkoval svému vedoucímu bakalářské práce panu doc. Dr. Ing. Eloy Fernández Cusimamani za vytrvalé rady, trpělivost a ochotu během zpracování této práce. Zároveň bych mu rád poděkoval za rozšíření znalostí v dané oblasti.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Léčivé účinky jakonu (*Smallanthus sonchifolius*) zpracoval sám a jen z pramenů, které uvádím v seznamu literatury. Souhlasím s uložením mé bakalářské práce ke studijním účelům ve školní knihovně ČZU.

Praha 2016

.....

Thomas Brenner

Abstrakt

Jakon (*Smallanthus sonchifolius* (Poepp. & Endl.) H. Robinson), patřící do čeledi *Asteraceae*, je kořenová plodina pocházející z oblasti And, která byla do nedávna známá pouze místním farmářům z Bolívie, Peru a Ekvádoru. Zájem o jakon stoupl po objevu jeho prebiotických a dalších léčivých účinků. Za poslední dvě desetiletí bylo objeveno v hlízách a listech jakonu mnoho zdraví prospěšných látek, jako jsou fruktooligosacharidy a antioxidanty.

Cílem bakalářské práce bylo vyhodnocení léčivých vlastností jakonu na základě vědeckých publikací, dostupných od r. 1996 do 2016, evidovaných v databázích Web of Science, Science Direct aj.

Výsledky ukazují, že různé typy extraktů z jakonu snižují hladinu krevního cukru u diabetiků, snižují obsah cholesterolu a napomáhají rovnováze bakterií tlustého střeva. Mimo jiné jakon obsahuje také přírodní antioxidanty, pomocí kterých odvádí z těla škodlivé radikály a také byla prokázána schopnost zvýšit absorpci minerálů v kostech. Listy a hlízy jakonu obsahují vysoké množství organických sloučenin, které mohou být použity jak k prevenci tak k podpoře léčby mnoha civilizačních nemocí, jako je diabetes, rakovina, či kardiovaskulární onemocnění.

Klíčová slova: antioxidant, civilizační nemoc, diabetes, jakon, rakovina, *Smallanthus sonchifolius*

Abstract

Yacon (*Smallanthus sonchifolius* (Poepp. & Endl.) H. Robinson) of *Asteraceae* family is Andean root crop which become known to western world in last years for the numerous healing effects due to its prebiotic and antioxidant compounds. Through last two decades were discovered many beneficial attributes of fructooligosaccharides and antioxidants extracted from yacon leaves and roots.

This thesis was aimed to summarize and evaluate the healing effects of yacon in humans and animals by gathering results of the experiments with yacon healing effects since 1996 to 2016 available on Web of Science, Science Direct, etc.

The results show that various yacon extracts are able to lower blood glucose in diabetes patients, reduce the lipid profile in liver and blood vessels showing potential in prevention of cardiovascular diseases, or positive effects in prevention and healing of cancer. Yacon also contain natural antioxidants and is capable of increasing the mineral absorption in human body. Leaves and tuber roots of yacon contain high levels of chemical compounds which might be used to prevent or to support the treatment of many illnesses but mainly diseases of affluence.

Keywords: antioxidant, cancer, diabetes, disease of affluence, *Smallanthus sonchifolius*, yacon

Seznam obrázků, grafů a tabulek

Seznam obrázků:

- Obrázek 1: Rozšíření jakonu
- Obrázek 2: Listy a květy jakonu
- Obrázek 3: Kořeny jakonu
- Obrázek 4: Strukturní vzorec inulinu
- Obrázek 5: Strukturní vzorec fruktooligosacharidu
- Obrázek 6: Anatomie trávicího traktu

Seznam tabulek:

- Tabulka 1: Taxonomie jakonu
- Tabulka 2: Normální a zvýšený obsah cukru v krvi
- Tabulka 3: Naměřené hodnoty u krys
- Tabulka 4: Obsah cukru a tuků
- Tabulka 5: Vědecké výzkumy o působení jakonu na diabetes
- Tabulka 6: Obsah lipidů po 90 dnech
- Tabulka 7: Hladiny cukru a inzulínu po 90 dnech
- Tabulka 8: Vědecké výzkumy o působení inulinu a FOS na lidech
- Tabulka 9: Vědecké výzkumy o působení inulinu a FOS na zvířata
- Tabulka 10: Vědecké výzkumy o působení jakonu na rakovinu
- Tabulka 11: Polyfenoly a flavonoidy v extraktech z listů jakonu
- Tabulka 12: Vědecké výzkumy o obsahu antioxidantů v jakonu
- Tabulka 13: Studie o absorpci minerálních látek

Seznam grafů:

- Graf 1A, 1B: Účinek extraktu jakonu na krevní cukr u zdravých a diab. krys
- Graf 2A, 2B: Účinek etanolového extraktu na krev. cukr u zdravých a diab. krys
- Graf 3: Porovnání hladiny triacylglycerolu po 90 dnech podávání jakonu
- Graf 4A, 4B: Celkový obsah cholesterolu po léčbě jakonem u zvířat a člověka
- Graf 4C: Hodnoty triacylglycerolu u lidí
- Graf 5: Příčiny vzniku rakoviny v %
- Graf 6: Počet rakovinných váčků u jakonem krmených krys
- Graf 7: Účinek extraktu z jakonu na šíření gliomických buněk
- Graf 8: Typy rakoviny ve výzkumu účinků jakonu
- Graf 9: Podíl výzkumů o jakonu v lékařských odvětvích ve vědeckých databázích

Obsah:

1. Úvod.....	8
2. Cíl práce.....	9
3. Původ a rozšíření	10
4. Taxonomie a morfologie jakonu.....	11
5. Chemické složení a využití v medicíně	13
6. Diabetes	17
6.1. Účinky vodního extraktu z jakonu na krysách s diabetes.....	18
6.2. Účinek extraktu z jakonu na hladinu krevního cukru krys s diabetes t 1	20
7. Kardiovaskulární onemocnění	23
7.1. Hypolipidemický účinek na krysách po krmení moukou z kořene jakonu.....	23
7.2. Vyhodnocení výzkumu v oblasti kardiovaskulárních onemocnění	25
8. Rakovina	28
8.1. Účinek extraktu z kořene jakonu na krysách s rakovinou tlustého střeva.....	31
8.2. Ochranné účinky jakonu v ranných stádiích vzniku rakoviny tlustého střeva	33
8.3. Účinky extraktu z jakonu na migraci gliomatických buněk	33
9. Antioxidanty	36
9.1. Vyhodnocení obsahu antioxidantů ve vodním extraktu z jakonu.....	36
10. Absorpce minerálních látek	38
11. Imunita	39
12. Antibakteriální a antifungální účinky jakonu	39
13. Potravinářské zpracování jakonu	39
14. Vyhodnocení výzkumu léčivých účinků jakonu z vědeckých databází	41
15. Závěr	42
16. Seznam použitých zdrojů.....	43

1. Úvod

Civilizační nemoci, rozšířené převážně v moderní společnosti jsou výsledkem stálého stresu, nedostatku odpočinku, působení škodlivých látek, či nezdravého stravování. Celosvětový počet pacientů trpících diabetes se od osmdesátých let přibližně zčtyřnásobil na aktuálních 422 milionů (WHO, 2016). Počty diabetiků jsou stále na vzestupu, v některých členských zemích Evropské Unie činí počet diabetiků 10 až 15 % počtu obyvatel, což přispívá k celkovému počtu 60 milionů diabetiků v EU. Celosvětová úmrtnost kvůli vysoké hladině cukru a s ní spojené zdravotní komplikace zaviní smrt 3,4 milionu lidí ročně, z čehož většina pochází z chudších rozvojových zemí (WHO, 2016). Rakovina je rovněž jednou z civilizačních nemocí, u níž úmrtnost dosahuje vysokých čísel. V Evropě na rakovinu ročně zemře 1,7 milionu lidí, přestože statisticky bylo možné 40% z těchto případů předejít vyvarováním se působení toxických látek jako je např. kouření.

Nemoci, jako je diabetes, rakovina, obezita nejsou pouze faktory, limitující život dané skupiny, jsou rovněž velkou ekonomickou zátěží v rovině státu.

Skutečnost, že civilizační nemoci jsou stále na vzestupu, vyvíjí tlak na vědu v hledání řešení v oblasti přírodních zdrojů. Některé léčivé byliny a jejich účinky byly známy po staletí, jiné zůstaly do nedávna skryty, jako je tomu v případě jakonu.

Jakon (*Smallanthus sonchifolius* (Poepp. & Endl.) H. Robinson) byl až do minulého století znám pouze místním farmářům na východních svazích And. Vědci se zaměřili na výzkum jakonu a následně byla prokázána přítomnost mnoha pozitivně působících látek, jako jsou např. fruktooligosacharidy a inulin. Jakon se po letech výzkumu ukázal jako velmi pozitivně působící bylina zejména jako prebiotikum, při snižování krevního cukru, snižování rizika vzniku rakoviny, či kardiovaskulárních onemocnění. Jakon rovněž obsahuje přírodní antioxidanty, eliminující z těla volné radikály.

Tato bakalářská práce se zaměřuje na hodnocení léčivých vlastností jakonu, na základě vědeckých studií publikovaných ve vědeckých časopisech.

Přestože jakon není sám o sobě lékem, je možné jej velmi efektivně využít jako prevenci, nebo jako podporu samotné léčby již vzniklé nemoci.

2. Cíl práce

Cílem práce je shrnutí a vyhodnocení výsledků vědeckého výzkumu zveřejněného v posledních dvaceti letech, v době kdy svět začíná objevovat léčivé účinky jakonu.

Postup práce je založen na vyhledávání informací z vědeckých databází dostupných pro studenty ČZU, jako jsou Web of Knowledge, SpringerLink, ScienceDirect nebo Scopus. Informace byly vyhledávány na základě následujících klíčových slov a jejich kombinací: antioxidant, civilizační nemoc, diabetes, jakon, rakovina, *Smallanthus sonchifolius*

3. Původ a rozšíření

Jakon je kořenová plodina, pěstovaná v Andách ještě před vznikem říše Inků. Španělský název yacón vznikl z Kečuánského jazyka (yaku – vodnatý) (Fernández *et al.*, 2010). Jakon byl jednou z nejpěstovanějších plodin za časů Inků, vhodný převážně ke konzumaci a léčebným účelům. Původně se jakon rozšířil (Obrázek 1) do vysokohorských mlžných pralesů v Peru a Bolívii podél východních Andských svahů do výšky 3300 m.n.m. (Valíček *et al.*, 2012) a dlouho byly blahodárné účinky jakonu známy pouze domorodému obyvatelstvu žijícímu v Andách. Tuto rostlinu poprvé v Evropě představil Ital Mario Calvino v San Remu v roce 1927. Podle Fernández *et al.*, 2010 je jakon velmi nenáročná přizpůsobivá rostlina, která se rozšířila po druhé světové válce po celém světě, hlavně v Brazílii, Japonsku, Novém Zélandu, Rusku a v USA. V dnešní době je jakon běžně pěstovaný v zahradách Argentiny a Ekvádoru. V České republice je tato plodina pěstována od roku 1994. Konkrétně Česká zemědělská univerzita vlastní 25 odrůd jakonu, které se pěstují na experimentálních polích.



Obrázek 1: Rozšíření jakonu
Zdroj: Grau *et al.*, 1997

4. Taxonomie a morfologie jakonu

Název *Smallanthus sonchifolius* (Poepp. & Endl.) H. Robinson je dnes více využíván, než starší název *Polymnia sonchifolia* (Poepp. & Endl.), který je považován za synonymum.

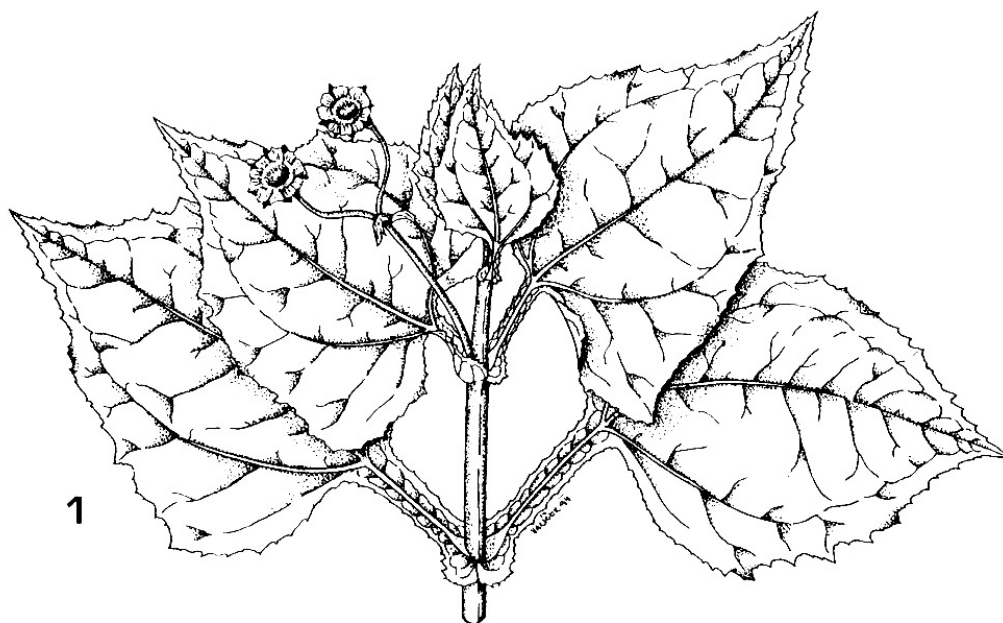
Tabulka 1: Taxonomie jakonu

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>

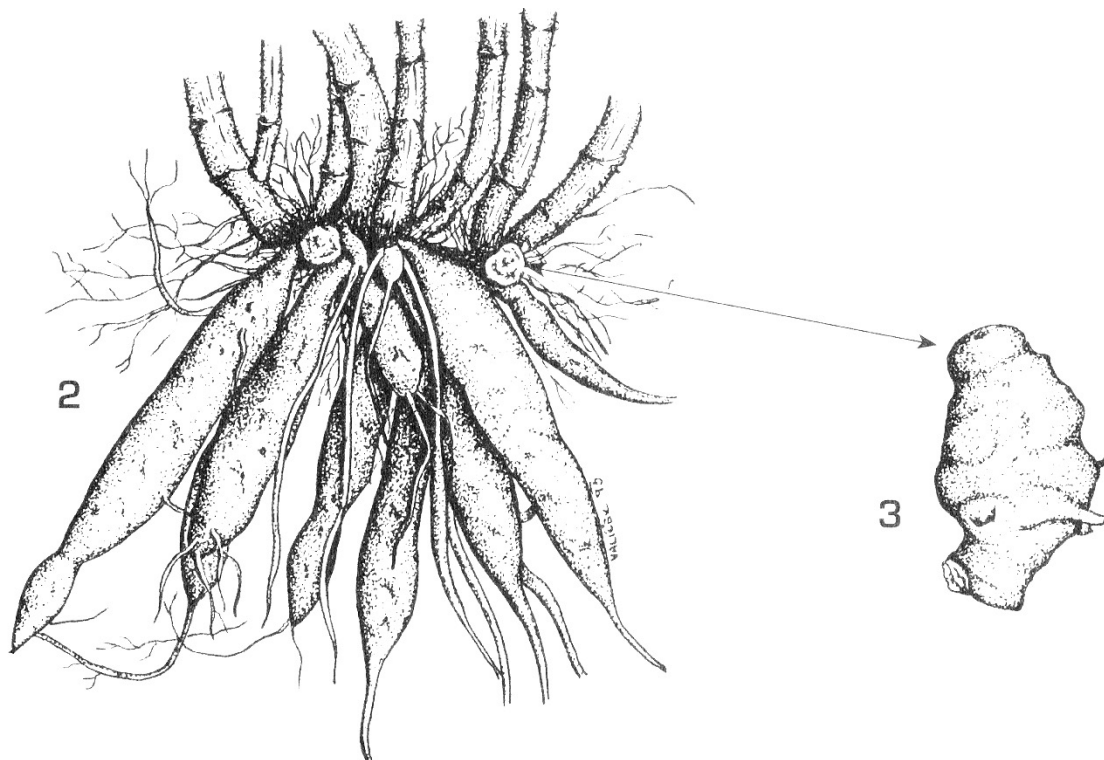
Jakon (*Smallanthus sonchifolius* (Poepp. & Endl.) H. Robinson) je kořenová plodina z čeledi *Asteraceae*. Jakon je rostlina vytrvalá, v podmínkách České republiky spíše jednoletá (Fernández *et al.*, 2010). Jakon dorůstá až do výšky 2 metrů (Valíček *et al.*, 2012), Fernández *et al.*, 2010 uvádí do 3 metrů v oblasti původu a do 1,45 metru v České republice.

Stonky jsou čtyřhranné s velkým počtem tmavých listů pokrytých trichomy. Kvete oranžovými a žlutými květy (Valíček *et al.*, 2012).

V podzemní části se nachází dva typy hlíz. Prvním typem jsou hlízy oddenkové, které slouží k množení, druhým typem jsou kořenové, zásobní. Hnědé nepravidelné zásobní kořeny rostou v trsech o 5 až 20 kořenech, dosahujících hmotnosti od 0,2 do 2 kg. Průměrný výnos z jedné rostliny činí 5 kg. Zásobní kořeny se začínají tvořit po 90 - 120 dnech (Fernández *et al.*, 2010). Zásobní kořeny obsahují nasládlou křupavou dužninu, která rychle zasychá a hnědne při vystavení vzduchu. Kořeny obsahují přibližně 70 - 90 % vody, 6 % proteinů, 1,3 % tuků, 85 % sacharidů, 3,9 % vlákniny a 3,6 % minerálních prvků Mg, P, Ca a K (Valíček *et al.*, 2012).



Obrázek 2: 1 - Listy a květy jakonu
Zdroj: Valíček, 2012



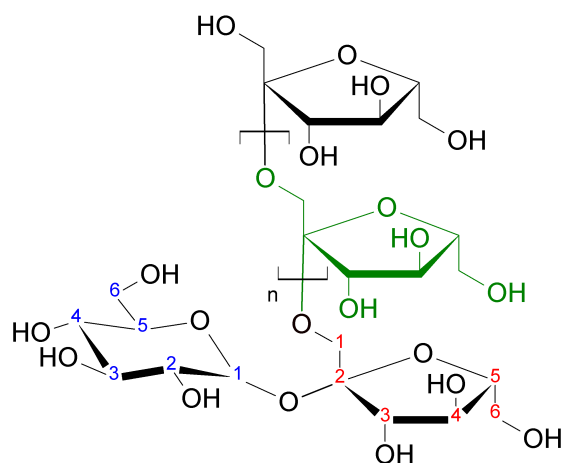
Obrázek 3: Kořeny jakonu, 2 - zásobní kořeny, 3 - oddenkové kořeny
Zdroj: Valíček, 2012

5. Chemické složení a využití v medicíně

Inulin je polysacharid, který v jakonu nahrazuje škrob. Jakon má vysoký obsah podobných polysacharidů, které se od sebe liší stupněm polymerizace (Roberfroid *et al.*, 2005). Inulin, vysoce polymerizovaný přírodní polysacharid, tvořený z 97 % fruktózou a 3 % glukózou, byl objeven v roce 1804 v kořenech rostliny *Inula helenium* (Fernández *et al.*, 2010). Inulin se nachází ve velkém počtu rostlin, Delgado *et al.*, 2010 uvádí přibližný počet 36 000 rostlin. V rostlinách slouží jako zásoba energie a zvyšuje odolnost proti chladu (Ninness, 1999).

Inulin je považován za rozpustnou vlákninu, po přidání do vody změní v gelovitou látku, avšak není rozložitelný lidskými trávicími enzymy, jako je ptyalin nebo amyláza, které se používají k trávení škrobu. Inulin prochází celým trávicím traktem nezměněný až do tlustého střeva, kde je postupně rozložen střevními bakteriemi za vzniku oxidu uhličitého, vodíku a metanu. Inulin nezvyšuje obsah cukru v krvi, protože

běžné trávení nerozloží inulin na jednoduché monosacharidy a z tohoto důvodu je vhodný pro diabetiky. (Niness, 1999).



Obrázek 4: Strukturální vzorec inulinu, n - počet polymerů

Inulin se používá v průmyslovém zpracování potravin pro svou nasládlou chuť a výživové vlastnosti, zároveň může být používán jako náhražka mouky. Inulin obsahuje 25 - 35 % energie v porovnání s cukrem či škrobem (Roberfroid, 1999), a je známý pro své prebiotické účinky, kde selektivně podporuje růst prospěšných bakterií v tlustém střevě (Gibson *et al.*, 2010).

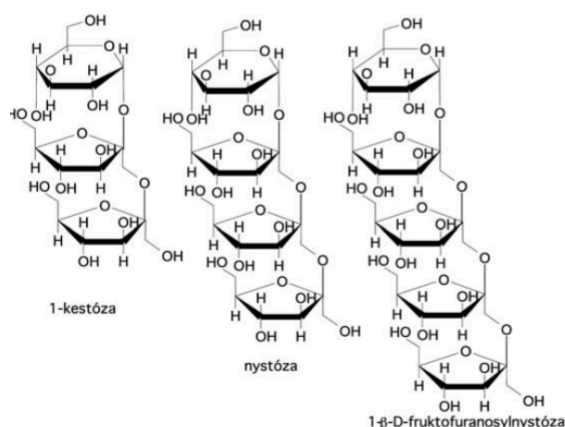
Na základě výzkumů bylo stanoveno, že inulin pomáhá chránit organismus před mnoha patogeny. Buddington, 2002 uvádí, že výskyt chemicky indukovaných abnormálních útvarů u myši se znatelně snížil při dlouhodobém krmení stravou obohacenou o inulin. Myši, krmené inulinovou stravou, zároveň vykazovaly sníženou úmrtnost při kontaktu s listerií.

Výzkum rovněž potvrdil, že inulin a galaktooligosacharidy podporují imunitní systém a snižují výskyt atopických exémů u dětí (Moro *et al.*, 2006). Abrams *et al.*, 2005 prokázal, že inulin také zvyšuje absorpci vápníku u mladých lidí.

Inulin podporuje růst a aktivitu určitých druhů prospěšných bakterií a zároveň působí jako inhibitor škodlivých druhů, čímž napomáhá udržovat rovnováhu střevní mikroflóry (Saad *et al.*, 2013). Tako *et al.*, 2008 potvrdil selektivní podporu inulinu pro prospěšné bakterie, zvláště pak pro bakterie mléčného kvašení, jako je *bifidobacteria* a *lactobacillus*.

Inulin je rovněž prospěšný pro kardiovaskulární systém. Bylo prokázáno, že inulin odbourává triglyceridy a cholesterol z krve, redukcí účinnosti lipogenních enzymů a snížením počtu lipoproteinových částic o velmi nízké hustotě (VLDL). Roberfroid, 2003, podotýká, že tyto výsledky nejsou jednoznačné, jelikož každý organismus reaguje odlišně, Pedersen *et al.*, 1997 nepozoroval žádný rozdíl v hodnotách cholesterolu a triacylglycerolu při dlouhodobém podávání stravy obohacené o inulin u mladých žen. Konzumace inulinu má i malé vedlejší účinky, které se ovšem neprojevují u každého. Born, 1994 uvádí, že 30 - 40 % obyvatel střední Evropy trpí malabsorbencí fruktózy. Zvýšený obsah inulinu ve stravě může vést průjmům a nadýmání (Shepherd & Gibson, 2006).

Fruktooligosacharidy (FOS) jsou v jakonu obsaženy ve velkém množství, což zaručuje léčivé účinky i v menších dávkách (Ojansivu *et al.*, 2011). Fruktooligosacharidy mohou být komerčně vyráběny chemickým rozkladem inulinu. FOS mají nízkou kalorickou hodnotu, stejně jako inulin, protože odolávají štěpení v trávicím traktu (Fernández *et al.*, 2010). Hlavní obsahové látky jakonu byly testovány in vitro pomocí Ames testu a nevykazovaly jakékoli patogenní účinky (Boyle *et al.*, 2009). Přírodní oligosacharidy se vyskytují v mnoha rostlinách, ale v největším množství jsou obsaženy v jakonu, čekance, agave a topinamburu. Glykosidické vazby ve fruktooligosacharidech zabraňují hydrolýze slinami a trávicími enzymy. Fruktooligosacharidy se rovněž používají pro svou nasládlou chuť jako sladidlo, či do mléčných výrobků.



Obrázek 5: Strukturní vzorec fruktooligosacharidu
Zdroj: Fernández *et al.*, 2010

Definice prebiotika dle FAO je součást jídla, která poskytuje svému konzumentovi zdravotní přínos spojený s úpravou střevních mikrobů. Dostupné vědecké studie dokazují, že fruktooligosacharidy jsou vlákninou s prebiotickými účinky (Campos *et al.*, 2012). Výsledkem fermentace FOS v tlustém střevě jsou krátkořetězcové mastné kyseliny, jako je propionát a acetát, ovlivňující metabolismus tuků (Alles *et al.*, 1999). FOS jsou organismu prospěšné v mnoha způsobech, Lobo *et al.*, 2009 uvádí zvýšenou schopnost usazování vápníku, hořčíku a železa v kostech. Obsah polysacharidů v hlízách jakonu se může lišit v závislosti na klimatických podmínkách, zvolené odrůdě a živinách v půdě (Freire *et al.*, 1999). Zvolená odrůda se rovněž může lišit v chemickém obsahu krátkých a dlouhých řetězců fruktooligosacharidu. Van Vlies *et al.*, 2012 uvádí, že oligosacharidy mohou mít dobrý vliv na zdraví v období těhotenství, protože mimo jiné snižují vysoký tlak a mohou tak být použity k zmírnění zdravotních výkyvů v průběhu těhotenství.

Antioxidanty jsou v jakonu obsaženy ve vysoké míře. Fenolové kyseliny v jakonu, vykazující antioxidační aktivitu, jsou zejména kys. chlorogenová, dikávoylchinová, ferulová, kávová a protokatechová. Jakon rovněž obsahuje flavonoidy a terpeny. Diterpeny, obsažené v listech, mají antibakteriální účinky a seskviterpenické laktony vykazují antifungální vlastnosti (Fernández *et al.*, 2010).

6. Diabetes

Diabetes mellitus je onemocnění tělního metabolismu, které se dotýká velké části světové populace. V současné době je v České republice přibližně 800 tisíc lidí s diabetes (Fernández *et al.*, 2010). Diabetes je zapříčiněno poškozením funkce slinivky břišní, která neprodukuje dostatek inzulínu, nebo tělní buňky nereagují na přítomnost inzulínu. Inzulín slouží k přenosu glukózy z krve do svalových a tukových buněk a při jeho nedostatku se navyšuje hodnota glukózy v krvi. Hladina krevního cukru je udržována na hranici od 4 do 5,6 mmol/l glukagonem a opačně působícím inzulínem. Tato hranice musí být stále udržována, jako základní zdroj energie pro svalovinu a orgány, ale především pro mozek. Při překročení hranice 10 mmol/l nastává hyperglykémie. Příznaky diabetu jsou ve většině případů časté močení, silný pocit žízně, únava, ztráta hmotnosti.

Existují základní dva typy diabetu, prvním trpí asi 8 až 10 % pacientů (Fernández *et al.*, 2010) a nastává v případě, že slinivka břišní neprodukuje dostatek inzulínu (WHO).

Druhý typ, který je rozšířený asi u 90 % pacientů, je zapříčiněn více důvody, např. nízká pohybová aktivita, stres, obezita a genetické predispozice (Rother, 2007). Druhý typ diabetu je způsoben velkým snížením citlivosti tkání vůči inzulínu (Shoback, 2011). Léčení druhého typu diabetu vyžaduje změny v jídelníčku, zvýšení pohybové aktivity a podání léčiv např. metmorfinu, který zlepšuje citlivost tkání k inzulínu (Krentz, 2005).

Diabetes mellitus je charakterizováno vysokým obsahem krevního cukru, v následující tabulce 2 jsou uvedeny hraniční hodnoty onemocnění dle WHO.

Tabulka 2: Normální a zvýšený obsah cukru v krvi

	obsah po 2h	obsah na lačno
jednotka	mmol/l(mg/dl)	mmol/l(mg/dl)
běžná	<7,8 (<140)	<6,1 (<110)
poškozené odbourávání cukru	<7,8 (<140)	≥6,1(≥110) & <7,0(<126)
poškozená tolerance glukózy	≥7,8 (≥140)	<7,0 (<126)
<i>Diabetes mellitus</i>	≥11,1 (≥200)	≥7,0 (≥126)

Zdroj: WHO

Diabetici si mohou sami měřit obsah cukru v krvi speciálním glykometrem (Fernández *et al.*, 2010) uvádí 4,5 mmol/l před jídlem, a méně než 8 mmol/l po jídle.

Diabetes je doprovázeno mnoha komplikacemi, např. poškození zraku (šedý zákal, glaukom), které je nejběžnější zrakovou komplikací v rozvojových zemích, nebo selhání ledvin. V rozvojových zemích, kde není vždy dostupné ošetření, může být toto selhání fatální. Přestože ve většině rozvojových zemí je inzulin i lékařská pomoc, není všem z finančních důvodů dostupná (Beran *et al.*, 2005).

Diabetici mají o 40 % vyšší riziko onemocnění glaukomem, než zdraví jedinci (ADA, 2015).

Jídlo s volnými sacharidy, jako je glukóza a sacharóza, nejsou pro diabetiky vhodné, protože se rychle vstřebávají do krve. Glukóza, sacharóza a fruktóza jsou součástí mnoha pokrmů a nápojů, proto jsou diabetici nuceni se těmito pokrmům vyhýbat, případně používat náhražky, aby se vyvarovali zvýšeným hodnotám cukru v krvi. Denní příjem vlákniny by měl činit alespoň 40 gramů (Fernández *et al.*, 2010). V případě prevence by jídelníček měl obsahovat celozrnné pečivo, polynenasycené mastné kyseliny a rostlinné tuky (Riserus *et al.*, 2009).

Diabetes je vážné onemocnění, ale dá se mu předcházet udržováním dobré tělesné kondice a zdravým stravováním s vyváženým obsahem tuků, nízkým obsahem cukrů a dostatkem vitamínů a vlákniny.

6.1. Účinky vodního extraktu z jakonu na krysách s diabetes

Baroni *et al.*, 2008 na Brazílské Univerzitě v Maringá vyhodnotili vliv několika typů vodních extraktů z jakonu na krys s diabetes.

Pro pokus byly připraveny tři typy extraktů:

Yc - připraven macerací za běžné pokojové teploty,

Yh - louhování po zalití vařící vodou,

Ye - směs vylouhovaného jakonu s etanolem.

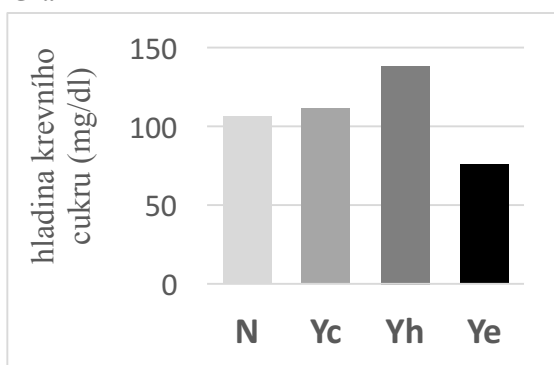
K pokusu byli použiti samci laboratorních Wistarských krys, kterým bylo diabetes indukováno pomocí streptozotocinu při dávce 50 mg/kg tělní hmotnosti rozpuštěným v 0,1 M citrátového pufru o pH 4,6 (Brosky *et al.*, 1969).

Surové extrakty z listů jakonu (400 mg/kg těl. hm.) byly podávány denně po 2 týdny. Na konci byly krysy 15 hodin bez potravy a poté usmrceny a krevní vzorky vyhodnoceny.

Výsledky výzkumu ukázaly, že dvoutýdenní podávání extraktu z jakonu o dávce 400mg/kg těl. hm. nezměnilo obsah krevního cukru - při použití extraktu louhováním za studena i za horka ($Y_c = 111,3 \pm 4,9$ a $Y_h = 138,5 \pm 7,7$ mg/dl) v případě zdravých jedinců a ($Y_c = 192,3 \pm 5,7$ and $Y_h = 191,7 \pm 7,7$ mg/dl v případě diabetických (Graf 1A a 1B).

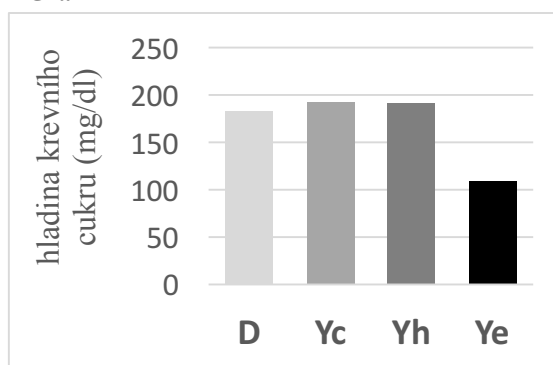
Pouze při použití etanolového extraktu skupina vykazovala snížení krevního cukru o 28 % ($Y_e = 76,1 \pm 6,7$) u zdravých a ($Y_e = 108,24 \pm 9,7$) u diabetických. Triacylglycerol, cholesterol a jaterní tuk byly po léčbě jakonem vráceny do normálních hodnot.

Graf 1A



Účinek extraktu jakonu na krevní cukr u zdravých jedinců. Měření probíhalo 15 hodin po posledním příjmu potravy.

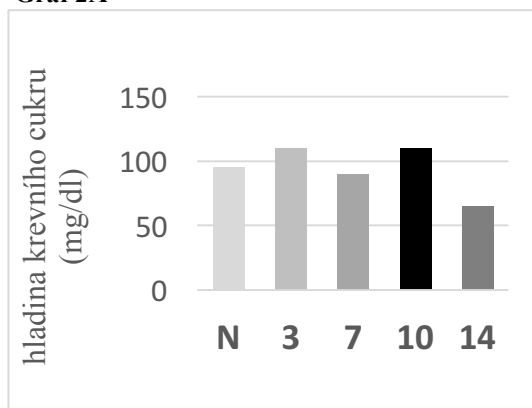
Graf 1B



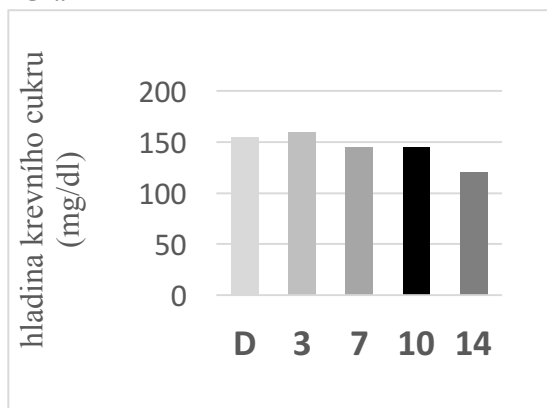
Účinek extraktu jakonu na krevní cukr u diabetických jedinců. Měření probíhalo 15 hodin po posledním příjmu potravy.

Po zjištění faktu, že v tomto případě snižuje obsah krevního cukru pouze etanolový extrakt, byl pro další měření použit pouze tento typ. Gonzales *et al.*, 2013 došel ke stejnému závěru.

V následujícím měření byla vyhodnocena účinnost etanolového extraktu jakonu po různé časové úseky.

Graf 2A

Účinek etanolového extraktu Ye o dávce 400mg/kg těl. hm. na hladinu krevního cukru zdravých krys po 3, 7, 10, 14 dnech.

Graf 2B

Účinek etanolového extraktu Ye o dávce 400mg/kg těl. hm. na hladinu krevního cukru diabetických krys po 3, 7, 10, 14 dnech.

Výsledky měření ukázaly, že pouze po dvoutýdenním příjmu jakonového extraktu došlo ke snížení krevní glukózy. Tento výzkum ukazuje, že pouze roztok etanolového extraktu s vodou (Ye) umožňuje snižovat obsah krevního cukru u krys. Tyto závěry potvrzuje Habib *et al.*, 2015 a zároveň uvádí snížený obsah malondialdehydu v játrech a ledvinách, který bývá spojován se vznikem Alzheimerovy choroby.

6.2. Účinek extraktu z jakonu na hladinu krevního cukru krys s diabetes t 1

Oliveira *et al.*, 2013 provedli výzkum vlivu vodního roztoku na krys s prvním typem diabetes. Pro tento výzkum byl zvolen vodní extrakt ze zásobních kořenů jakonu o koncentraci YRAE; 0,76 g/kg těl. hm., který byl připraven přímo před podáváním potravy jednotlivým krysám. První typ diabetu je charakterizován jako chronicky vysoký obsah krevního cukru, způsobený poškozením sekrece inzulínu ze slinivky břišní, tudíž tkáně nemohou patřičně cukr využít (WHO).

Výsledky tohoto výzkumu ukazují, že nižší hmotnost skupiny DM1 je pravděpodobně způsobena intenzivními katabolickými procesy kvůli poškození

metabolismu cukrů. V tomto případě rozpad aminokyselin a zásobních tkání způsobí ztrátu hmotnosti (Tabulka 3).

Tabulka 3: Naměřené hodnoty krysy

Parametry	Skupiny			
	C	Y	DM1	Y-DM1
Příjem potravy (g/den)	24,85 ± 1,04	25,86 ± 1,09	37,84 ± 4,45	35,08 ± 1,45
Příjem vody (ml/den)	31,78 ± 2,00	35,71 ± 3,01	145,26 ± 25,32	110,51 ± 10,73
Tělesná hmotnost (g)	373,86 ± 19,13	378,59 ± 25,15	260,29 ± 23,06	335,79 ± 17,62

Hodnoty jsou uvedeny se statistickou odchylkou ($p < 0,05$). Kontrolní skupina (C), skupina krmená YRAE (Y), diab. krysy bez jakonového ext.(DM1), diabetické krysy, krmené YRAE (Y-DM1).

Při podávání vodního extraktu z kořenů jakonu bylo pozorováno snížení obsahu cholesterolu LDL-c, neboli nízkodenzitní lipoprotein, a vyšší obsah HDL-c (vysokodenzitní lipoprotein) v diabetické skupině při porovnání s jedinci, kterým se jakon nepodával.

Roztok YRAE zvýšil hladinu HDL-c, který je pozitivní pro léčbu a prevenci arterosklerózy u diabetiků. Russo *et al.*, 2015 uvádí, že jídelníček s obsahem inulinu může navýšit hladinu HDL-c až o 35%. HDL-c je důležitý prvek při odstraňování cholesterolu z tkání a přesunem do jater, kde dochází k jeho degradaci na žlučové kyseliny (Voet *et al.*, 2008). Podávání YRAE rovněž způsobilo snížení obsahu triacylglycerolu a VLDL-c v diabetické skupině (Y-DM1) v porovnání s diabetickou skupinou bez jakonu (DM1) (Tabulka 4).

Data z tohoto výzkumu ukazují, že strava s obsahem výtažků z jakonu snižuje triacylglycerol, tyto závěry potvrzuje i Delzenne *et al.*, 2002.

Tabulka 4: Obsah cukru a tuků

Parametry	Skupiny			
	C	Y	DM1	Y-DM1
Krevní cukr (mg/dl.)	94,79 ± 4,19	93,54 ± 2,11	373,51 ± 45,05	230,22 ± 18,80
Cholesterol (mg/dl.)	62,18 ± 7,32	65,72 ± 4,99	134,72 ± 13,70	88,99 ± 6,49
Triacylglyc.(mg/dl.)	105,18 ± 7,56	111,49 ± 7,18	172,86 ± 4,18	134,02 ± 4,48
HDL-c (mg/dl.)	39,23 ± 7,30	36,05 ± 3,79	23,15 ± 4,36	28,9 ± 3,52
VLDL-c (mg/dl.)	21,03 ± 1,51	22,49 ± 1,55	34,57 ± 0,83c	26,80 ± 0,89
LDL-c (mg/dl.)	7,61 ± 2,64	8,06 ± 4,13	76,99 ± 15,03	33,29 ± 7,90

Hodnoty jsou uvedeny se statistickou odchylkou ($p < 0,05$). Kontrolní skupina (C), skupina krmená YRAE (Y), diab. krysy bez jakonového ext.(DM1), diabetické krysy, krmené YRAE (Y-DM1).

Roberfroid *et al.*, 2000 a Letexier *et al.* 2003 rovněž prokázali, že inulin je schopen inhibovat lipogenezi v játrech. Výsledky této studie naznačují, že vodní roztok jakonu působí pozitivně při zlepšení biochemických parametrů a zároveň je schopný zvrátit škodlivé jevy, jako je hyperglykémie a dyslipidémie, které jsou nejčastějšími komplikacemi při onemocnění diabetes.

Tabulka 5: Vědecké výzkumy o působení jakonu na diabetes

Druh výzkumu	Metodika	Výsledky	Zdroj
účinky sirupu z jakonu na lidské zdraví	dvě dávky o různé koncentraci 0,29g and 0,14g FOS/kg/den po 120 dnů	dlouhodobá konzumace měla za následek pozitivní vliv na ženy, trpící obezitou a odolností k inzulinu	Genta <i>et al.</i> , 2009
výzkum hypoglykemických účinků vodního roztoku z listů jakonu	krysám s diabetes byl podáván vodní extrakt z jakonu po 30 dnů	snížení hladiny cukru v krvi a tělní hmotnosti	Aybar <i>et al.</i> , 2001
účinky vodního roztoku jakonu na krysy s 1. typem diabetes	krysám s diabetes byl podáván vodní extrakt z kořenů jakonu po 30 dnů	snížený obsah cukru v krvi, cholesterol, VLDL-c, LDL-c, triacylglycerol	Oliveira <i>et al.</i> , 2013
vyhodnocení hypoglykemického efektu vodního roztoku směsi jakonu a kešu na krysách s diabetes	krysám byl podáván roztok o koncentracích 100, 200 a 400 mg/kg těl. hm. za den	snížený obsah cukru v krvi, podpora prospěšných bakterií lactobacillus	Dionísio <i>et al.</i> , 2015
vyhodnocení účinků 3 typů (Yc, Yh, Ye) extraktů jakonu na krysy s diabetes	podávání extraktů z jakonu (400 mg/kg) po 3, 7, 10, a 14 dnů	snížený obsah cukru v krvi, obnovení aktivity enzymů	Baroni <i>et al.</i> , 2008
vyhodnocení účinků vodního extraktu na hladinu krevního cukru u krysy	vyhodnocení účinků pěti extraktů z listů jakonu <i>in vivo</i>	hypoglykemické účinky byly prokázány u extraktů z methanolu, butanolu and chloroformu	Genta <i>et al.</i> , 2009
vyhodnocení účinků konzumace mouky z kořenů jakonu na krysách s diabetes	podávání moučných tablet, vyrobených z kořene jakonu o obsahu (340 nebo 6800 mg FOS/kg těl. hm. po 90 dnů	zvýšená citlivost k inzulinu a mírně zvýšený obsah inzulinu v krvi	Habib <i>et al.</i> , 2011
účinky etanolového extraktu z jakonu na krysy mláďata	extrakt z jakonu v dávce 400 mg/kg/den po 14 dnů	snížený obsah cukru v krvi, zvýšená citlivost k inzulinu	Baroni <i>et al.</i> , 2016
vyhodnocení účinků extraktu z listů jakonu	krysám byla během testu měřena hladina cukru po 1,3,5 and 7 dnech	extrakt z listů jakonu sníží obsah krevního cukru na stejnou úroveň, jako inzulin za 3 dny	Ahmad <i>et al.</i> , 2016

7. Kardiovaskulární onemocnění

Kardiovaskulární onemocnění jsou považována za vážný problém v celosvětovém měřítku, protože se jedná o jednu z nejčastějších příčin úmrtí. Kardiovaskulární onemocnění zaviní 29 % ze všech úmrtí ročně (King, 2012). Probíhá stále usilovnější výzkum přírodních zdrojů, které jsou schopny redukovat množství škodlivých lipidů v těle.

Kardiovaskulární onemocnění jsou způsobeny abnormálně vysokým obsahem triglyceridů a cholesterolu v těle (Guo *et al.*, 2011), čímž jsou velmi úzce spojeny s diabetes.

7.1. Hypolipidemický účinek na krysách po krmení moukou z kořene jakonu

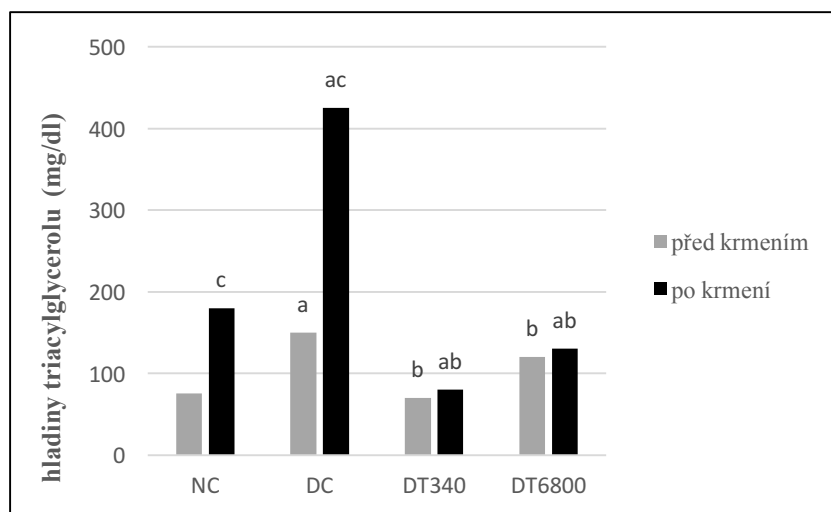
Bylo provedeno mnoho studií, za účelem zjištění, které látky napomáhají udržovat tukovou rovnováhu. Delzenne *et al.*, 1999 zjistili, že některé látky, které projdou trávicím traktem nezměněné mohou ovlivňovat metabolismus tuků. Dostupné vědecké publikace naznačují, že FOS jsou polysacharidy s prebiotickými účinky (Roberfroid *et al.*, 2007). FOS procházejí žaludkem a tenkým střevem prakticky beze změny až do tlustého střeva, kde jsou rozloženy bakteriemi (Roberfroid *et al.*, 2010).

Habib *et al.*, 2011 provedl studii, která využívá mouku z kořenů jakonu k měření účinků na krysy s diabetes. Mouka byla vyrobena sušením a bez dalších aditiv. Krmení krys probíhalo ve formě tablet s obsahem fruktooligosacharidů (340 a 6800 mg/kg těl. hm.).

Nejběžnější komplikace při diabetes je poškození metabolismu lipidů. Vysoké hladiny lipidů v těle často vedou k arterioskleróze a jiným kardiovaskulárním onemocněním, které jsou hlavním důvodem úmrtí mezi diabetiky (ADA).

Výsledkem podávání jakonové mouky s obsahem FOS po 90 dnů byla nezměněná hmotnost krys, narozdíl od studie, kterou publikoval Aybar *et al.*, 2001. Dále byl pozorován silný pokles obsahu triacylglycerolu a VLDL (Tabulka 6). Krysy, krmené moukou z jakonu vykazovaly mírně zvýšený obsah inzulinu (Tabulka 7).

Graf 3: Porovnání hladiny triacylglycerolu po 90 dnech podávání mouky z kořene jakonu



NC: krysy bez jakon. extraktu, DC: krysy s diabetes, DT340: diab. krysy, krmené nízkou dávkou jakon. extraktu (340mg FOS/kg těl. hm.), DT6800 diab. krysy, krmené vysokou dávkou jakon. extraktu (6800 mg FOS/kg těl. hm.) Data jsou uvedeny se statistickou odchylkou $p < 0,05$

Tabulka 6: Obsah lipidů po 90 dnech

Skupina	Celkový cholesterol (mg/dl)	Triacylglycerol (mg/dl)	HDL-C (mg/dl)	LDL-C (mg/dl)	VLDL (mg/dl)
NC	83,2 ± 6,1	78,6 ± 9,8	55,9 ± 8,3	16,3 ± 4,8	15,7 ± 5,0
DC	123,7 ± 14,8	152,9 ± 5,6	75,7 ± 13,5	28,0 ± 3,6	30,6 ± 5,1
DT ₃₄₀	129,4 ± 24,8	75,5 ± 30	89,7 ± 15,6	18,6 ± 9,0	15,1 ± 6
DT ₆₈₀₀	128,6 ± 24,1	117,0 ± 33,1	90,1 ± 9	20,8 ± 6,6	23,4 ± 6,6

Tabulka 7: Hladiny cukru a inzulínu po 90 dnech

Skupina	Hladina krevního cukru (mg/dl)		Hladina inzulínu v krvi ng/ml	
	Před podáním	Po podání	Před podáním	Po podání
NC	85,6 ± 1,3	86,1 ± 2,0	3,17 ± 0,21	2,93 ± 0,23
DC	358,1 ± 5,4	453,5 ± 9,1	0,20 ± 0,11	0,18 ± 0,09
DT ³⁴⁰	350,2 ± 6,6	355,4 ± 5	0,23 ± 0,08	0,56 ± 0,06
DT ⁶⁸⁰⁰	371,3 ± 8,9	383,7 ± 10,1	0,24 ± 0,10	0,51 ± 0,03

7.2. Vyhodnocení výzkumu v oblasti kardiovaskulárních onemocnění

V následujících dvou tabulkách jsou uvedena různá měření lipidů v těle zvířete a člověka. Gibson *et al.*, 2010 uvádí, že konzumace inulinu může zlepšit rovnováhu lipidů v těle, protože přímo ovlivňuje metabolismus lipidů a mohl by být použit jako náhradní sladidlo s cílem redukovat příjem kalorií. Ve většině z následujících studií byly naměřeny po léčbě jakonem mnohem nižší hodnoty lipidů a jaterních tuků. Se sníženým obsahem určitých typů lipidů, které byly měřeny, se snižuje i riziko kardiovaskulárních onemocnění, jako je například infarkt myokardu.

Tabulka 8: Vědecké výzkumy o působení inulinu a FOS na lidech

Druh výzkumu	Dávka	Výsledky	Zdroj
inulin deset mužů se zvýšeným rizikem kardiovaskulárních onemocnění	15 g/den inulinu po 4 týdny	=glykemie, LDL	Tripkovic <i>et al.</i> , 2015
inulin muži se zvýšeným obsahem cholesterolu	20 g/den inulinu po 3 týdny	=TC, LDL, glykemie, v TG	Causey <i>et al.</i> , 2000
inulin, oligofruktóza 52 žen s druhým typem diabetes a zvýšeným rizikem kardiovaskulárních onemocnění	10 g/den inulinu po 8 týdnů	^ AO, v glykemie, TC, LDL, =HDL	Aliasgharzadeh <i>et al.</i> , 2016
FOS lidé s druhým typem diabetes	20 g/den FOS po 4 týdny	= TC, LDL, HDL, TG, glykemie	Luo <i>et al.</i> , 2000
inulin 36 lidí s druhým typem diabetes	10 g/den inulinu po 12 týdnů	= TC, LDL, HDL, TG hemoglobin Alc	Bonsu <i>et al.</i> , 2012
vysoce polymerizovaný inulin mladí lidé s normálními hodnotami cholesterolu	10 g/den inulinu po 6 týdnů	=TC, LDL, HDL, glykemie, vTG	Letexier <i>et al.</i> , 2003
inulin, oligofruktóza dospělí s normálními hodnotami	9 g/den inulinu a oligofruktózy po 6 měsíců	=TC, LDL, HDL, TG, glykemie	Forcheron <i>et al.</i> , 2007
inulin 240 dospělých	19 g/den inulinu po 8 týdnů	v LDL, TC, = TG, HDL	Kietsihiroje, <i>et al</i> 2015

HDL: vysokodenzitní lipoprotein; **LDL:** nízkodenzitní lipoprotein; **TC:** celkový cholesterol; **TG:** triglyceridy; **AO:** antioxidační aktivita **v:** snížený; **^:** zvýšený; **=:** beze změny.

Tabulka 9: Vědecké výzkumy o působení inulinu a FOS na zvířata

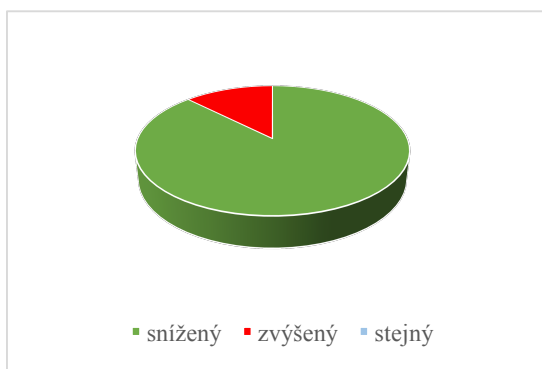
Druh výzkumu	Dávka	Výsledky	Zdroj
vyhodnocení obsahu cholesterolu u kryš, krmených inulinem	5 % krmné dávky po 30 dnů	▼ TC, LDL ▲ HDL	Abhari <i>et al.</i> , 2015
měření obsahu triglyceridů u kryš krmených oligofruktózou	10% krmné dávky po 50 dnů	▼ TG	Cani <i>et al.</i> , 2005
měření obsahu triglyceridů u kryš krmených oligofruktózou	10 % krmné dávky po 7 týdnů	▼ TG	Correia-Sá <i>et al.</i> , 2013
měření obsahu triglyceridů u kryš krmených inulinem	20 % krmné dávky po 30 dnů	▼ TC, TG, LDL	Giri <i>et al.</i> , 2014
vysoce polymerizovaný inulin a oligofruktóza a synergie obou na myších	10 % krmné dávky po 13 týdnů	▼ TC, TG	Rault-Nania <i>et al.</i> , 2006
kryšy krmené stravou s vysokým obsahem tuku a inulinem	5 % krmné dávky po 28 dnů	▼ TC, TG = glykemie	Han <i>et al.</i> , 2013
kryšy krmené oligofruktózou	10% krmné dávky po 7 týdnů	▼ TG, TC, HDL, LDL	Kozmus <i>et al.</i> , 2011
kryšy krmené fruktooligosacharidy	340 a 6800 mg/kg těl. hm. po 90 dnů	▲ TC, HDL-c ▼ TG, LDL-c	Habib <i>et al.</i> , 2011
myši krmené inulinem	10 % krmné dávky po 6 týdnů	▼ TC, TG ▲ omega 3, ▼ omega 6	Weitkunat <i>et al.</i> , 2015

HDL: vysokodenzitní lipoprotein; **LDL:** nízkodenzitní lipoprotein; **TC:** celkový cholesterol; **TG:** triglyceridy; **AO:** antioxidační aktivita **▼:** snížený; **▲:** zvýšený; **=:** beze změny.

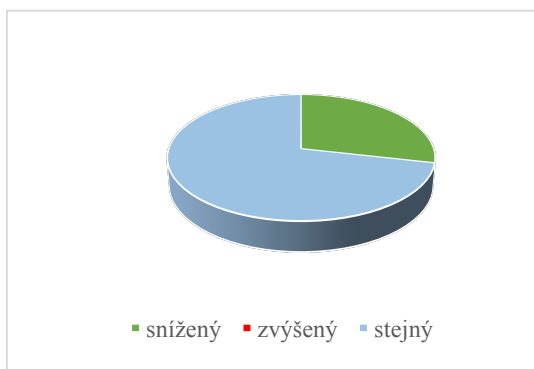
Nově syntetizované mastné kyseliny jsou primárně sekretovány jako VLDL (very low density lipoprotein). Inulin a podobné polysacharidy jsou schopny redukovat míru syntézy nově vznikajících mastných kyselin v játrech (Delzenne *et al.*, 2007). Inulin snižuje aktivitu mastných kyselin syntézou enzymů acetyl CoA karboxylázy a glukózo 6-fosfátu u zvířat (Daubioul *et al.*, 2002). Na základě pozorování Delezenne *et al.*, 2001 bylo odhaleno, že inulin může pozměnit genovou expresi enzymů a tím zlepšit složení lipidů v játrech a cévách. Jejich pozorování ukázalo, že při léčbě jakonem nastal 40% pokles obsahu mRNA syntázy mastných kyselin.

Letexier *et al.*, 2003 potvrdil zlepšení složení obsahu lipidů i v těle člověka, ale uvádí, že výsledky nejsou vždy jednoznačné a závisí na typu podaného polysacharidu a zdravotním stavu jednotlivce.

Graf 4A: Celkový obsah cholesterolu po léčbě jakonem u zvířat

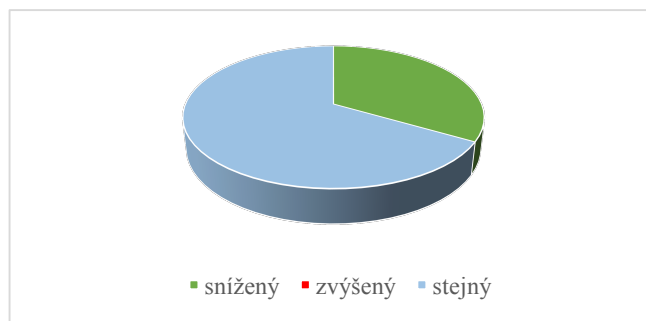


Graf 4B: Celkový obsah cholesterolu po léčbě jakonem u člověka



Účinek snížení celkového cholesterolu je silnější u zvířat, kde 88 % vykazovalo nižší cholesterol, u lidí to bylo pouze v 29 % případů. Na základě uvedených výzkumů bylo zjištěno, že inulin a fruktooligosacharidy jsou schopné redukovat hladinu krevního cukru a obsah lipidů v těle. Tyto účinky jsou snáze pozorovatelné na zvířatech, pravděpodobně protože člověk má pestřejší jídelníček a lidský metabolismus je více individuální.

Graf 4C: Hodnoty triacylglycerolu u lidí



Nižší úrovně triacylglycerolu u lidí mají podobné výsledky, jako u celkového cholesterolu. 100 % zvířecích modelů vykazovalo snížený triacylglycerol.

8. Rakovina

Národní Institut pro výzkum rakoviny ve Spojených státech (NCI) uvádí, že existuje více než 100 druhů rakoviny. V České republice je každoročně diagnostikována 77 000 pacientům rakovina a 27 000 nemocných ročně zemře (ÚZIS, 2011).

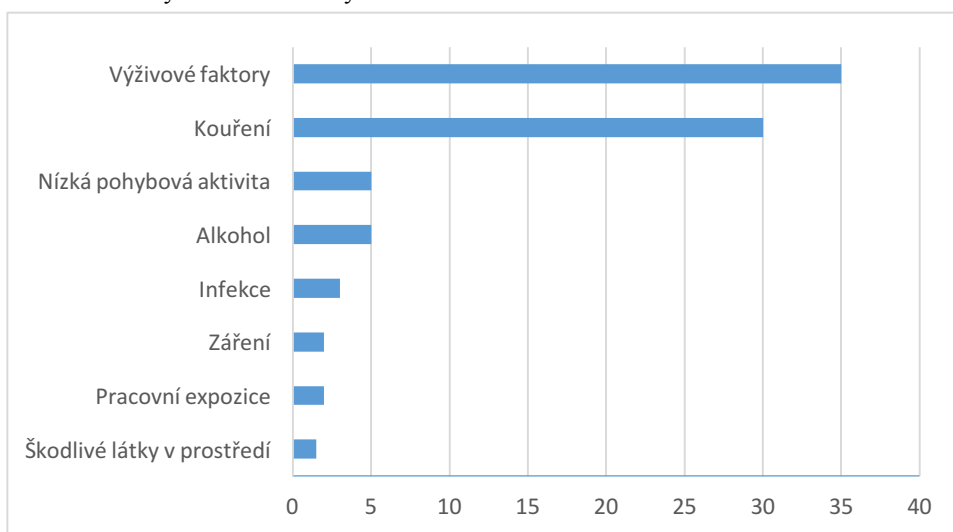
Buňky rakoviny mohou vzniknout téměř kdekoli v těle. Při vzniku rakoviny se poškozená buňka vyhne své apoptóze (buněčné smrti) a místo toho se dále dělí bez jakékoli regulace a dojde ke vzniku nádoru (Abrahámová, 2007). Existují dva základní druhy nádorů, maligní a benigní. Maligní nádory (zhoubné) napadají sousední tkáně, nebo se mohou skrze krevní řečiště rozšířit do jiných částí těla. Benigní nádory (nezhoubné) nenapadají tkáně a mohou být ve většině případů chirurgicky odstraněny. V případě vzniku nádoru uvnitř lebky je jeho operace obtížná a ve většině případů ji není možné provést bez trvalých následků (Hoffmanová, 2013).

Rakovinné buňky jsou schopny ovládat sousední buňky a cévy aby jim přiváděly živiny a kyslík. Nádory zároveň napadají imunitní systém, aby se proti buňkám rakoviny nebránil (NCI, 2015).

Rakovina vzniká z důvodu genetické mutace, která upravuje normální chování buňky, především růst a dělení. Tyto genetické změny mohou být dědičné, nebo mohou být získány během života z důvodu vystavení se působení toxických látek např. z jídla nebo kouření.

Kocáková, 2014 uvádí, že první fáze šíření rakoviny nastává oddělením části nádoru jako metastáze, která putuje krevním řečištěm a formuje nové nádory po těle. Vzhledem k tomu, že metastázové nádory způsobují nenávratné poškození v tkáních po celém těle, léčba umožňuje pouze prodloužit život pacienta.

Graf 5: Příčiny vzniku rakoviny v %



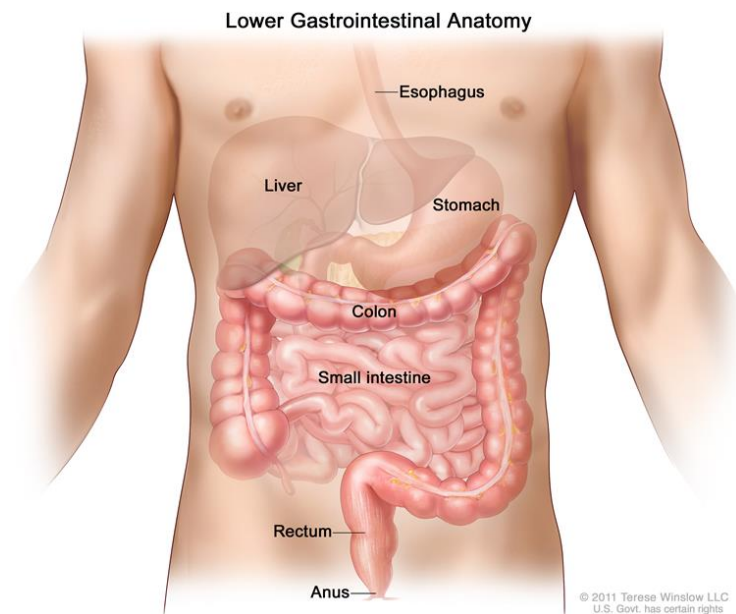
Zdroj: MUNI

Karcinom je jedním z nejběžnějších typů rakoviny, který vzniká v buňkách epitelových tkání uvnitř i na povrchu těla (NCI, 2015). Karcinomy se nazývají podle původu vzniku, karcinom, který vzniká ve střevě, prsu, nebo prostatě se nazývá adenokarcinom (Linkos, 2015).

Sarkom je typem rakoviny vznikající v kosti a měkkých tkáních, jako jsou lymfatické žlázy, žíly a svaly. Osteosarkom je běžným typem rakoviny, vyskytující se převážně u mladých lidí a jeho příčina je neznámá, avšak pravděpodobně souvisí s vyšším obsahem těžkých kovů (Janíček, 2014).

Leukémie je popisována jako soubor onemocnění krve a kostního morku (Doubek, 2006). Leukémie vzniká při napadení kostního morku a následným zvýšením výskytu abnormálních bílých krvinek místo vzniku nádorů. Bílé krvinky rychle předčí červené a tím ztíží okysličování tkání (Adam, 2005).

Rakovina tlustého střeva je příčinou mnoha úmrtí v západním světě, zvláště v České republice je tento typ rakoviny diagnostikován velmi často, a to 8200 pacientům ročně (Tomášek, 2006).



Obrázek 6: Anatomie trávicího traktu
Zdroj: Terese Winslow, NCI 2011

Léčba se odvíjí od přesného typu rakoviny, která se stanoví na základě histologie. Nejběžnějšími metodami léčby jsou chirurgické odstranění a radioterapie za použití gamma paprsků s kobaltovým izotopem. Radioterapie se většinou aplikuje po chirurgickém zákroku za účelem zničení zbytku rakovinných buněk.

Dalším typem léčby je chemoterapie. Chemoterapie je léčbou pro celý systém, narozdíl od chir. zákroku a radioterapie. Chemoterapie je doprovázena řadou vedlejších účinků, jako je únava, zvracení, ztráta imunity a vypadávání vlasů (Abrahámová, 2007).

Mnoho výzkumů bylo provedeno k prokázání protirakovinných účinků výtažků z jakonu. Během posledních let bylo publikováno několik studií, dokazujících, že jakon má potenciál stát se spolehlivým prostředkem prevence a podpory léčby rakoviny.

Rakovina tlustého střeva je třetím nejčastěji diagnostikovaným typem rakoviny a druhým typem s nejvyšší úmrtností (WHO). Původ tohoto typu rakoviny je výsledkem více faktorů, ale nejvíce se na něm podílí stres, špatná strava a genetická stavba.

Nedávné studie prokázaly určitou vazbu mezi rakovinou tlustého střeva a konzumací červeného masa v kombinaci se sníženým přísunem ovoce a vlákniny (Khan *et al.*, 2010, van Engeland *et al.*, 2011). V dnešní době je však povědomí

o nebezpečí rakoviny už poměrně rozšířené. Vědci stále hledají látky vyskytující se v přírodě se schopností snižovat rizika vzniku rakoviny.

Chemicky indukovaná rakovina tlustého střeva na krysách se ukázala být vhodným modelem pro výzkum účinků jednotlivých přírodních látek na prevenci a léčbu. Stádia rakoviny tlustého střeva jsou doprovázena několika biochemickými, morfologickými a genetickými změnami ve střevní sliznici (Takahashi *et al.*, 2013).

Vývoj rakoviny tlustého střeva u krys i člověka zahrnuje několik změn od mikroskopických váčků uvnitř střevní stěny až k větším nádorům (Gupta *et al.*, 2014). Způsobení vzniku mikroskopických základů rakoviny lze snadno indukovat pomocí jedné nebo více injekcemi 1,2-dimethylhydrazinu.

β -katenin působí jako aktivátor transkripce pro geny, které řídí vznik nádorů a napadání okolních tkání. Tento jev je často pozorován u krys a myší, kterým byla rakovina chemicky indukována (Ochiai *et al.*, 2014) a zároveň u lidské rakoviny tlustého střeva (Hao *et al.*, 2001). Tyto jevy naznačují, že změny obsahu β -kateninu mohou být prvotními znaky vznikající rakoviny tlustého střeva.

8.1. Účinek extraktu z kořene jakonu na krysách s rakovinou tlustého střeva

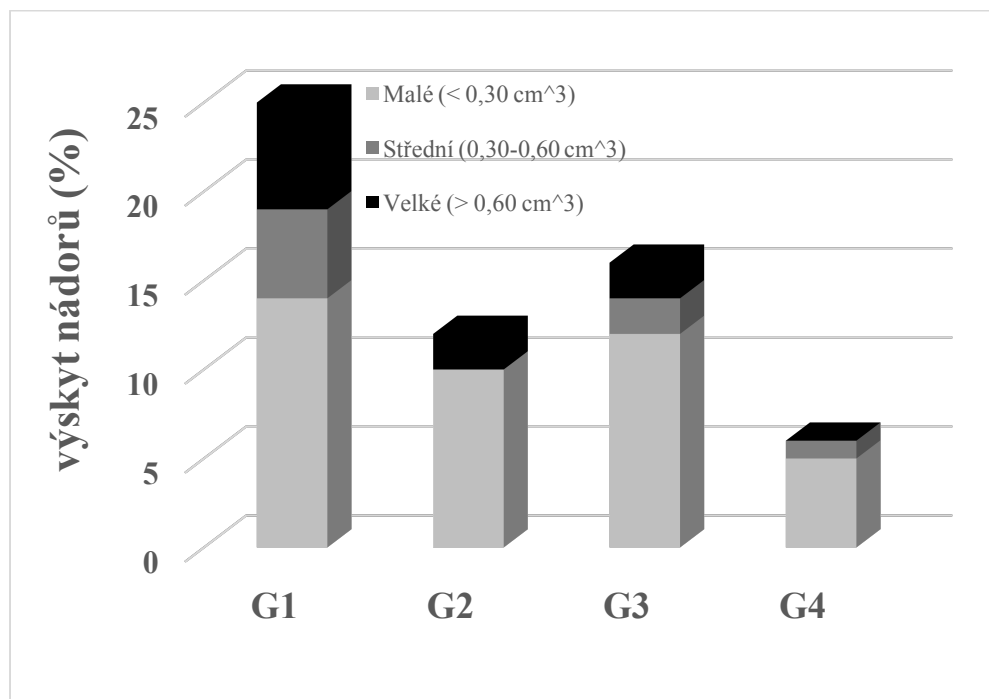
De Moura *et al.*, 2012 prováděli výzkum vlivu jakonu na rakovinu tlustého střeva u krys v COBEA v Brazílii.

Čtyřtýdenní samci krys Wistar byli rozděleni do šesti skupin, z nichž skupině 1-4 bylo injektováno 40 mg/kg těl. hm. 1,2-dimethylhydrazinu, skupině 5-6 byla injektována EDTA (kys. ethylendiamintetraoctová), která je běžně používána k vázání kovů, např. při otravě olovem.

Skupiny G1, G6 byly krmeny normální stravou pro laboratorní měření. Skupiny G2, G3, G4, G5 dostaly stejnou stravu obohacenou o 1% a 0,5% extrakt z kořene jakonu a 1% *Lactobacillus casei* po 13 týdnů.

Výsledky přinesly zjištění, že se snížila relativní hmotnost jater ve skupině G4, která byla krmena jakonem a *Lactobacillus casei* ve srovnání se skupinou G1, která byla krmena běžnou stravou. Zároveň se snížil počet rakovinných mikroskopických váčků u skupiny G3, která byla krmena 1% extraktem z jakonu, v porovnání s kontrolní skupinou G1.

Graf 6: Počet rakovinných váčků u jakonem krmených krys



Snížení tvorby rakovinných váčků a nádorů bylo pozorováno u skupiny krmené 1% extraktem z kořene jakonu. Tyto ochranné účinky extraktů z jakonu jsou přisuzovány vzrůstu obsahu krátkořetězcových mastných kyselin, které vznikají ve střevech při rozpadu vlákniny (Wong *et al.*, 2006).

Tyto závěry potvrzuje svým pozorováním i Pool-Zobel *et al.*, 2005, který rovněž pozoroval snížení výskytu střevních nádorů při aplikaci prebiotik. V současné době jsou účinky jakonu a podobných rostlin ve středu zájmu vědců, kteří se snaží využít jejich molekulárních mechanismů k potenciálnímu využití v chemoterapii (Kreuger *et al.*, 2012).

8.2. Ochranné účinky jakonu v ranných stádiích vzniku rakoviny tlustého střeva

Almeida *et al.*, 2015 prováděli výzkum léčení ranných stádií rakoviny tlustého střeva s pomocí jakonu a *Lactobacillus acidophilus*, u kterého bylo prokázáno, že má rovněž ochranné účinky proti tvorbě rakoviny tlustého střeva (Baldwin *et al.*, 2010).

Tento výzkum byl založen na podávání prebiotik (*Smallanthus sonchifolius*) a probiotik (*Lactobacillus acidophilus*). **Probiotika** jsou živé mikroorganismy, které při podávání v adekvátním množství mají pozitivní dopad na zdraví svého hostitele (WHO), zatímco **prebiotika** jsou nestravitelné součásti stravy, které selektivně podporují střevní mikroorganismy, které jsou rovněž prospěšné svému hostiteli (Roberfroid, 2003).

Pokus probíhal na základě hypotézy, že tyto látky jsou schopny inhibovat prvotní změny v mutaci DNA, kterou vyvolává karcinogen 1,2-dimethylhydrazin. Pokus probíhal v roztoku SCGE, který se používá k detekci poškozené DNA v různých typech tkání. Analýzou poškození DNA jednotlivých buněk se rovněž zabýval Olive *et al.*, 2001.

Výsledky ukazují, že podávání jakonu před a po injektaci DMH snížilo poškození DNA v leukocytech a v střevním epitelu. Tento výzkum rovněž prokázal, že jakon i *Lactobacillus* mají pozitivní účinky v prevenci rakoviny tlustého střeva a také pozitivní dopad na léčbu v prvotních stádiích jejího vzniku. Vzájemná synergie obou však pozorována nebyla.

8.3. Účinky extraktu z jakonu na migraci gliomatických buněk

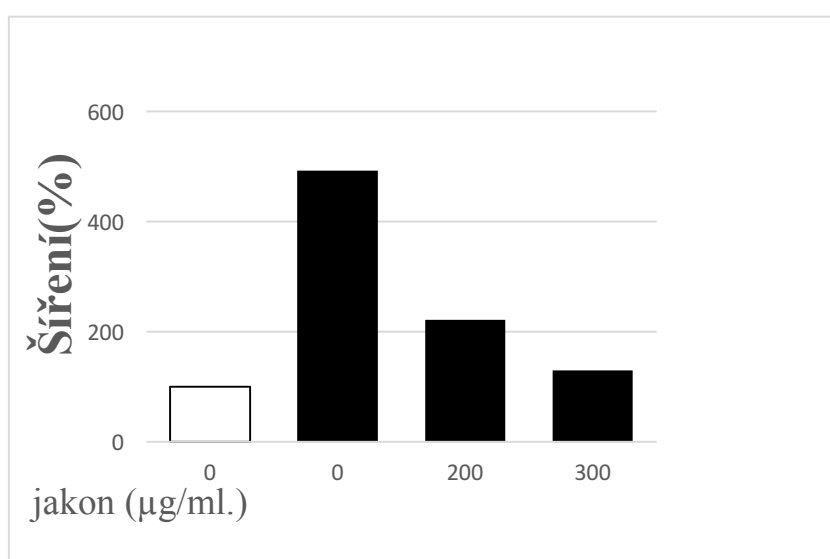
Gliom je nádor pocházející z oblasti mozku, nebo míchy. Gliomy tvoří přibližně 30 % všech nádorů mozku a CNS a 80 % všech zhoubných nádorů mozku. Pacienti, u nichž se vyskytly gliomy mají velmi vysokou úmrtnost, protože je není možné léčit ani chirurgicky, ani radiací a dožívají se průměrně jednoho roku od vzniku nádoru (Goodenberger *et al.*, 2012). Výzkum migrace gliomatických buněk provedl Kang Pa Lee *et al.*, 2015 na univerzitě v Soulu.

Martín *et al.*, 2007 uvádí, že jisté antioxidanty mohou ovlivňovat rozvoj gliomických buněk. Hess *et al.*, 2004 upozorňuje, že chování gliomů není ještě příliš prozkoumáno, tudíž je jejich léčba extrémně obtížná z důvodu rychlých metastází a obtížného rozeznání zdravých a již napadených tkání.

Cílem této studie je prozkoumat, zda jakon dokáže snížit šíření gliomu u zvířecího modelu a jakým způsobem jej inhibuje.

Rakovinné buňky byly vloženy do extraktu z jakonu o koncentraci (200 µg/ml a 300 µg/ml).

Graf 7: Účinek extraktu z jakonu na šíření gliomických buněk

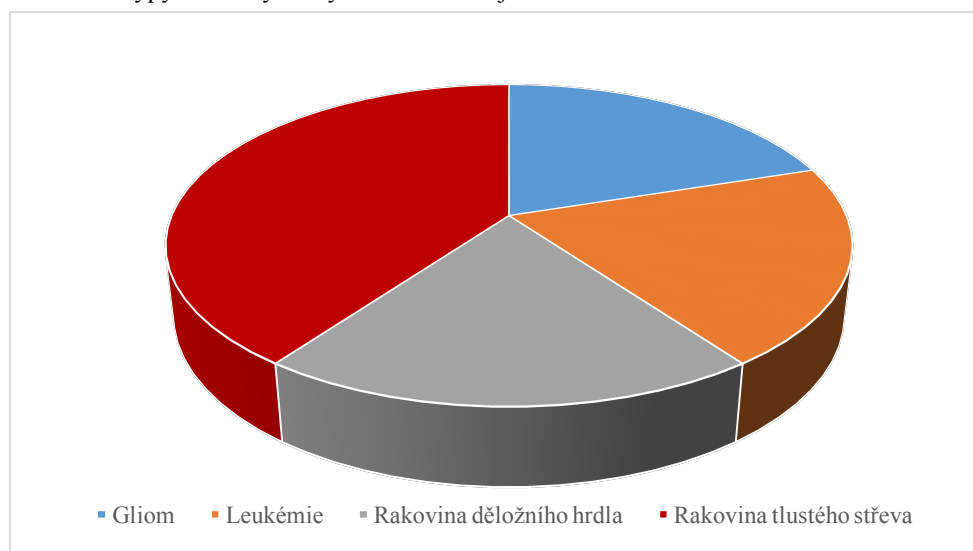


Jakon inhibuje šíření gliomických buněk typu C6 (Graf 7). První sloupec je kontrolní, druhý sloupec ukazuje šíření gliomických buněk stimulovaných plodovou vodou skotu. Třetí a čtvrtý sloupec ukazuje šíření buněk při aplikaci dvou různých koncentrací extraktu z jakonu. Přítomnost plodové vody skotu o koncentraci 10 % zvýšila migraci buněk o $393,1 \pm 12,3\%$. Při aplikaci jakonu se šíření buněk snížilo na $222,0 \pm 8,3\%$ a při vyšší dávce až na pouhých 130 %.

Tabulka 10: Vědecké výzkumy působení jakonu na rakovinu

Druh výzkumu	Metodika	Výsledky	Zdroj
vyhodnocení cytotoxicity na rakovinné buňky	vyhodnocení pomocí MTT analýzy	silná cytotoxicita vůči buňkám leukémie a rakovinným buňkám slinivky břišní	De Ford <i>et al.</i> , 2014
vyhodnocení vlivu extraktu z jakonu na šíření gliomů	vyhodnocení životaschopnosti buněk pomocí EZ-Cytox Assay Kit	300 µg/ml jakon extrakt velmi snížil migraci gliomů	Kang Pa Lee <i>et al.</i> , 2015
vyhodnocení cytotoxicity sloučenin obsažených v jakonu	byla testována cytotoxicita enhydrinu, uvedalínu a sonchifolinu na buňky rakoviny děložního hrdla	enhydrin vykazoval nejvyšší cytotoxicitu	Siriwan <i>et al.</i> , 2011
vyhodnocení účinků vodního extraktu jakonu na krysách	krysám s rakovinou byl podáván vodný extrakt z jakonu	byla prokázána účinná prevence	da Silva Almeida <i>et al.</i> , 2015
vyhodnocení účinků po podání sušeného extraktu z jakonu krysám s rakovinou	krysám byl podáván extrakt z jakonu po 13 týdnů	snížený počet rakovinných váčků ve střevě, snížený počet invazivních adenokarcinomů	de Moura <i>et al.</i> , 2012

Graf 8: Typy rakoviny ve výzkumu účinků jakonu



Rakovina je jednou z nejnebezpečnějších onemocnění, protože léčba je v mnoha případech velmi náročná a někdy i nemožná. Po celém světě probíhá intenzivní výzkum příčin vzniku rakoviny a snaha, na základě získaných poznatků, vyvinout účinnou

prevenci a metodu léčby. Vědci stále testují zdroje přírodních antioxidantů, prebiotik a dalších látek, které mají potenciál stát se spolehlivou prevencí proti určitým typům rakoviny.

9. Antioxidanty

Oxidativní procesy jsou spojeny s většinou onemocnění, které zde byly zmíněny a v lidském metabolismu jsou jedním z nejdůležitějších faktorů při nástupu nemoci. Lidský imunitní systém, který produkuje příliš mnoho oxidantů, může vyústit v tvorbu poškozených nukleových kyselin, lipidů a proteinů.

Z tohoto důvodu vědci hledají zdroje obsahující přírodní antioxidanty, které by z organismu odváděly škodlivé volné radikály (Sun *et al.*, 2002). Přidání zdrojů antioxidantů do jídelníčku napomáhá k zachování rovnováhy v obsahu oxidačních látek a redukcí jejich aktivity. Přírodní antioxidanty jsou obsaženy i v ovoci, zelenině a některých rostlinách, např. v jakonu. Jakon obsahuje flavonoidy a fenolové sloučeniny, které jsou přírodními antioxidanty (Pietta *et al.*, 1999).

Přírodní fenolické sloučeniny jsou v zásobních kořenech jakonu, např. kyselina chlorogenová, 3,5-dikávoylchinová a kávová (Tekemaka *et al.*, 2003). Listy obsahují také terpeny, jako je sabinen, limonen a seskviterpen karyofyllen (Fernández *et al.*, 2010).

9.1. Vyhodnocení obsahu antioxidantů ve vodním extraktu z jakonu

De Andrade *et al.*, 2014 vyhodnotili obsah antioxidantů vodního extraktu z listů a květů jakonu.

Pro každý typ extraktu byl použit jeden gram listů a květů jakonu.

(a) Zalití (**INF**): listy jakonu byly zality 50 ml vařící destilované vody a ponechány k vylouhování 20 minut

(b) Vývar (**DEC**): listy jakonu byly vařeny 20 minut v 50 ml dest. vody

(c) Roztok s metanolem (**MTN**): extrakce pomocí metanolového roztoku (150ml/72h). Analýza probíhala pomocí přístroje Agilent HPLC 1200.

Obsah flavonoidů a polyfenolů ukazuje tabulka 11. Nejvyšších obsahů antioxidantů bylo dosaženo vývarem z listů.

Tabulka 11: Polyfenoly a flavonoidy v extraktech z listů jakonu

Extrakt	Druh extrakce	Celkový obsah polyfenolů	Celkový obsah flavonoidů
Květy	INF	21,5 ± 0,37	18,33 ± 1,24
	DC	21,75 ± 1,36	15,03 ± 2,15
	MTN	13,44 ± 2,19	11,05 ± 0,64
Listy	INF	39,9 ± 2,62	35,91 ± 1,88
	DC	42,2 ± 4,58	39,72 ± 1,37
	MTN	3,60 ± 0,40	1,59 ± 0,34

Tabulka 12: Vědecké výzkumy o obsahu antioxidantů v jakonu

Druh výzkumu	Metodika	Výsledky	Zdroj
vyhodnocení obsahu chemických látek v různých odrůdách jakonu	bylo vyhodnoceno 14 odrůd jakonu	nejvyšší obsah antioxidantů byl zjištěn v metanolovém extr. z PER09, PER04 a ECU44	Russo <i>et al.</i> , 2015
vyhodnocení obsahu polyfenolů v listech a hlízách	chromatografické zkoumání surových extraktů	zjištěn obsah ferulové chlorogenové kys.	Simonovska <i>et al.</i> , 2003
vyhodnocení polyfenolů v listech	analýza 35 druhů jakonu	DPA 07011 vykazoval vysoký obsah polyfenolů a aktivitu antioxidantů	Campos <i>et al.</i> , 2012
vyhodnocení antioxidačních vlastností sterilizované mouky z jakonu	z jednotlivých typů byly vyrobeny roztoky	steril. mouka z jakonu vykazovala vysokou aktivitu antioxidantů.	Sousa <i>et al.</i> , 2013
vyhodnocení antioxidační aktivity extraktu z listů a květů jakonu	byly vyrobeny 3 typy extraktů louhovaný, vyvařený, a metanolový	nejvyšší obsah antioxidantů byl zjištěn v extraktu vyvařeného jakonu	de Andrade <i>et al.</i> , 2014

10. Absorpce minerálních látek

Minerální absorpce je ovlivněna mnoha faktory, zejména však určitými látkami ve stravě, jako jsou polysacharidy typu inulin (Filisetti *et al.*, 2009). Inulin a podobné polysacharidy mohou příznivě ovlivnit minerální absorpci z důvodu snížení pH v tlustém střevě, čímž je ovlivněna rozpustnost minerálních sloučenin (Scholz *et al.*, 2007). Kostní tkáň je tvořena $[Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2]$, kde hlavními prvky jsou Ca a P, které napomáhají zpevňování kostí, avšak je zapotřebí mnoha dalších minerálů a vitamínů (Nieves, 2005).

Lobo *et al.*, 2009 podával krysám stravu obohacenou inulinem s Fe a Ca po 33 dnů a následně vyhodnotil obsah minerálů v kostech. Výsledkem bylo, že krysy, které netrpěly nedostatkem minerálů měly hodnoty stejné, kromě obsahu Mg v holenních kostech. Kostí byly pevnější s nižším počtem osteoklastů. U krysy s nedostatkem Ca byl pozorován zvýšený obsah Fe a Zn v játrech, ale opět snížený obsah Mg v holenních kostech.

Tabulka 13: Studie o absorpci minerálních látek

Druh výzkumu	Metodika	Výsledky	Zdroj
vyhodnocení minerální absorpce	krysy byly krmeny inulinem a rybím tukem po 15 dnů	vylepšená absorpce minerálů a pevnější kosti	Lobo <i>et al.</i> , 2008
kontrola minerální absorpce u krysy s nedostatkem Ca a Fe	krysy byly krmeny inulinem obohaceným o minerály po 33 dnů	krysy bez nedostatku beze změny, krysy s nedostatkem vykazovaly zvýšený příjem Fe a Zn, snížený Mg	Lobo <i>et al.</i> , 2009
vyhodnocení střevního příjmu Ca a Mg	krysy byly krmeny <i>ad libitum</i> krmivem s obsahem 5 % FOS	zvýšený obsah Ca a Mg	Lobo <i>et al.</i> , 2006
vyhodnocení výživového statusu Fe a Zn u dětí	0.14 g/kg těl. hm. extraktu z jakonu bylo podáváno dětem ve věku 2 až 5 let	snížený BMI	Vaz-Tostes <i>et al.</i> , 2013

11. Imunita

Delgado *et al.*, 2011 potvrdil, že pravidelná konzumace jakonu může zlepšit obranyschopnost. Krysy, krmené jakonem vykazovaly vyšší obsah IgA (imunoglobulin A) ve svém trusu. IgA je převážně sekretován na potvrch sliznic, kde funguje jako obrana proti mikroorganismům. Studie rovněž uvádí, že byla pozorována snížená produkce zánětového cytokinu IL-1 β , čímž potvrzuje prospěšné účinky jakonu pro imunitní systém.

12. Antibakteriální a antifungální účinky jakonu

Jakon nebyl mnohokrát testován na antibakteriální a antifungální účinky, ale obsahuje seskviterpeny a ent-kaurenovou kyselinu, které tyto vlastnosti mají (Lin *et al.*, 2003). Padla *et al.*, 2012 vyhodnotil tyto vlastnosti na základě svých pozorování a došel k závěru, že ent-kaurenová kyselina působí proti všem gram-pozitivním bakteriím, které testoval (*S. aureus*, *S. epidermidis* and *B. subtilis*) při nejnižší koncentraci 1000 $\mu\text{g/ml}$. Antifungální aktivita byla zjištěna v případě *T. rubrum* při 10000 $\mu\text{g/ml}$.

Ragasa *et al.*, 2008 ve svém výzkumu došel k závěru, že ent-kaurenová kyselina z jakonu má slabší antimikrobiální aktivity vůči *E. coli*, *P. aeruginosa*, *S. aureus*, *C. albicans* and *T. mentagrophytes*. Pak *et al.*, 2006 zjistil, že enhydrin a uvedalin dokáže snížit růst *Aspergillu flavus* o 36 % a snížit jeho produkci aflatoxinu o 76 %.

13. Potravinářské zpracování jakonu

Kořen jakonu se tradičně konzumuje za syrova pro svou nasládlou chuť (Maldonado *et al.*, 2008), ale je nutné jej spotřebovat rychle po sklizni, protože vodnatá dužnina rychle měkne a hnědne. Kořeny jakonu ukládají inulin a fruktooligosacharidy místo škrobu a obsahují až 70 % vody (Lachman *et al.*, 2003).

Vasconcelos *et al.*, 2015 vyhodnotil možnosti konzervace plátků kořene jakonu pomocí činidel, které zabraňují enzymatickému hnědnutí. Funkčními činidly proti hnědnutí jakonu se ukázaly kyseliny askorbová, citronová a vinná. Jakon je rovněž zpracováván do mnoha jiných produktů, jako je mouka nebo sirup.

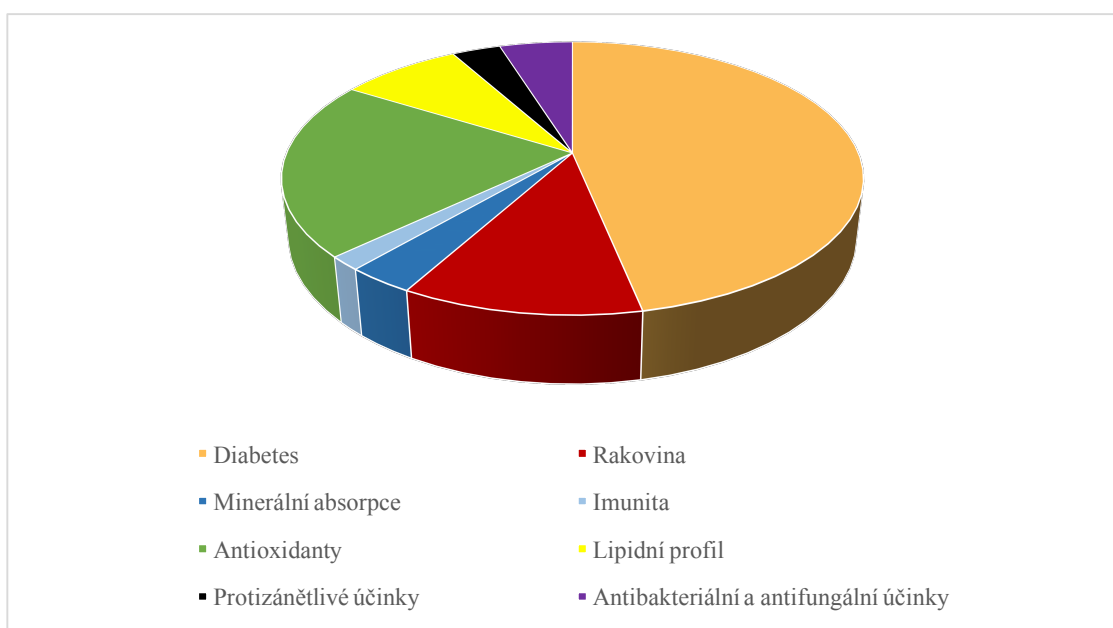
Z důvodu slibných výsledků výzkumu léčivých účinků jakonu jako prebiotika, potraviny vhodné pro diabetiky, potraviny k prevenci rakoviny, se výroba potravin obsahující výtažky z jakonu a inulin rapidně rozrůstá. A hlavně lidé, díky stále většímu povědomí a informovanosti o nebezpečí civilizačních nemocí, se snaží vyhledávat zdravější potraviny a výrobky z nich.

Funkční potraviny, nesoucí jisté zdravotní benefity, jsou důležitým segmentem pro zákazníky, kteří upřednostňují zdravější stravu, nebo pro pacienty s diabetes, či jiným onemocněním (Coman *et al.*, 2012).

14. Vyhodnocení výzkumu léčivých účinků jakonu z vědeckých databází

Na základě průzkumu publikací ve vědeckých databázích byly zjištěny počty publikací věnujících se výzkumu v jednotlivých zdravotnických odvětvích. Údaje byly zaneseny do grafu 9.

Graf 9: Podíl výzkumů o jakonu v lékařských odvětvích ve vědeckých databázích



Z výsledků průzkumu vědeckých databází bylo zjištěno, že pokusů s cílem vyhodnocení vlivu výtažků z jakonu při prevenci a léčbě rakoviny činí 11 % z celkového počtu provedených studií. Výtažky z jakonu jsou na základě vědeckých studií kvalitní prevencí a mohou sloužit i jako podpora léčby. Nejvyšší počet publikovaných studií je věnován diabetu (47 %). Jakon dokáže snižovat hladinu krevního cukru a je tak vhodnou potravinou pro diabetiky. Výzkumu kardiovaskulárních onemocnění se věnovalo 8 % publikací, avšak tento druh onemocnění je velmi úzce spjat s diabetes, protože zvýšené obsahy tuků jsou průvodným jevem u diabetiků. Antioxidační účinky jakonu byly tématem 21 % publikací, protizánětlivé účinky 3 %, antibakteriální 5 %, minerální absorpce 3 % a imunita 2 %. Drtivá většina výzkumu byla prováděna na zvířatech, převážně na kryších, a to hlavně ve výzkumných ústavech a univerzitách v Brazílii. Intenzivní

výzkum dále probíhá i v zemích, kam byl jakon introdukován později, např. Belgie, nebo Česká republika.

15. Závěr

Z důvodu rapidně narůstajícího počtu diabetiků, nemocných rakovinou, či jinými civilizačními nemocemi ve světové populaci, vzrůstají i snahy o nalezení přírodních zdrojů, použitelných k prevenci a léčbě těchto chorob. V celém světě probíhají výzkumy, které si kladou za cíl, zjistit příčiny těchto onemocnění a zároveň najít způsob jejich léčby na přírodní bázi. Výzkumně se testují zdroje antioxidantů, prebiotik a dalších látek, které mají potenciál stát se spolehlivými prostředky pro prevenci civilizačních chorob bez nežádoucích vedlejších účinků. V posledních dvou dekádách, kdy byl jakon podroben zkoumání především jako funkční potravina, byly současně prokázány i jeho léčivé účinky při prevenci a podpoře léčby diabetu, rakoviny, či poruchách příjmu minerálů. Jakon se zdá být slibnou léčivou rostlinou, avšak prokázání těchto léčivých účinků na lidský organismus bude vyžadovat nemalé úsilí při provádění dalších testů.

16. Seznam použitých zdrojů

- Abhari K, Shekarforoush SS, Hosseinzadeh S, Nazifi S, Sajedianfard J. 2015.** The effects of prebiotic, probiotic and synbiotic diets containing *Bacillus coagulans* and inulin on serum lipid profile in the rat. *Veterinary Science Development* 5
<http://www.pagepress.org/journals/index.php/vsd/article/view/5919>
- Abrahámová J. 2007.** O varlatech a nádorech varlat. Česká onkologická společnost České lékařské společnosti Jana Evangelisty Purkyně. <http://www.linkos.cz/zhoubne-nadory-muzskeho-pohlavniho-ustroji-c60-c62-1/o-varlatech-a-nadorech-varlat/>. Accessed 004/14/2016
- Abrams S, Griffin I, Hawthorne K, Liang L, Gunn S, Darlington G, Ellis K (2005).** A combination of prebiotic short- and long-chain inulin-type fructans enhances calcium absorption and bone mineralization in young adolescents. *The American Journal of Clinical Nutrition* 82 2: 471–6.
- Adam Z. 2005.** Kostní nádorová choroba. Vyd. 1. Praha: Grada
- Ahmad Faris A, Dani Sugeng P, Arifah M, Nurkesuma A, Nabaatin I. 2016.** Effectiveness of Yacon (*Smallanthus Sonchifolius*) Leaves Steeping as Insulin Substitute for Diabetes Mellitus in Streptozotocin-Induced Diabetic Rats. *International Journal of Health & Economic Development* 2: 29.
- Aliasgharzadeh A, Khalili M, Dehghan P. 2016.** A Combination of Prebiotic Inulin and Oligofructose Improve Some of Cardiovascular Disease Risk Factors in Women with Type 2 Diabetes: A Randomized Controlled Clinical Trial. *Advanced Pharmaceutical Bulletin* 5: 507-514.
- Alles M, Hartemink R, Meyboom S, Harryvan J. 1999.** Effect of transgalactooligosaccharides on the composition of the human intestinal microflora and on putative risk markers for colon cancer. *Food Chemistry* 135:1592–1599.
- American Diabetes Association. ADA.** <http://www.diabetes.org/>. Accessed 004/14/2016
- Aybar M, Sánchez Riera A, Grau A. 2001.** Hypoglycemic effect of the water extract of *Smallanthus sonchifolius* (yacon) leaves in normal and diabetic rats. *Journal of Ethnopharmacology* 74:125-132.

- Baldwin C, Millette M, Oth D, Ruiz M, Luquet M, Lacroix M. 2010.** Probiotic Lactobacillus acidophilus and Lactobacillus casei mix sensitive colorectal tumoral cells to 5-fluorouracil-induced apoptosis. *Nutrition and Cancer* 62:371–378.
- Baroni S, da Rocha BA, Oliveira de Melo J, Comar JF, Caparroz-Assef SM, Bersani-Amado CA. 2016.** Hydroethanolic extract of *Smallanthus sonchifolius* leaves improves hyperglycemia of streptozotocin induced neonatal diabetic rats. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine* 194: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1995764516300372>
- Baroni S, Suzuki-Kemmelmeier F, Caparroz-Assef S, Cuman R, Bersani-Amado C. 2008.** Effect of crude extracts of leaves of *Smallanthus sonchifolius* (yacon) on glycemia in diabetic rats. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences* 44.
- Beran D, Yudkin J, Courten M. 2005.** Access to Care for Patients with Insulin- Requiring Diabetes in Developing Countries: Case studies of Mozambique and Zambia. *Diabetes Care* 28:2136–2140.
- Bonsu N, Johnson S. 2012.** Effects of inulin fibre supplementation on serum glucose and lipid concentration in patients with type 2 diabetes. *International Journal of Diabetes & Metabolism* 20: 80-86.
- Born P, Zech J, Classen M, Lorenz R. 1994.** Carbohydrate substitutes: comparative study of intestinal absorption of fructose, sorbitol and xylitol. *Medizinische Klinik* 89:575-578.
- Boyle RJ, Bath-Hextall FJ, Leonardi-Bee J, Murrell DF, Tang ML-K.** Probiotics for the treatment of eczema: a systematic review. <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1365-2222.2009.03305.x>
- Brosky G, Logothelopoulos J. 1969.** Streptozotocin diabetes in the mouse and guinea pig. *Diabetes* 18:606-609.
- Buddington K, Donahoo J. 2002.** Dietary Oligofructose and Inulin Protect Mice from Enteric and Systemic Pathogens and Tumor Inducers. *Journal of Nutrition*. 132: 472–477.
- Campos D, Betalleluz-Pallardel I, Chirinos R, Aguilar-Galvez A, Norrato G. 2012.** Prebiotic effects of yacon *Smallanthus sonchifolius* Poepp. & Endl.), a source of fructooligosaccharides and phenolic compounds with antioxidant activity. *Food Chemistry* 135:1592–1599.

- Cani PD, Daubioul CA, Reusens B, Remade C, Catillon G, Delzenne NM. 2005.** Involvement of endogenous glucagon-like peptide-1 amide on glycaemia-lowering effect of oligofructose in streptozotocin-treated rats. *Journal of Endocrinology* 185:457-465.
- Carvalho-Silva L, Vieira N, Goes T, Wurlitzer N. 2015.** Cashew-apple (*Anacardium occidentale* L.) and yacon (*Smallanthus sonchifolius*) functional beverage improve the diabetic state in rats. *Food Research International* 77:171-176.
- Causey JL, Feirtag JM, Gahaher DD, Tuqland BC, Slavin JL. 2000.** Effects of dietary inulin on serum lipids, blood glucose and the gastrointestinal environment in hypercholesterolemic men. *Nutrition Research* 20:191-201.
- Choque Delgado GT, Thomé R, Gabriel DL, Tamashiro WMSC, Pastore GM. 2012.** Yacon (*Smallanthus sonchifolius*)-derived fructooligosaccharides improves the immune parameters in the mouse. *Nutrition Research* 32:884-892.
<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0271531712001947>
- Coman MM, Cecchini C, Verdenelli MC, Silvi S, Orpianesi C, Cresci A. 2012.** Functional foods as carriers for SYN BIO®, a probiotic bacteria combination. *International Journal of Food Microbiology* 157:346-352.
<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0168160512002851>
- Correia-Sá I, de-Sousa-Lopes H, Martins MJ, Azevedo I, Moura E, Vieira-Coelho MA. 2013.** Effects of raftilose on serum biochemistry and liver morphology in rats fed with normal or high-fat diet. *Molecular Nutrition & Food Research* 57:1468-72.
- Da Silva Almeida A, Martins Avi C, Barbisan L, De Moura N, Caetano B, Romualdo G, Sivieri K. 2015.** Yacon (*Smallanthus sonchifolius*) and *Lactobacillus acidophilus* CRL 1014 reduce the early phases of colon carcinogenesis in male Wistar rats. *Food Research International* 74:48-54.
- Data and Statistics. 2016.** World Health Organization. <http://www.euro.who.int/en/health-topics/noncommunicable-diseases/diabetes/data-and-statistics>. Accessed 004/15/2016
- Daubioul C, Rousseau N, Demeure R, Gallez B, Taper H. 2002.** Dietary fructans, but not cellulose, decrease triglyceride accumulation in the liver of obese Zucker fa/fa rats. *Journal of Nutrition* 132:967-73.

- De Andrade E, de Souza Leone R, Ellendersen L. 2014.** Phenolic profile and antioxidant activity of extracts of leaves and flowers of yacon (*Smallanthus sonchifolius*). *Industrial Crops and Products* 62:499–506.
- De Ford C, Ulloa J, Catalán C, Grau A, Martino V, Muschietti L, Merfort I. 2015.** The sesquiterpene lactone polymatin B from *Smallanthus sonchifolius* induces different cell death mechanisms in three cancer cell lines. *Phytochemistry*: 332-339.
- De Moura N, Caetano B, Sivieri K, Urbano L, Cabello C, Rodrigues M. 2012.** Protective effects of yacon (*Smallanthus sonchifolius*) intake on experimental colon carcinogenesis. *Food and Chemical Toxicology* 50:2902-2910.
- Delzenne N, Kok N. 1999.** Biochemical basis of oligofructose-induced hypolipidemia in animal models. *Journal of Nutrition* 129:1467-1470.
- Delzenne NM, Cani PD, Neyrinck AM. 2007.** Modulation of glucagon-like peptide 1 and energy metabolism by inulin and oligo-fructose: experimental data. *Journal of Nutrition* 137:2547-2551.
- Delzenne NM, Daubioul C, Neyrinck A, Lasa M, Taper HS. 2002.** Inulin and oligofructose modulate lipid metabolism in animals: review of biochemical events and future prospects. *British Journal of Nutrition* 87:255.
http://www.journals.cambridge.org/abstract_S0007114502001034
- Delzenne NM, Kok N. 2001.** Effects of fructans-type prebiotics on lipid metabolism. *The American Journal of Clinical Nutrition* 73:456-458.
- Doubek M. 2006.** Leukemie. Česká onkologická společnost České lékařské společnosti Jana Evangelisty Purkyně. <http://www.linkos.cz/leukemie-c91-c95-1/leukemie-1/>. Accessed 004/14/2016
- Fernández E, Viehmannová I, Lachman J, Milella L. 2006.** [*Smallanthus sonchifolius* (Poepp. et Endl.) H. Robinson]: A new crop in the Central Europe: A new crop in the Central Europe. *Plant Soil Environment* 52:564-570.
- Fernández EC, Viehmannová I. 2010.** Netradiční plodiny pro diabetiky. 1. vyd. Praha: Grada
- Filisetti T, Lobo A, Colli C. 2009.** Fibra alimentar e seu efeito na biodisponibilidade de minerais. *Biodisponibilidade de nutrientes*:207-49.
- Forcheron F, Beylo M. 2007.** Long-term administration of inulin-type fructans has no

significant lipid-lowering effect in normolipidemic humans. *Metabolism: clinical and experimental* 56:1093-8.

Freire I, Hermann M, Pazos C. 1997. Compositional diversity of the yacon storage root. CIP Program.

Genta S, Cabrera W, Habib N, Pons J, Carillo I, Grau A, & Sánchez S. 2009. Yacon syrup: Beneficial effects on obesity and insulin resistance in humans. *Clinical Nutrition* 28:182-187.

Genta S, Cabrera W, Mercado M, Grau A, Catalán C, Sánchez S. 2010. Hypoglycemic activity of leaf organic extracts from *Smallanthus sonchifolius*: Constituents of the most active fractions. *Chemico-Biological Interactions* 185:143-152.

Gibson G, Scott K, Rastall R, Tuohy K. 2010. Dietary prebiotics: current status and new definition. *Food Science and Technology Bulletin - Functional Foods* 7:1-19.

Giri A, Kanawjia S, Pothuraju R, Kapila S. 2016. Effect of inulin incorporated processed cheese spread on lipid profile of blood serum and liver in rats. *Dairy Science & Technology* 95:135-149.

Gonzales G, Castañeda C. 2013. A mixture of extracts from Peruvian plants (black maca and yacon) improves sperm count and reduced glycemia in mice with streptozotocin-induced diabetes. *Toxicology Mechanisms and Methods* 23:509-518.

Goodenberger MKL, Jenkins RB. 2012. Genetics of adult glioma. *Cancer Genetics* 205:613-621. <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2210776212002608>

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.

Guo Z, Liu X, Zhang Q, Shen Z. 2011. Influence of consumption of probiotics on the plasma lipid profile: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Nutrition, Metabolism & Cardiovascular Diseases* 21:844-850.

Gupta J, del Barco Barrantes I, Igea A, Sakellariou S, Pateras I S, Gorgoulis V G, Nebreda A R. 2014. Dual Function of p38 α MAPK in Colon Cancer: Suppression of Colitis-Associated Tumor Initiation but Requirement for Cancer Cell Survival. *Cancer Cell* 25:484-500.

- Habib N, Honoré S, Genta S. 2011.** Hypolipidemic effect of *Smallanthus sonchifolius* (yacon) roots on diabetic rats: Biochemical approach. *Chemico-Biological Interactions* 194:31-39.
- Habib NC, Serra-Barcellona C, Honoré SM, Genta SB, Sánchez SS. 2015.** Yacon roots (*Smallanthus sonchifolius*) improve oxidative stress in diabetic rats. *Pharmaceutical Biology* 53:1183-1193.
- Han KH, Tsuchihira H, Nakamura Y, Shimada KI, Ohba K, Aritsuka T. 2013.** Inulin-type fructans with different degrees of polymerization improve lipid metabolism but not glucose metabolism in rats fed a high-fat diet under energy restriction. *Digestive Diseases and Sciences* 58:2177-86.
- Hao J, Zhang X. 2015.** Development of anticancer agents targeting the Wnt/ β -catenin signaling. *American Journal of Cancer Research* 5:2344-2360.
- Hess KR, Broglio KR, Bondy ML. 2004.** Adult glioma incidence trends in the United States, 1977-2000. *Cancer* 101:2293-2299.
- Hofmanová J. 2013.** Nádorové onemocnění, úvod a základní pojmy. Genotoxicita a karcinogeneze.
https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/prif/ps13/genotox/web/pages/01_nador.html.
 Accessed 004/14/2016
- Humphries A, Wright N. 2008.** Colonic crypt organization and tumorigenesis. *Nature Review Cancer* 8:415-424.
- Janíček P. 2006.** O zhoubných nádorech kostí, kloubů a chrupavky. Česká onkologická společnost České lékařské společnosti Jana Evangelisty Purkyně.
<http://www.linkos.cz/nadory-kosti-kloubu-a-chrupavky-c40-41/o-zhoubnych-nadorech-kosti-kloubu-a-chrupavky/>. Accessed 004/14/2016
- Kang Pa Lee, Hee Choi N, Teak Kim J, Park In-Sik. 2015.** The effect of yacon (*Smallanthus sonchifolius*) ethanol extract on cell proliferation and migration of C6 glioma cells stimulated with fetal bovine serum. *Nutrition Research and Practice* 9:256-261.
- Khan N, Afaq F, Mukhtar H. 2010.** Lifestyle as risk factor for cancer: evidence from human studies. *Cancer Letters* 293:133–143.

- Kietsiriroje N, Kwankaew J, Kitpakornsanti S, Leelawattana R. 2016.** Effect of phytosterols and inulin-enriched soymilk on LDL-cholesterol in Thai subjects: a double-blinded randomized controlled trial. *Lipids in Health & Disease* 14:1-13.
- King A. 2012.** Prevention: Cost-effectiveness of cardiovascular disease prevention and management in the developing world. *Nature Reviews Cardiology* 9:258.
- Kocáková I. 2006.** O nádorech jater. Česká onkologická společnost České lékařské společnosti Jana Evangelisty Purkyně. <http://www.linkos.cz/nadory-jater-a-zlucniku-c22-24/o-nadorech-jater/>. Accessed 004/14/2016
- Kozmus CE, Moura E, Serrao MP, Real H, Guimaraes JT, Guedes-de-Pinho P. 2011.** Influence of dietary supplementation with dextrin or oligofructose on the hepatic redox balance in rats. *Molecular Nutrition & Food Research* 55:1735-9.
- Krentz AJ, Bailey CJ. 2005.** Oral Antidiabetic Agents. *Drugs* 65:385-411.
<http://link.springer.com/10.2165/00003495-200565030-00005>
- Kreuger M, Grootjans S, Biavatti W. 2012.** Sesquiterpene lactones as drugs with multiple targets in cancer treatment: focus on parthenolide. *Anticancer Drugs* 23:883–896.
- Lachman J, Fernandez E, Orsák M. 2003.** Yacon [*Smallanthus sonchifolia* (Poepp. et Endl.) H. Robinson] chemical composition and use – a review. *Plant Soil Environment* 49:283–290.
- Letexier D, Diraison F, Beylot M. 2003.** Addition of inulin to a moderately high-carbohydrate diet reduces hepatic lipogenesis and plasma triacylglycerol concentrations in humans. *The American Journal of Clinical Nutrition* 77:559-564.
- Lin F, Hasegawa M, Kodama O. 2003.** Purification and identification of antimicrobial sesquiterpene lactones from yacon (*Smallanthus sonchifolius*) leaves. *Biotechnology, Biochemistry* 67:2154-2159.
- Lobo A, Cocato M, Jorgetti V. 2009.** Changes in bone mass, biomechanical properties, and microarchitecture of calcium- and iron-deficient rats fed diets supplemented with inulin-type fructans. *Nutrition Research* 29:873-881.
- Lobo A, Filho J, Alvares E, Cocato M. 2008.** Effects of dietary lipid composition and inulin-type fructans on mineral bioavailability in growing rats. *Nutrition* 25:216–225.

- Lobo AR, Colli C, Filisetti TMCC. 2006.** Fructooligosaccharides improve bone mass and biomechanical properties in rats. *Nutrition Research* 26:413-420.
<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0271531706001242>
- Luo J, Yperselle MV, Rizkalla SW, Rossi F, Bomet FRJ, Slama G. 2000.** Chronic consumption of short-chain fructooligosaccharides does not affect basal hepatic glucose production or insulin resistance in type 2 diabetics. *Journal of Nutrition* 130:1572-7.
- Maldonado S, Santapaola E, Singh J, Torrez M, Garay A. 2008.** Cinética de la transferencia de masa durante la deshidratación osmótica de yacón (*Smallanthus sonchifolius*). *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 28:251–256.
- Martín V, Herrera F, García-Santos G, Antolín I, Rodríguez-Blanco J, Rodríguez C. 2007.** Signaling pathways involved in antioxidant control of glioma cell proliferation. *Free Radical Biology & Medicine* 42:1715-1722.
- Moro G. 2006.** A mixture of prebiotic oligosaccharides reduces the incidence of atopic dermatitis during the first six months of age. *Archives of Disease in Childhood* 91:814-819. <http://adc.bmj.com/cgi/doi/10.1136/adc.2006.098251>
- MUNI.** Příčiny rakoviny. <http://www.med.muni.cz/centrumprevence/informace-pro-vas/rizika-nemoci/7-priciny-rakoviny.html>. Accessed 004/15/2016
- National Cancer Institute.** <http://www.cancer.gov/>. Accessed 004/14/2016
- Nieves J. 2005.** Osteoporosis: the role of micronutrients. *American Journal of Clinical Nutrition* 81:1232-9.
- Niness K. 1999.** Inulin and Oligofructose: What Are They? *Journal of Nutrition* 7:1402-1406.
- Ochiai M, Yoshitaka H, Masashi I, Masatoshi W. 2014.** Newly defined aberrant crypt foci as a marker for dysplasia in the rat colon. *Cancer Science* 105:943-950.
- Ojansivu I, Ferreira CL, Salminen S. 2011.** Yacon, a new source of prebiotic oligosaccharides with a history of safe use. *Trends in Food Science* 22:40-46.
<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0924224410002633>
- Olive PL, Durand RE, Banath JP, Johnston PJ. 2001.** Analysis of DNA damage in individual cells. *Methods in Cell Biology* 64:235-249.

- Oliveira RB, Chagas-Paula DA, Secatto A, Gasparoto TH, Faccioli LH, Campanelli AP, Da Costa FB. 2013.** Topical anti-inflammatory activity of yacon leaf extracts. *Revista Brasileira de Farmacognosia* 23:497-505.
<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0102695X13700656>
- Padla EP, Solis LT, Ragasa CY. 2012.** Antibacterial and antifungal properties of entkaurenoic acid from *Smallanthus sonchifolius*. *Chinese Journal of Natural Medicines* 10:408-414. <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1875536412600806>
- Pak A, Goncales E, Felicio J, Pinto M, Rossi M, Simoni I, Lopes M. 2006.** Inhibitory activity of compounds isolated from *Polymnia sonchifolia* on aflatoxin production by *Aspergillus flavus*. *Brazilian Journal of Microbiology* 37:199-203.
- Pedersen A, Sandström B, Van Amelsvoort JMM. 1997.** The effect of ingestion of inulin on blood lipids and gastrointestinal symptoms in healthy females. *British Journal of Nutrition* 78:215-222.
http://www.journals.cambridge.org/abstract_S0007114597001281
- Perše M, Cerar A. 2011.** Morphological and Molecular Alterations in 1,2 Dimethylhydrazine and Azoxymethane Induced Colon Carcinogenesis in Rats. *Journal of Biomedicine and Biotechnology* 2011:1-14. <http://www.hindawi.com/journals/bmri/2011/473964/>
- Pietta P, Simonetti P. 1999.** Dietary flavonoids and interaction with physiologic antioxidants. *Antioxidant Food Supplements in Human Health*: 283–308.
- Pineiro M, Asp N-G, Reid G, Macfarlane S, Morelli L, Brunser O, Tuohy K. 2008.** FAO Technical Meeting on Prebiotics. *Journal of Clinical Gastroenterology* 42:156-159.
<http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage>
- Pool-Zobel B, Veeriah S, Böhmer F-D. 2005.** Modulation of xenobiotic metabolising enzymes by anticarcinogens—focus on glutathione S-transferases and their role as targets of dietary chemoprevention in colorectal carcinogenesis. *Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis* 591:74-92.
<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0027510705003179>
- Ragusa C, Alimboyoguen A, Urban S, Raga D. 2008.** A bioactive diterpene from *Smallanthus sonchifolius*. *Natural Product Communications* 3:1663-1666.
- Rault-Nania MH, Gueux E, Demougeot C, Demigne C, Rock E, Mazur A. 2006.** Inulin

attenuates atherosclerosis in apolipoprotein E-deficient mice. *Brazilian Journal of Nutrition* 96:840-844.

Riserus U, Willett W, Hu F. 2009. Dietary fats and prevention of type 2 diabetes. *Progress in Lipid Research* 48:44-51.

Roberfroid M. 2000. Prebiotics and probiotics: are they functional foods? *Clinical Nutrition* 71:1682–1687.

Roberfroid M. Caloric value of inulin and oligofructose. *Journal of Nutrition* 129:1436-1437.

Roberfroid MB, Gibson G, Hoyles L, McCartney L, Rastall R. 2010. Prebiotic effects: metabolic and health benefits. *Brazilian Journal Nutrition*:1-63.

Roberfroid MB. 2003. Prebiotics *Encyclopedia of food sciences and nutrition*. 2.nd ed. Elsevier

Roberfroid MB. 2005. Introducing inulin-type fructans. *British Journal of Nutrition* 93:13-26.
http://www.journals.cambridge.org/abstract_S0007114505000759

Roberfroid MB. 2007. Inulin-type fructans: functional food ingredients. *Journal Nutrition*:2493–2502.

Rother K. 2007. Diabetes treatment--bridging the divide. *The New England Journal of Medicine* 15:1499-1501.

Russo D, Valentão P, Andrade P, Fernandez E, Milella L. 2015. Evaluation of Antioxidant, Antidiabetic and Anticholinesterase Activities of *Smallanthus sonchifolius* Landraces and Correlation with Their Phytochemical Profiles. *International Journal of Molecular Sciences* 16:17696-17718. <http://www.mdpi.com/1422-0067/16/8/17696/>

Saad N, Delattre C, Urdaci M, Bressolier P. 2013. An overview of the last advances in probiotic and prebiotic field. *Food Science and Technology* 50:1-16.

Santana I, Cardoso M. 2008. Yacon tuberous root (*Smallanthus sonchifolius*): cultivation potentialities, technological and nutritional aspects. *Ciência Rural* 38:898–905.

Scholz-Ahrens K, Schrezenmeir J. 2007. Inulin and oligofructose and mineral metabolism: the evidence from animal trials. *Journal of Nutrition* 137:2513-23.

Shepherd SJ, Gibson PR. 2006. Fructose Malabsorption and Symptoms of Irritable Bowel Syndrome: Guidelines for Effective Dietary Management. *Journal of the American*

Dietetic Association 106:1631-1639.

<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0002822306017044>

Shoback. 2011. Greenspan's basic and Clinical Endocrinology. 9th ed. New York: McGraw-Hill Medical

Simonovska B, Vovk I, Andresek S, Valentová K, Ulrichová J. 2003. Investigation of phenolic acids in yacon (*Smallanthus sonchifolius*) leaves and tubers. *Journal of Chromatography A* 1016:89–98.

Siriwan D, Naruse T, Tamura H. 2011. Effect of epoxides and α -methylene- γ -lactone skeleton of sesquiterpenes from yacon (*Smallanthus sonchifolius*) leaves on caspase-dependent apoptosis and NF- κ B inhibition in human cervical cancer cells. *Fitoterapia* 7.

Sousa S, Pinto J, Rodrigues C, Gião M, Pereira C, Tavaría F, Xavier Malcata F, Gomes A, Bertoldo Pacheco MT, Pintado M. 2015. Antioxidant properties of sterilized yacon (*Smallanthus sonchifolius*) tuber flour. *Food Chemistry* 188:504-509.
<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308814615005932>

Sun J, Chu Y, Wu X, Liu H. 2002. Antioxidant and antiproliferative activities of common fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50:7449–7454.

Takahashi H, Hosono K, Endo H, Nakajima A. 2013. Colon epithelial proliferation and carcinogenesis in diet-induced obesity. *Journal of Gastroenterology and Hepatology* 28:41-47. <http://doi.wiley.com/10.1111/jgh.12240>

Tako E, Glahn RP, Welch RM, Lei X, Yasuda K, Miller DD. 2008. Dietary inulin affects the expression of intestinal enterocyte iron transporters, receptors and storage protein and alters the microbiota in the pig intestine. *British Journal of Nutrition* 99
http://www.journals.cambridge.org/abstract_S0007114507825128

Tekenaka M, Yan X, Ono H, Yoshida M, Nagata T, Nakanishi T. 2003. Caffeic acid derivatives in roots of yacon (*Smallanthus sonchifolius*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51:793–796.

Tomášek J. 2006. O nádorech tlustého střeva a konečníku. Česká onkologická společnost České lékařské společnosti Jana Evangelisty Purkyně. <http://www.linkos.cz/nadory-travici-trubice-jicen-zaludek-tenke-strevo-tluste-strevo-konecnik-rit-c15-21/o-nadorech-tlusteho-streva-a-konecniku/>. Accessed 004/14/2016

- Tripkovic L, Muirhead N, Hart K, Frost G, Lodge J. 2015.** The effects of a diet rich in inulin or wheat fibre on markers of cardiovascular disease in overweight male subjects. *Journal of Human Nutrition and Dietetics* 28:476-485.
- Ústav zdravotnických informací a statistiky ČR.** <http://www.uzis.cz/>. Accessed 004/14/2016
- Valíček P, Kokoška L, Holubová K. 2012.** Léčivé rostliny třetího tisíciletí. 2., upr. vyd. Benešov: Start
- Valíček P. 2002.** Užitkové rostliny tropů a subtropů. Vyd. 2., upr. a dopl. Praha: Academia
- Van Engeland M, Derks S, Smits K, Meijer A, Herman, J. 2011.** Colorectal cancer epigenetics: complex simplicity. *Journal of Clinical Oncology* 29:1382–1391.
- Van Vlies N, Hogenkamp A, Thijssen S, Dingjan G, Knipping K, Garssen J. 2012.** Effects of short-chain galacto- and long-chain fructo-oligosaccharides on systemic and local immune status during pregnancy. *Journal of Reproductive Immunology*:161-168.
- Vasconcelos CM, de Oliveira EB, Rossi SN, Arantes LF, Puschmann R, Chaves JBP. 2015.** Evaluating Strategies to Control Enzymatic Browning of Minimally Processed Yacon (*Smallanthus sonchifolius*). *Food and Bioprocess Technology* 8:1982-1994. <http://link.springer.com/10.1007/s11947-015-1558-0>
- Vaz-Tostes M, Viana M, Grancieri M. 2013.** Yacon effects in immune response and nutritional status of iron and zinc in preschool children. *Nutrition* 30:666-672.
- Voet D, Voet J, Pratt C. 2008.** Fundamentals of biochemistry: Life at the molecular level.
- Weitkunat K, Schumann S, Petzke KJ, Blaut M, Loh G, Klaus S. 2015.** Effects of dietary inulin on bacterial growth, short-chain fatty acid production and hepatic lipid metabolism in gnotobiotic mice. *The Journal of Nutritional Biochemistry* 26:929-937. <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0955286315000959>
- WHO diabetes fact sheet.** World Health Organization. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs312/en/>. Accessed 004/14/2016
- WHO. 2016.** WHO calls for global action on diabetes. WHO. <http://www.euro.who.int/en/health-topics/noncommunicable-diseases/diabetes/news/news/2016/04/who-calls-for-global-action-on-diabetes>. Accessed 004/14/2016
- Wong M, de Souza R, Kendall C, Emam A, Jenkins D. 2006.** Colonic Health: Fermentation

and Short Chain Fatty Acids. *Journal of Clinical Gastroenterology* 40:235–243.