

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroekologie a rostlinné produkce



**Pěstování rostlin pro získání inulinu v systému
ekologického zemědělství**

Bakalářská práce

Marek Hanza

Ekologické zemědělství

Ing. Jaroslav Tomášek, PhD.

© 2019 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Pěstování rostlin pro získávání inulinu v systému ekologického zemědělství" jsem vypracoval 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 autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 17.4.2019

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucímu bakalářské práce Ing. Jaroslavu Tomáškoví, PhD. Za jeho rady, čas a odbornou pomoc, kterou mi poskytl při řešení dané problematiky.

Pěstování rostlin pro získání inulinu v systému ekologického zemědělství

Souhrn

Tato práce se zabývala tematikou pěstování rostlin pro získání inulinu v režimu ekologického zemědělství. Cílem práce bylo z dostupných zdrojů vyhodnotit, která z rostlin obsahující zásobní polysacharid inulin, by potenciálně byla nejvhodnější pro pěstování v režimu ekologického zemědělství za účelem získávání tohoto prebiotika. V úvodní části práce byl definován inulin jako významné prebiotikum, jeho výskyt v zásobních orgánech rostlin a také vlivy na lidské zdraví jako například prevence kardiovaskulárních onemocnění, idiopatických střevních zánětů a dalších. V následné části byly zhodnoceny základní principy ekologického zemědělství a dále rozbor jednotlivých druhů rostlin obsahujících inulin. Dále také jejich nároky na půdu, pěstování, proces sklizně, ochranu rostlin, zařazení do osevního postupu a další. Hodnoceny byly především dvě rostliny, a to čekanka a topinambur. Dále byly hodnoceny například černý kořen, jakon a celá řada dalších rostlin pro možné získání inulinu. Z dané rešerše vyplynulo, že nejvhodnější plodinou pro ekologické zemědělství by byl topinambur, a to hned z několika důvodů. Prvním z nich je jeho nižší náročnost na podnebí, dobrá odolnost vůči suchu nebo všestrannější využití než u ostatních plodin ať už jako energetická plodina, krmivo nebo potravina pro člověka na přímý prodej. Významnou nevýhodou je ale invazivita topinamburu. V závěru práce bylo zhodnoceno dle dostupných zdrojů také ekonomické hledisko, ale vzhledem ke skutečnosti, že topinambury v podmínkách České republiky a v režimu ekologického zemědělství žádný zemědělec nepěstuje, neexistují pro tuto část výzkumu dostatečná data, a tak by ekonomické hledisko mohlo být předmětem dalšího zpracování a výzkumu.

Klíčová slova: Ekologické zemědělství, inulin, prebiotikum, čekanka, černý kořen, topinambur

Plant cultivation to obtain inulin in organic farming

Summary

This bachelor thesis dealt with the topic of growing plants for obtaining inulin in terms of organic farming. The aim of the thesis was to evaluate based on available sources which of the plants containing inulin would be the most suitable in terms of organic farming in order to obtain this prebiotics. In the introductory part of the thesis there was defined inulin as an important prebiotic, its occurrence in plant storage organs and also influence on human health such as prevention of cardiovascular diseases, idiopathic intestinal inflammation and others. In the following part, the basic principles of organic farming and the further analysis of individual plant species containing inulin were evaluated. Also their demands on soil, cultivation, harvest, disease and pests, crop rotation and more. Especially two plants were evaluated, namely chicory and Jerusalem artichoke. Further were evaluated, for example, black root, yacon and a number of other plants for potential inulin recovery. The research revealed that the most suitable crop for organic farming could be Jerusalem artichoke. This was due to several reasons, such as lower climate requirements, good drought resistance or more versatile use than other crops, either as an energy crop, feed for cattle or food for humans. A major disadvantage is the invasiveness of Jerusalem artichoke. At the end of the thesis, the economic aspects was also evaluated according to available sources. However due to the fact that no farmer does not grow Jerusalem artichoke in the system of organic farming and conditions of the Czech Republic, there is not enough data for this part of the research and thus the economic aspects could be subject to further research.

Keywords: Organic farming, inulin, prebiotics, chicory, black salsify, jerusalem artichoke

Obsah

1 Úvod	11
2 Cíl práce	12
3 Literární rešerše.....	13
3.1 Inulin.....	13
3.1.1 Původ a historie	13
3.1.2 Chemická struktura	13
3.1.3 Extrakce inulinu.....	14
3.1.4 Syntetické získávání inulinu	14
3.1.5 Výskyt v rostlinách.....	14
3.1.6 Možnosti využití ve výživě člověka.....	14
3.1.6.1 Prebiotika.....	15
3.1.6.2 Metabolismus inulinu u člověka	15
3.1.6.3 Denní příjem	15
3.1.6.4 Stabilizace hladiny krevních tuků	15
3.1.6.5 Léčba idiopatických střevních zánětů.....	16
3.1.6.6 Využití inulinu v léčbě diabetu	16
3.1.6.7 Obohacení průmyslově zpracovaných potravin inulinem.....	16
3.1.6.8 Prevence kolorektálního karcinomu	17
3.1.6.9 Možné vedlejší efekty příjmu inulinu.....	17
3.2 Pěstování rostlin v režimu ekologického zemědělství.....	18
3.2.1 Ekologické zemědělství a rostlinná výroba	18
3.2.1.1 Péče o půdu.....	18
3.2.1.2 Výživa rostlin.....	19
3.2.1.3 Zásady ochrany rostlin a kontrola zaplevelení	19
3.2.1.4 Podpora biodiverzity	20
3.2.1.5 Bioprodukty	20
3.2.2 Rostliny z čeledi hvězdčicovité (<i>Asteraceae</i>).....	21
3.2.3 Topinambur.....	22
3.2.3.1 Charakteristika rostliny.....	22
3.2.3.2 Nároky	22
3.2.3.3 Metody pěstování topinamburu.....	23
3.2.3.4 Výnos a produkce.....	23
3.2.3.5 Odrůdy.....	24
3.2.3.6 Obsah inulinu a jeho získávání	24
3.2.3.7 Nejčastější škůdci a choroby.....	24

3.2.3.8	Zařazení do osevního postupu.....	25
3.2.3.9	Skladování a trvanlivost produktů.....	25
3.2.3.10	Možná rizika spojená s pěstování pro životní prostředí.....	25
3.2.3.11	Shrnutí pěstování v režimu ekologického zemědělství.....	26
3.2.4	Čekanka.....	27
3.2.4.1	Charakteristika rostliny.....	27
3.2.4.2	Nároky.....	27
3.2.4.3	Metody pěstování.....	28
3.2.4.4	Výnosy.....	28
3.2.4.5	Odrůdy.....	29
3.2.4.6	Obsah inulinu a jeho získávání.....	29
3.2.4.7	Nejčastější škůdci a choroby.....	29
3.2.4.8	Zařazení do osevního postupu.....	30
3.2.4.9	Skladování a trvanlivost produktů.....	30
3.2.4.10	Možná rizika spojená s pěstování pro životní prostředí.....	30
3.2.4.11	Souhrn pěstování v režimu ekologického zemědělství.....	30
3.2.5	Černý kořen.....	32
3.2.6	Jakon.....	33
3.2.7	Další rostliny obsahující inulin.....	34
3.2.8	Ekonomická hlediska pěstování v režimu ekologického zemědělství.....	35
4	Závěr.....	36
5	Literatura.....	37

1 Úvod

Na začátku 21. století se většina populace moderního světa začala více zajímat o stravování a vliv konzumace různých potravin na lidské zdraví. Jelikož se dosáhlo bodu, kdy je potravinová nadprodukce, začíná se více mluvit o kvalitě jednotlivých produktů. Pokrok s sebou přinesl mnoho takzvaných civilizačních onemocnění, mezi které řadíme nejčastěji obezitu, vysoký krevní tlak, cukrovku nebo některá nádorová onemocnění. Z dlouholetých studií již víme, že podstatnou roli u výskytu těchto chorob má styl lidského stravování (Svačina et al. 2011).

Také se v posledních letech stále více mluví o složení mikroflory trávicího traktu a jeho vliv na zdraví. Velkou roli ve správném fungování střevních mikroorganismů mají prebiotika, mezi něž řadíme i inulin. V lidské populaci je příjem prebiotik v moderní době spíše omezenější (Coussement 2018). I proto se hledají cesty, jak dané prospěšné látky zvýšit v denní konzumaci člověka a přispět tak k jeho lepšímu zdravotnímu stavu (Kalač 2003).

Mnoho lidí se také zajímá o zemědělství a jeho celkový vliv na ekosystémy a dopad na životní prostředí. Cestou k šetrnějšímu hospodaření může být systém ekologického zemědělství. Inulin jako prebiotikum je nejvýhodnější získávat z rostlinných zdrojů. Pěstování rostlin pro produkci této zdraví prospěšné látky, tak bude pravděpodobně narůstat a ze strany konzumentů mohou přijít požadavky na inulin z ekologického zemědělství.

V první části práce je rozebrán inulin jako takový. Jeho chemická charakteristika, možnosti extrakce z rostlin a výskyt v rostlinách. Dále jeho vliv na lidské zdraví ať už z hlediska prevence karcinomu tlustého střeva, možnosti využití ve stravě pacientů s diabetem nebo využití jako prostředek pro léčbu idiopatických střevních zánětů (Roberfroid 2018). V druhé části práce jsou rozebrány jednotlivé druhy rostlin, které obsahují inulin. Jejich charakteristika pěstování, nároky na půdy, agrotechniku, potenciální rizika pro životní prostředí a teoretické ekonomické hledisko pěstování hlavních druhů rostlin.

2 Cíl práce

Cílem práce bylo z dostupných zdrojů vyhledat informace o možnostech pěstování rostlin v režimu ekologického zemědělství za účelem získání inulinu. Vyhodnotit inulin jako důležité prebiotikum a shrnout jeho pozitivní či negativní vlivy na lidské zdraví. Hlavní cíl práce byl zhodnotit výhody a nevýhody pěstování jednotlivých druhů rostlin, jejich nároků na výživu, agrotechniku, pěstování, podnební podmínky a také vliv na životní prostředí a krajinu. Také bylo cílem pokusit se z dostupných zdrojů vyhodnotit ekonomické aspekty pěstování jednotlivých druhů rostlin. Na konci práce bylo cílem zhodnotit, která rostlina by se teoreticky nejlépe hodila pro pěstování za účelem získávání inulinu v ekologickém zemědělství v klimatických podmínkách České republiky.

3 Literární rešerše

V následujících kapitolách bude postupně rozeberána charakteristika inulinu a jeho role v lidské výživě, dále pěstování jednotlivých rostlin za účelem získávání této látky v režimu ekologického zemědělství a zhodnocení ekonomické stránky pěstování.

3.1 Inulin

Inulin je skupina přirozeně se vyskytujících polysacharidů produkovaných mnoha druhy rostlin. Průmyslově je nejčastěji extrahován z kořene čekanky. Inulin se ve výživě člověka řadí do vlákniny a spadá také pod označení skupiny glukofruktanů. Některé rostliny jej využívají jako prostředek pro ukládání energie a typicky se vyskytuje v podzemních částech rostlin v kořenech a oddencích. V roce 2018 byl inulin schválen úřadem pro potraviny a léčiva jako látka používaná ke zlepšení nutriční hodnoty vyráběných potravin (Roberfroid 2018). Inulin se také využívá ve zdravotnictví pro stanovení funkce ledvin (Hsu 2011).

3.1.1 Původ a historie

Inulin objevil před více než dvěma stoletími německý vědec Valentine Rose. Tuto substanci získal extrakcí vroucí vodou z kořenů rostliny omanu pravého (*Inula helenium*). Látka tak dostala svůj název podle latinského názvu rostliny, ze které byla poprvé stanovena. V některých zdrojích se můžeme také setkat s názvy helenin, alatin nebo meniantin (Boeckner et al. 2001). Jedná se o přirozeně se vyskytující polysacharid, který je produkován celou řadou rostlinných druhů.

3.1.2 Chemická struktura

Inulin je v závislosti na délce jeho řetězce klasifikován jako buď oligo- nebo polysacharid a patří do skupiny glukofruktanů. Je složen z beta-d-fruktózových podskupin spojených dohromady glykosidovými vazbami a jeho molekula je obvykle zakončena navázanou alfa-d-glukózovou skupinou. Délka těchto řetězců se pohybuje od 2 do 60 (140) monomerů. Inulin obsahující maximálně 10 jednotek fruktózy je také označován jako oligofruktóza. V potravinářství se oligofruktóza běžněji používá jako náhradní sladidlo a inulin s delším řetězcem se používá jako náhražka tuku a modifikátor struktury potravinářského výrobku. Jak inulin, tak oligofruktóza se využívají jako prebiotikum ve funkčních potravinách. Inulin s delším řetězcem je farmaceuticky užitečnější než oligofruktóza. Stupeň polymerace inulinu také závisí na rostlinném zdroji, době sklizně a délce a podmínkách skladování po sklizni. Jeho hmotnost závisí na stupni polymerace (Frijlink et al. 2015).

3.1.3 Extrakce inulinu

Izolace inulinu z rostlin je možná celou řadou metod (Zhu 2016). Nejčastější metoda je získávání extrakcí pomocí horké vody - louhováním. Další metody jsou alkoholová extrakce, ultrazvuková extrakce, extrakce pomocí oxidu uhličitého nebo extrakce rozpouštědlem. Základní postup je téměř u všech těchto metod stejný. Čerstvý vzorek rostliny se nejdříve blanšíruje ve vodě o teplotě 60 °C po dobu 15 minut. Poté se vysouší za teploty 50°C. Takovýto vzorek se poté rozemele na částice o velikosti do 0,125mm. Následuje extrakce ve zvoleném roztoku (alkohol, voda, rozpouštědlo). Poté se látka přefiltruje přes filtrační papír, odstředí a nechá se z ní odpařit přebytečná voda (Hossain 2017)

3.1.4 Syntetické získávání inulinu

Syntetické získávání inulinu je obvykle náročnější metoda než jeho získávání z přirozených rostlinných zdrojů, proto se v praxi téměř neužívá. Oligofruktoza může být vytvořena z inulinu s dlouhým řetězcem odebráním molekul fruktózy. Inulin se také může získat syntézou z běžného cukru sacharózy (Robrefroid 2018).

3.1.5 Výskyt v rostlinách

Většina rostlin, které syntetizují a ukládají inulin, nevytvářejí zásobní polysacharidy ve formě škrobu. Inulin je přírodní zásobní polysacharid přítomný u více než 36 000 druhů rostlin. U těchto rostlin je inulin využíván jako rezervní zdroj energie a slouží také pro regulaci odolnosti vůči chladu. Protože je rozpustný ve vodě, je osmoticky aktivní. Rostliny mohou měnit osmotický potenciál buněk změnou stupně polymerace molekul inulinu hydrolýzou. Změnou osmotického potenciálu, bez ovlivnění celkového množství sacharidů, mohou rostliny v zimních měsících odolávat chladu a suchu. Mezi nejvýznamnější rostlinné zdroje inulinu patří především rostliny z čeledi *Asteraceae* jako například: Topinambur (*Helianthus tuberosus*), čekanka (*Chichorium intybus*), černý kořen (*Scorzonera hispanica*), Jakon (*Smallanthus sonchifolius*) nebo pampeliška (*Taraxacum*). Inulin ale obsahují i další rostliny z různých čeledí jako například: banány, cibule, česnek, pór, artyčoky, agáve a další (Roberfroid 2018).

3.1.6 Možnosti využití ve výživě člověka

V lidské výživě řadíme inulin mezi vlákninu. Splňuje totiž všechny základní atributy definice vlákniny: Patří do skupiny polysacharidů, které vytváří rostliny, zároveň je rezistentní vůči lidským trávicím enzymům a není schopen samostatné absorpce v tenkém střevě. Také může být rozkládán fermentací v tlustém střevě pomocí bakterií (Roberfroid 2018). Má prokazatelné pozitivní účinky na celou řadu onemocnění. Napomáhá k udržení tělesné hmotnosti, kdy může posloužit jako náhražka tuků nebo ostatních polysacharidů ve stravě. Také jsou již známé jeho účinky v resorpci některých minerálních látek, a to zejména vápníku, čímž působí jako prevence proti osteoporóze. Dále napomáhá při potížích se zácpou a je také efektivní ve snižování močoviny a kyseliny močové v krvi, čímž pomáhá k udržení správné dusíkaté bilance v těle (Kaut & Gupta 2002).

3.1.6.1 Prebiotika

Prebiotika jsou nestravitelné složky potravin, které jsou cílové potravinové zdroje pro některé skupiny organismů střevní mikroflory. Účinná prebiotika potřebují mít specifickou fermentační schopnost, aby mohla měnit složení mikroflory a podporovat ve struktuře převahu více příznivých mikroorganismů. Tato změna by se měla projevit stimulací potenciálně zdraví prospěšných rodů, a ne těch škodlivých. Pozitivní účinky byly prokázány na rody bifidobacteria a lactobacillus. Inulin patří mezi efektivní prebiotika. Toto bylo doloženo jak v in vivo, tak in vitro podmínkách napříč různými laboratořemi. Díky známým inhibičním účinkům, které mohou bifidobakterie působit proti střevním patogenům, je pravidelný přísun prebiotik důležitý pro dobrý zdravotní stav střev a jejich odolnost vůči akutním infekcím (Kolida et al. 2003).

3.1.6.2 Metabolismus inulinu u člověka

Inulin je nestravitelný lidskými enzymy ptyalinem a amylázou, které jsou přizpůsobeny pro štěpení zásobního polysacharidu škrobu. V důsledku toho prochází větší částí trávicího systému nepoškozený. Pouze v tlustém střevě dokáží bakterie metabolizovat inulin a uvolňovat tak významné množství oxidu uhličitého, metanu nebo vodíku (Roberfroid 2018).

3.1.6.3 Denní příjem

Příjem inulinu v lidské populaci se značně liší. Doporučená denní dávka dle světové zdravotnické organizace by měla být kolem 10g z celkových 25g vlákniny na den. Zpravidla nižší příjem tohoto prebiotika můžeme pozorovat ve vyspělých zemích. V USA se denní příjem pohybuje kolem 1,3 – 3,5g inulinu za den (Coussement 1999). Evropská konzumace inulinu je značně vyšší a pohybuje se v rozmezí 3 – 11g za den (Bonnema et al. 2010). Některé tradiční stravovací zvyklosti obsahují více než 20g inulinu na den. Dle výzkumu Leach & Sobolik (2010) mohla denní strava pravěkých lovců-sběračů v čivavské poušti obsahovat až 135g sacharidů podobných inulinu. Tato data ukazují, že lidstvo bylo historicky lépe adaptováno na vyšší příjem prebiotické vlákniny. Mnoho potravin přirozeně bohatých na inulin jako česnek, pór nebo cibule, jsou obecně napříč národy považovány za stimulanty dobrého zdraví po staletí (Leach & Sobolik 2010).

3.1.6.4 Stabilizace hladiny krevních tuků

Inulin může mít vliv na výskyt aterosklerózy a s ní způsobené problémy. Zpomaluje totiž syntézu triglyceridů a mastných kyselin v játrech a snižuje tak jejich obsah v krevním séru (Kaur 2002). Fermentace inulinu v různých částech střeva může vést k produkci mastných kyselin s krátkým řetězcem (SCFA). Nedávno několik studií dokázalo, že SCFA mohou potenciálně regulovat metabolické dráhy v játrech i jiných orgánech a tím vyvíjet fyziologické účinky na zdraví. Nicméně SCFA vytvořené ve střevech mohou také potenciálně sloužit jako prekurzor pro syntézu cholesterolu a mastných kyselin. Tak může inulin naopak působit nežádoucími účinky na metabolismus zvýšením hladiny cholesterolu v plazmě a tím i zvýšením rizika kardiovaskulárního onemocnění. Ve studiích se ukázalo, že zatímco

u zdravých lidí zůstává hladina cholesterolu nezměněná i při vyšších dávkách inulinu, pacienti s dislipidemií, kteří dostávali vyšší dávky inulinu po delší dobu, měli signifikantně nižší hladinu cholesterolu (Mistry et al. 2018).

3.1.6.5 Léčba idiopatických střevních zánětů

Studium idiopatických střevních zánětů se za poslední půl století posunul do středu zájmu v oboru gastroenterologie. Je to především z důvodu jejich stále častějšího výskytu a také posunu počátků nemoci do velmi raného věku. Mezi idiopatické střevní záněty patří především dvě onemocnění. Crohnova choroba a ulcerózní kolitida. U obou těchto onemocnění dochází k nahodilému výskytu zánětů sliznice po celé délce trávicího traktu. Inulin a všechna prebiotika mohou výrazně pomoci při budování obranyschopnosti střeva a obnovy jeho narušené sliznice z období manifestace onemocnění. Mají nezastupitelnou roli, protože i přes pokroky v medicíně zůstává léčba idiopatických střevních zánětů stále symptomatickou. (Zbořil 2018)

3.1.6.6 Využití inulinu v léčbě diabetu

Diabetes mellitus je jedno z nejrozšířenějších onemocnění moderní doby a spadá do kategorie takzvaných civilizačních chorob. Několik studií se pokusilo určit, zdali má doplnění stravy inulinovými prebiotiky vliv na regulaci krevního cukru. Studie u subjektů s normoglykémii i hyperglykémii většinou ale nezaznamenaly statisticky pozorovatelné rozdíly mezi prebiotiky inulinového typu a placebem (Kelly 2009). Přesto některé studie uvádějí, že tyto glukofruktanty mohou regulovat hormonální hladinu inulinu a glukagonu, čímž regulují metabolismus sacharidů především snížením hladiny glukózy v krvi (Kaur 2002). Už z toho důvodu, že lidské tělo získá z inulinu jen zanedbatelné množství energie, může být vhodným doplňkem ve výživě především obézních diabetiků II. typu, u kterých je, mimo jiné, dieta založená i na kalorické restrikci (Svačina et al. 2011).

3.1.6.7 Obohacení průmyslově zpracovaných potravin inulinem

Můžeme mluvit o vytváření takzvaných funkčních potravin. Funkční potraviny jsou potraviny vyrobené z přirozeně se vyskytujících látek tak, aby kromě svojí výživové hodnoty měli i příznivý účinek na zdraví konzumenta. Nejčastěji se potraviny obohacují o vitaminy, minerální látky nebo o probiotika a prebiotika. Funkční potraviny jsou velmi často skloňovány v rámci diskusí o prevenci civilizačních chorob (Kalač 2003). Inulin je díky svým dokázaným prebiotickým účinkům stále více využíván při výrobě těchto potravin. Obohacené produkty mohou být například jogurty, nápoje, sušenky nebo pomazánky. Důležité je si uvědomit, že tyto obohacené potraviny nejsou léčiva, a tak jejich krátkodobý účinek je jen špatně prokazatelný. Ukazuje se, že jsou spíše prospěšné z dlouhodobého hlediska pravidelného užívání (Roberfroid 2018).

3.1.6.8 Prevence kolorektálního karcinomu

Účinky inulinu byly také zkoumány v souvislosti s karcinomem tlustého střeva. Studie dokázaly, že inulin má vliv na nižší výskyt prekanceróz a jejich potenciální progresi až k malignitě (Rafter 2007). Je tedy klasifikován jako negativní modulátor karcinogenního procesu. V důsledku jeho anaerobní fermentace se zvýší relativní poměr butyrátu. Všechny tyto efekty mají ve výsledku pozitivní vlivy na homeostázu tlustého střeva a velmi příznivě působí i na střevní sliznici. Celkově tedy inulin zesiluje obranyschopnost gastrointestinálního traktu, působí preventivně proti rakovině tlustého střeva a může mít i účinky na zlepšení celkové imunity, která je dle nových studií přímo spojená se stavem mikrobiomu lidského střeva (Roberfroid 2018).

3.1.6.9 Možné vedlejší efekty příjmu inulinu

Mezi vedlejší účinky příjmu inulinu se nejčastěji uvádí zažívací potíže a střevní diskomfort jako je nadýmání, plynatost, pyróza, žaludeční křeče nebo průjmy. K těmto problémům obvykle dochází pouze u citlivějších jedinců a ve vyšších dávkách. Obecně vzato je v populaci spíše problém s nižším příjmem vlákniny, než jsou doporučené standardy. Při pravidelném příjmu jakéhokoliv prebiotika obvykle zažívací potíže časem odezní z důvodu postupné změny skladby mikroflory ve střevě (Coussement 2018). Inulin nepatří mezi alergeny. Znovu ale u citlivějších osob může způsobit silnou reakci vedoucí až k anafylaktickému šoku. V některých případech se tato reakce prokázala, ale jelikož byla studie zpracována na testování konzumací celých rostlin, a ne pouze izolovaného inulinu, bude pravděpodobně reakce spojena spíše s daným rostlinným druhem (Fabienne et al. 2000).

3.2 Pěstování rostlin v režimu ekologického zemědělství

Nejjednodušší metodou, jak získat inulin, je extrahovat jej z rostlin, které tento zásobní polysacharid obsahují. Přírodním zdrojem jsou zejména rostliny z čeledi *Asteraceae*. Tato čeleď představuje velké množství druhů. V následujících kapitolách se rozeberou jen hlavní druhy, potenciálně zajímavé pro získání inulinu.

3.2.1 Ekologické zemědělství a rostlinná výroba

Ekologické zemědělství je alternativní systém hospodaření, který vznikl ve 20. století jako reakce na rychlou transformaci zemědělských praktik v tomto období. Ekologické zemědělství stále pokračuje ve svém vývoji a ve světě nabývá velké popularity. Je závislé na hnojivech organického původu, jako je hnůj a kompost, a klade důraz na techniky jako je střídání plodin nebo společná výsadba více rostlinných druhů, které se vzájemně podporují. Obecně platí, že standardy a pravidla ekologického zemědělství jsou navrženy tak, aby umožňovaly použití přirozeně se vyskytujících látek při současném zákazu nebo přísném omezení látek syntetických. Například jsou povoleny přírodní pesticidy jako je pyrethrin a rotenon, zatímco syntetická hnojiva a pesticidy jsou obecně zakázány. Syntetické látky, které jsou povoleny, zahrnují například síran měďnatý, elementární síru a ivermektin. Důvody pro podporu ekologického zemědělství zahrnují výhody v oblasti udržitelnosti, otevřenosti, soběstačnosti, zdraví, bezpečnosti a kvality potravin. Metody ekologického zemědělství jsou mezinárodně regulovány. Tyto regulace vychází z velké části z doporučení federace ekologických zemědělců (IFOAM), která se stala mezinárodní zastřešující organizací pro ekologické zemědělství od roku 1972 (IFOAM 2019, Urban & Šarapatka 2003).

Ekologické zemědělství můžeme definovat jako integrovaný zemědělský systém, který usiluje o udržitelnost, zlepšení úrodnosti půdy a biodiverzity. Až na výjimky zakazuje použití syntetických pesticidů, antibiotik, syntetických hnojiv, geneticky modifikovaných organismů a růstových hormonů (Urban & Šarapatka 2003).

3.2.1.1 Péče o půdu

Ekologické zemědělství se značně spoléhá na přirozené rozložení organické hmoty pomocí technik, jako je zelené hnojení, kompostování a využití statkových hnojiv, pro nahrazení odebraných živin předchozími plodinami zpět do půdy. Biologické procesy, poháněné mikroorganismy, jako je například mykorrhiza, umožňuje přirozenou produkci živin v půdě v průběhu vegetačního období (Urban & Šarapatka 2003). V ekologickém zemědělství obecně platí, že se snaží starat o půdu, která pak správně vyživí rostliny. Využívá se celá řada metod pro zlepšení úrodnosti půdy včetně střídání plodin, využívání krycích a meziplodin, snížení obdělávání půdy a pravidelná aplikace kompostu. Omezením orby je půda méně vystavena atmosférickému vzduchu, přičemž se z ní uvolňuje menší množství uhlíku, který tak zůstává v půdě v podobě organické složky. Biologický výzkum půdy a půdních organismů ukázal prospěšnost ekologického zemědělství. Různé druhy bakterií a hub rozkládají chemické látky, rostlinnou hmotu a živočišný odpad a produkují tím půdní živiny. V důsledku toho přináší zdravější potraviny, lepší výnosy a produktivnější půdu

pro budoucí rostliny (Watson et al. 2002). Půda v ekologickém zemědělství má obvykle dobrou kvalitu a také lepší schopnost zadržovat vodu (Ingram 2007).

3.2.1.2 Výživa rostlin

Pro dobrý růst potřebují rostliny především dostatek dusíku, fosforu a draslíku stejně jako další mikronutrienty a symbiotické vztahy s houbami a jinými organismy. Aby rostliny získaly dostatek dusíku ve správnou dobu, kdy jej nejvíce potřebují, bylo výzvou pro ekologické zemědělce. Střídání plodin a zelené hnojení napomáhají dodávání dusíků do půdy především využitím rostlin z čeledi *Fabaceae*, které fixují dusík z atmosféry prostřednictvím symbiózy s rhizobiálními bakteriemi. Společné pěstování více druhů plodin se někdy používá pro zvyšování obsahu půdních živin, ale konkurence mezi zlepšující a hlavní plodinou může být někdy problematická a je tak zapotřebí širšího rozestupu mezi řadami plodin. Posklizňové zbytky mohou být zapraveny zpět do půdy, čímž také zvýší podíl organické hmoty. Ekologičtí zemědělci také ve velkém využívají statková hnojiva nebo drcené minerály jako vápenec a dolomit (Watson et al. 2002).

Kombinované farmy s živočišnou i rostlinnou výrobou mají obvykle výhodu v zajištění dostatečné výživy pro plodiny, především obiloviny. Ekologické hospodářství s pouze rostlinnou výrobou mohou mít problémy s udržením dostatečné půdní úrodnosti a jsou více závislí na externích vstupech (Edwards-Jones & Howells 2001, Watson et al. 2002).

3.2.1.3 Zásady ochrany rostlin a kontrola zaplevelení

Ekologická kontrola plevelů je spíše o potlačování plevelných rostlin než jejich úplném odstranění. Je zde snaha o zvýšení konkurenceschopnosti plodin a využití fytotoxických účinků na plevele. Ekologičtí zemědělci využívají biologické, mechanické, fyzikální a chemické metody pro zvládnutí plevelů bez použití syntetických herbicidů. Metody vyžadují střídání jednoletých plodin, což znamená, že jedna rostlina nemůže být pěstována na stejném místě více let po sobě. V mezidobí se také využívají meziplodiny pro potlačení plevelů, případně se vytvoří konkurence v podobě krycích plodin (Delate & Hatzler 2003).

Mezi hlavní mechanické a fyzikální prevence zaplevelení patří několik metod. Při orbě se půda obrací, a tak se zabraňuje dalšímu rozrůstání plevelů. Pravidelným sečením a kosením se odstraňují vrcholové části plevelů a zabraňuje se tak jejich dalšímu generativnímu rozmnožování a rozšiřování. V ekologickém zemědělství lze využít i termické metody ošetření plevelů pomocí plamene. Další dobrou metodou ochrany je mulčování, kdy se blokuje růst plevelu pomocí organických materiálů, igelitových povlaků nebo netkanou textilií. Jsou také povolené některé přírodní herbicidy. Jedná se například o koncentrované octy nebo některé oleje. Bylo také vyvinuto několik selektivních bioherbicidů založených na houbových patogenech. V současné době však organické a bioherbicidy hrají v ochraně rostlin před plevelem jen velmi malou roli (Delate & Hatzler 2003).

Organismy, mimo plevelů, které způsobují problémy na ekologických farmách, zahrnují také členovce, viry, houby a bakterie. Metody ochrany proti těmto organismům jsou především preventivní. Podporou prospěšných druhů dravého hmyzu se docílí potlačení škůdců. Ekologičtí zemědělci by proto měli dbát na vytvoření životního prostoru pro tyto prospěšné organismy. Střídání plodin také napomáhá přerušení reprodučních cyklů škůdců.

Další možností je vysazování rostlin odpuzujících škodlivé organismy nebo naopak pro škůdce zajímavějších rostlin, takzvaných vychytávacích rostlin, a jejich následné odstranění. Dobrým je využití ochranných prostředků v době největšího rozšíření daných škůdců jako je například nakrytí netkanou textilií. Pro ekologické zemědělství také bylo vytvořeno několik biologických insekticidů. V České republice lze využít několik prostředků pro ochranu rostlin. Je také povolen fungicidní přípravek s využitím mědi (Lotter 2003, Urban & Šarapatka 2003).

3.2.1.4 Podpora biodiverzity

Ochrana přírodních zdrojů a biologické rozmanitosti je základním principem ekologické produkce. Tři hlavní principy ekologického zemědělství: zákaz používání pesticidů a organických hnojiv, udržování neprodukčních ploch a krajinných prvků a zachování kombinace rostlinné a živočišné výroby jsou obzvláště přínosné pro volně žijící živočichy a vytváří se pro ně větší životní prostor (Hole et al. 2005).

Téměř všechny přirozeně se vyskytující druhy pozorované ve srovnávacích studiích zemědělské půdy ukazují upřednostňování ekologického zemědělství jak z hlediska hojnosti počtů, tak z rozmanitosti druhů. Zejména se jedná o živočichy z řad motýlů, ptáků, brouků, žížal a pavouků. Omezení pesticidů a herbicidů zlepšuje kondici ekosystému a zvyšuje populaci všech organismů (Bengston et al. 2005).

Mnoho organismů vázaných na půdu často prosperuje z důvodu zvýšené koncentrace populací prospěšných kmenů bakterií. To je především způsobeno hnojením organickými hnojivy, jako jsou statková hnojiva (Hole et al. 2005).

Biodiverzita z ekologického zemědělství má přímý vliv na lepší udržitelnost, jelikož spektrum druhů a ekologická stabilita na těchto farmách snižuje nutné externí vstupy (Hole et al. 2005).

3.2.1.5 Bioprodukty

Bioprodukt je vyroben z materiálů získaných z ekologického zemědělství. Je několik typů bioproduktů. Bioprodukt je však nejvíce známý pro biopotraviny jako biozelenina, bioovoce a mnoho dalších certifikovaných produktů. Prakticky jakýkoliv produkt, pěstovaný v souladu s přírodou a respektující základní aspekty ekologického zemědělství se může označovat jako bioprodukt. V České republice označení těchto výrobků podléhá přísně hlídané certifikaci. Další bioprodukty jsou například oblečení, hygienické prostředky, kosmetika a další produkty ekologického životního stylu (Lotter 2003, Urban & Šarapatka 2003).

3.2.2 Rostliny z čeledi hvězdnicovité (*Asteraceae*)

Hvězdicovité je velmi rozsáhlá a rozšířená čeleď kvetoucích rostlin. V současné době má téměř 33 000 přijatých názvů druhů, z toho 1900 rodů a 13 podčeledí. Z hlediska počtu druhů *Asteraceae* konkuruje pouze čeleď *Orchidaceae* (Jeffrey 2007, Panero & Funk 2002).

Téměř všechny druhy této čeledi mají květenství uspořádaná do mnohokvětého útvaru nazývaného úbor. Ikdyž považujeme kulatá květenství většiny těchto rostlin za květ, je to vlastně úbor složený z velkého množství jednotlivých květů. Název pochází z řeckého slova *aster*, což znamená hvězda, a odkazuje se tak na hvězdovitou podobu květenství (Jeffrey 2007).

Většina členů *Asteraceae* jsou jednoleté nebo víceleté byliny. Značný počet ale také zaujímají keře, polokeře nebo stromy. Čeleď má celosvětové rozšíření od polárních oblastí až po tropy. Kolonizují širokou škálu stanovišť. Nejčastěji se ale vyskytují ve vyprahlých a polopouštních oblastech subtropických a mírných pásů s chladnými ročními periodami. Hvězdicovité ukládají zásobárnu energie obecně častěji ve formě inulinu než ve formě škrobu (Jeffrey 2007).

Asteraceae je pro člověka ekonomicky velmi významná čeleď. Významné rostliny zahrnují potravinářské plodiny jako je salát (*Lactuca sativa*), čekanka (*Cichorium*), artyčok (*Cynara scolymus*), slunečnice (*Helianthus annuus*), jakón (*Smallanthus sonchifolius*) nebo Topinambur (*Helianthus tuberosus*). Rostliny se také využívají v bylinných čajích a jiných nápojích. Příklady jsou heřmánek pravý (*Matricaria chamomilla*), pelyňek estragon (*Artemisia dracuncululus*), měsíček lékařský (*Calendula officinalis*), třapatka nachová (*Echinacea purpurea*) a další. Mnoho členů této čeledě je také pěstováno jako okrasné rostliny a některé jsou významné řezané květiny v květinářském průmyslu jako například chryzantémy, gerbery, jiřiny, aksamitníky nebo ostálky (Jeffrey 2007).

Další druhy mají také mnoho léčebných vlastností a využívají se v medicíně i jako tradiční antiparazitika (Panda et al. 2018). Svoji nezastupitelnou roli mají také v produkci nektaru, a tak jsou velmi hodnotné pro populace opylovačů. Některé druhy jako například zlatobýl, jsou významné medonosné rostliny hodnotné pro včelaře (Singh et al. 2015).

Patří sem i významné plevely. Příkladem může být starček obecný (*Senecio jacobaea*) nebo pampeliška (*Taraxacum*). Najdou se i další využití. Guayule (*Parthenium argentatum*) je rostlina z pouští Severní Ameriky a využívá se pro výrobu přírodního latexu. Světlice barvířská (*Carthamus tinctorius*) najde uplatnění jako kvalitní meziplodina nebo se může využít pro získání přírodního barviva (Singh et al. 2015)

3.2.3 Topinambur

První plodinou pro pěstování za účelem získávání inulinu v režimu ekologického zemědělství je slunečnice topinambur (*Helianthus tuberosus*) dříve topinambur hlíznatý. Je znám také pod názvem židovské brambory nebo jeruzalémské artyčoky (z angl. Jerusalem artichoke). Pochází původně z oblastí Mexika, odkud byl rozšířen do celé Severní Ameriky. Do Evropy se, jako mnoho dalších plodin, dostal až po objevení Ameriky. Dovezl jej údajně cestovatel a objevitel Francouz Samuel de Champlain. Ve Francii byl také poprvé v Evropě pěstován a postupně se rozšířil i do ostatních zemí až do doby, než jej vytlačily postupně významnější brambory. V současné době se pěstuje napříč kontinenty, ale navzdory jeho cenným vlastnostem, se stále považuje spíše jen za doplňkovou zeleninu (Moudrý et al. 2011). Topinambur může být všestranně využitelný a z hlediska budoucího pěstování jej můžeme považovat za perspektivní. Jelikož jsou hlízy bohaté na inulin, může sloužit pro pěstování za účelem získávání tohoto glukofuktanu. Nadzemní část je také možná pro krmářské účely a je i poměrně dobře silážovatelná (Moudrý et al. 2011, Cooke et al. 2009). Využívá se i jako energetická plodina. Využívá se jak nadzemní část, která se po přemrznutí a vyschnutí sklízí pro spalování, tak podzemní část v podobě hlíz na produkci bioethanolu. Spalné teplo fytomasy se uvádí 18,606 KJ/g (Denoroy 1996).

3.2.3.1 Charakteristika rostliny

Botanicky je topinambur řazen do hvězdnicovitých (*Asteraceae*). Rostliny jsou poměrně velké. Dosahují výšky i přes 3 metry a jsou hustě olistěny. Jelikož se topinambur řadí k rostlinám krátkého dne, v našich zemědělských podmínkách semena topinamburu nedozrávají, protože ke kvetení dochází většinou až na podzim v pozdním období vegetace. Proto se výhradně rozmnožuje vegetativně (Kays & Nottingham 2008). Jedná se tedy o vytrvalou rostlinu, která obvykle vytváří souvislé porosty. Hlavní kořen rostliny se větví postranními oddenky, které jsou zakončené hlízami kulovitého někdy kuželovitého a velmi často poměrně nepravidelného tvaru. V čerstvém stavu jsou hlízy velmi křehké o hmotnosti obvykle kolem 20–140 g. Kořenový systém u topinamburů je celkově mohutně vyvinutý (Kays & Nottingham 2008, Moudrý et al. 2011).

3.2.3.2 Nároky

Topinambur má poměrně velmi malé nároky na prostředí a je proto ekologicky velmi vhodnou plodinou hodící se prakticky do jakýchkoliv podmínek. Na půdní podmínky také nemá příliš velké nároky. Uvádí se, že pouze extrémně těžké půdy pro ně nejsou vyhovující. V našich podmínkách jsou pro jeho pěstování nejvhodnější podhorské i dokonce horské oblasti s vhlčími půdami, ideálně bohatšími na živiny. Jelikož má topinambur bohatě vyvinutý kořenový systém, je dobře adaptovaný na střídání období sucha i naopak na období s vyššími srážkovými úhrny. Dokáže tak odolávat dopadům na srážky nepříznivých let. Největší nároky na srážky má topinambur v období pozdního léta až začátku podzimu. Vyniká také svojí výbornou mrazuvzdorností (Kays & Nottingham 2008, Moudrý et al. 2011).

3.2.3.3 Metody pěstování topinamburu

Pěstování topinamburů je, z hlediska přípravy pozemku, obdobné jako u brambor. Zpracování a příprava půdy je především ovlivněno zvoleným způsobem pěstování. Pokud je zvoleno pěstování v rámci rotace plodin se obvykle provádí podmítka a její ošetření. Na podzim se poté provede střední orba a zapraví se hnojiva (Čep et al. 1997). Někdy se doporučuje i zimní hluboká orba, ale tu lze vynechat. Z důvodů, že topinambury potřebují poměrně brzký termín výsadby (konec března), a také správné vlhkostní poměry, provede se na jaře urovnání půdy a následně ideálně bezprostředně před výsadbou kypření (Čepl et al. 1997, Moudrý et al. 2011).

Pro ekologické zemědělství je nejlepší pro výživu využít organická hnojiva. V ideálním případě vyzrálý chlévský hnůj. Dávka je 30–35 t/ha. Pokud chceme využít pěstování topinamburu pro zelenou hmotu, udává se dávka dusíku 140 kg N/ha. Pro sklizení hlíz stačí dávka 100 kg N/ha. Dle posledních výsledků jsou vyšší dávky hnojením dusíkem zpravidla neefektivní pro produkci hlíz (Denoroy 1996).

Organizace porostu je rovněž podobná jako při pěstování brambor. Pěstební spon se udává okolo 0,6 – 0,75 m x 0,3 – 0,45 m. Teoreticky by bylo možné vysazovat i do užších řádků, ale z praktického hlediska, vzhledem k využití mechanizace stejně jako u brambor, je lepší zvolit tyto rozměry. Užší spon se využívá při využívání pro nadzemní hmotu, naopak širší pro získávání hlíz. Pro sadbu je velmi důležité volit především zdravé a dostatečně vyvinuté hlízy. Ideální hmotnost hlíz pro sadbu se udává kolem 40–60 g (Čepl et al. 1997, Moudrý et al. 2011).

Sklizeň může probíhat ve 2 obdobích. Na podzim a z důvodu dobré odolnosti hlíz vůči mrazům i na jaře. Termín sklizně je nejvhodnější až po odumření nadzemní části rostlin, což bývá většinou vlivem mrazu přelomem října a listopadu. Než sklizeň hlíz nastane, obvykle se odstraňují nadzemní části rostlin až na strniště vysoké 50–100 mm (Moudrý et al. 2011). Lze využít žacíh řezaček a rozbíječů natě. V tomto podzimním období je nejvhodnější sklizeň pro získávání inulinu. Na druhou stranu je z hlediska obtížnosti poměrně nevýhodný. Hlízy totiž vytvářejí spolu s kořeny a ornici velice kompaktní shluky. Nelze proto na ně dost dobře využít používané sklizeče brambor a je tato sklizeň náročná na doplňkovou lidskou práci (Mc Laurin et al. 1999).

3.2.3.4 Výnos a produkce

Výnos topinamburu se velmi liší ať už z hlediska využití odrůdy, doby sklizně, intenzitě hnojení a dalších faktorů. Výnos hlíz se pohybuje dle některých pramenů 15–30 výjimečně až 40 tun /ha. Z některých zdrojů jsou udávány i rekordní výnosy kolem 100 t/ha. Jarní sklizně obvykle poskytují nižší výnosy než sklizně podzimní. Výnosy sušiny nadzemní části mohou být až kolem 20 t/ha. Sušina hlíz se počítá 4–8 t/ha (McLaurin et al. 1999). Pěstování na jednom místě s využitím samoobnovy poskytuje ekonomicky zajímavý výnos až po dobu 5 let. V České republice nejsou přesně pěstitelské plochy evidovány, ale lze dle dostupných zdrojů odhadovat, že se jedná o výměry o rádech desítek hektarů. Celosvětově produkce topinamburů není příliš dobře monitorována. Produkce v Evropě je přibližně 100 000 tun hlíz ročně (Barthakova et al. 2015)

3.2.3.5 Odrůdy

Existuje celá řada odrůd topinamburů. V zahraničí se uvádí celkem 95 odrůd a většina z nich pochází z USA. Poměrně zajímavé zastoupení také z Ruska (Kays & Nottingham 2008). Odrůdová skladba České republiky není popsána. Obvykle je na produkčních plochách pěstována jediná odrůda Běloslupské, zapsána v Listině povolených druhů již od roku 1958. Jedná se ale spíše o méně výnosnou odrůdu i vzhledem k nepravidelnosti hlíz a horším možnostem sklizně. Dle Výzkumného bramborářského ústavu (2019) se v současné době zkoumají nové genotypy pod názvy Rút, která má široké využití pro energetické účely i pro sklizeň hlíz. Jediná tato odrůda má slupku hlíz červené barvy. Dále odrůda Scarlet, běloslupká verze, která je vhodná pro sklizeň hlíz pro krmné i potravinářské účely. Univerzálně využitelná je také další verze s bílou barvou slupky zvaná Karin. Poslední je odrůda Zlata, která je výhradně pro energetické a krmné využití.

3.2.3.6 Obsah inulinu a jeho získávání

Hlízy topinamburu obsahují přibližně 22 % sušiny. 12–20 % je obsah celkových sacharidů. 1,6 % vlákniny (Rube et al. 2018). Kdybychom vzali v potaz procentuelní zastoupení vlákniny pro výživu člověka, bylo by číslo výrazně vyšší. Z celkových 60–80 % sušiny topinamburů je totiž hlavní složka zásobní inulin, který je pro lidské tělo nestravitelný a chová se tedy jako vláknina. Klasickou extrakcí horkou vodou lze získat z hlíz 85–95 % inulinu (Barthakova et al. 2015). To odpovídá při výnosu 30 t/ha hlíz přibližně 3200 kg potenciálně získatelného inulinu z hektaru půdy. Kvalita inulinu závisí na době jeho sklizně. Při jarní sklizni obsahuje více glukózy. Pro potravinářské využití a využití inulinu především jako prebiotické vlákniny, je nejvhodnější podzimní sklizeň (Moudrý et al. 2011).

3.2.3.7 Nejčastější škůdci a choroby

Hlavním problémem v průběhu vegetace obvykle nebývají škůdci nebo choroby, ale udržení porostu v co nejméně zapleveleném stavu. Zejména v počátečním období, kdy porost nedokáže dobře odolávat konkurenci plevelů. Nejvhodnější je využití mechanické kultivace, která je obdobným způsobem využívána u brambor. Před vzejitím se obvykle využívá proorávka a vláčení síťovými branami naslepo. Dále se dle úrovně zaplevelení provádí další proorávky. Pokud rostlina dosáhne dostatečné velikosti, již nedovolí ani druhotné zaplevelení (Moudrý et al. 2011). Další možná výhoda pro pěstování v režimu ekologického zemědělství je, že v našich podmínkách nejsou nutné žádné další zásahy proti chorobám, protože na ně nijak významně netrpí. Jediným problémem někdy bývá padlí topinamburu (*Golovinomyces orontii*). Hlízy může poškozovat bílá hniloba (*Sclerotinia sclerotiorum*). Na obě tyto choroby však ochrana není řádně vypracována, a tak není nutné použití žádných pesticidů (Petříková & Hlušek 2012).

3.2.3.8 Zařazení do osevního postupu

U topinamburů se nejčastěji využívají 2 způsoby pěstování. Buďto intenzivní jednoleté pěstování a sním i spojená rotace plodin (topinambur jako okopanina se řadí do plodin 1. trati). Druhou možností je častější víceleté pěstování na jednom místě. To má svoji výhodu v samoobnovení porostu v následných letech nesklizenými hlízy. Na druhou stranu, pokud se pěstují topinambury prvním způsobem, je zde velké riziko zaplevelení těmito nesklizenými hlízy. V praxi se pro pěstování topinamburu za výhradním získáváním hlíz používá nejčastěji v podstatě kombinace (Moudrý et al. 2011) Pěstuje se na stejném místě, ale každé jaro se přidá i klasická výsadba hlíz, což zvyšuje celkovou jistotu výnosu. U výběru zařazení v osevním postupu se také musí brát v potaz, kdy chceme uskutečnit sklizeň. Pro produkci inulinu je nejvhodnější sklizeň na podzim (přelom říjen a listopad), kdy hlízy inulinu obsahují nejvíce a z potravinářského hlediska má i nejvyšší kvalitu (Moudrý et al. 2011, Petříková & Hlušek 2012).

3.2.3.9 Skladování a trvanlivost produktů

Hlízy topinamburu mají o mnoho menší slupku než například hlíza brambor. Také nemají korkovou vrstvu, což má za následek, že velmi snadno vysychají. Na druhou stranu jsou velmi odolné mrazu. Zakryté ornicí vydrží teploty až okolo -30 °C (Moudrý et al. 2011). Celkově ze zmiňovaných důvodu tenké slupky a absenci korkové vrstvy, jsou hlízy pro skladování problematické. K jejich vysychání dochází ve velmi krátké době v řádech dní až týdnů (uvádí se 7–14 dní) čímž se výrazně sníží i odolnost hlíz vůči jiným potenciálním nákazám houbami a dalšími mikroorganismy (Kays & Nottingham 2008). Po sklizni je tedy nejlepší je v co nejkratší době zpracovat na kýžený produkt. Pro zpracování inulinu ale vysychání příliš nevedí. Naopak se hlízy mohou cíleně teplovzdušně sušit a poté usušená surovina může být skladovaná na delší dobu (Kasal et al. 2001, Kosasih et al. 2015).

3.2.3.10 Možná rizika spojená s pěstování pro životní prostředí

Hlavním problémem u topinamburu hlíznatého je jeho charakter invazivního druhu rostlin. V České republice je udáván dle seznamu agentury ochrany přírody a krajiny (2018) jako nepůvodní invazivní rostlina. Jeho rozšíření je monitorováno na základě obsahu nálezové databáze ochrany přílohy. Nejedná se tedy úplně o informace kompletního systematického monitoringu, pouze o data od registrovaných uživatelů. V České republice byl výskyt planě rostoucích jedinců topinamburu doložen poprvé roku 1885. V minulosti byl pěstován častěji než v současné době, a tak poměrně snadno zplaňoval a dále se, místy intenzivně, šířil. Nadále se pěstuje také jako doplňkové krmivo pro lesní zvěř nebo je volně vysazován v zahradách jako trvalka. Nejčastěji se s ním v našich podmínkách můžeme setkat zejména podél vodních toků, okraji polí a cest či na rumišťích. Důvodem proč nejčastěji zplaňuje podél vodních toků je ten, že preferuje především vlhké a výživné půdy (Mlíkovský & Stýblo 2006).

Nejrozšířenější je v oblasti nížin a pahorkatin zejména v Polabí a na Jižní Moravě. V horách se s ním můžeme setkat jen velmi vzácně. Na místech rozšíření vytváří husté porosty, které postupně utlačují konkurenčně méně odolné druhy. Naštěstí dosud neobsadil zdaleka všechna dostupná stanoviště. V doporučení pro jeho další omezení rozšiřování je

obvykle hlavně doporučováno omezení pěstování. Topinambury totiž vytváří velký počet kořenových hlíz a mohou i z malé části této hlízy snadno znovu obrůst (Mlíkovský & Stýblo 2006).

Zatím nejučinnější metodou plošné likvidace se zatím jeví kosení. Rostliny se kosením postupně oslabují, až je znovu vytlačí původní druhy dané oblasti. To vyžaduje ale řádné a pečlivé práce několikrát do roka. Z hlediska dorůstu do generativní fáze kosení příliš velký význam nemá, protože topinambur se v našich podmínkách rozmnožuje výhradně vegetativně. (Mlíkovský & Stýblo 2006, Fehér & Končecová 2009)

3.2.3.11 Shrnutí pěstování v režimu ekologického zemědělství

Pokud bychom celkově shrnuli přínos pěstování topinamburu v režimu ekologického zemědělství zejména pro získání inulinu, je důležité vzít v potaz všechny výhody, rizika, silné a slabé stránky.

Mezi jeho hlavní silné stránky patří velmi dobrá adaptabilita na okolní prostředí. Je mrazuvzdorný a odolává dobře i vysokým výkyvům teplot. Snadno se vypořádá i s delším obdobím sucha bez srážek. Výnosy inulinu z hektaru půdy jsou teoreticky kolem 3000 kg. Jako kultura na jednom stanovišti se snadno obnovuje v dalším roce, a co je velmi důležité, není výrazně náchylný na žádné škůdce či choroby. Na ekologickém hospodářství by se jeho biomasa mohla také využít při výrobě bioplynu a hlízy například na zkrmování hospodářskými zvířaty (Moudrý et al. 2011, Petříková & Hlušek 2012).

Jeho slabé stránky jsou poměrně vyšší nároky na výživu, a to hlavně pokud očekáváme vyšší výnosy. V ekologickém zemědělství by to znamenalo pravidelný a dostatečný příjem organických, především statkových, hnojiv. Další možnou slabou stránkou je jeho poměrně svízelná sklizeň. Nejlépe se sklízí v období na jaře, ale pro získání toho nejkvalitnějšího inulinu s dlouhým řetězcem, je nejlepší sklizeň již na podzim. V podzemní části totiž topinambur vytváří velký shluk hlíz, který je velice kompaktní a pevný a až vlivem střídání zimních mrazů a následné oblevy tento pevný shluk povolí. Na podzim tedy obvykle nelze dobývat topinambury klasickou technikou používanou u brambor (Moudrý et al. 2011). Další slabou stránkou je jeho invazivita do okolní krajiny (Mlíkovský & Stýblo 2006).

Celkově by se dalo říct, že při správných postupech pěstování a případném využití nových metod dobývání, by byl výbornou plodinou pro ekologické zemědělství. Hlavním úkolem zemědělce by také bylo zabránění jeho rozšiřování do okolí.

V současné době ale na listině povolených druhů a odrůd pro ekologické zemědělství nenajdeme žádnou registrovanou odrůdu topinamburu. Nenajdeme jej ani na listině pro celou Evropskou Unii. Proto by se pro případné oficiální pěstování a označení "biotopinambur" musela nejdříve registrovat odrůda pro ekologické zemědělství.

3.2.4 Čekanka

Čekanka (*Chicorium* L.) je dřevnatá vytrvalá bylina s obvykle jasně modrými květy, zřídka pak bílými nebo růžovými. Má mnohostrané využití, a tak bylo vyšlechtěno velké množství odrůd pro zpracování listů salátů, čekankových puků nebo kořenů. Pěčené a drcené kořeny se využívají jako náhražka kávy a potravinářská přísada. Ve 21. století se čekanka využívá zejména pro extrakci inulinu v potravinářské výrobě. Čekanka se pěstuje také jako krmná plodina pro hospodářská zvířata (Moudrý et al. 2011).

Její původní stanoviště je v Evropě, kde se nejčastěji vyskytuje podel cest. Dnes je běžná i v Severní Americe, Číně a Austrálii kde zplanila. Rostliny čekanky jsou jedny z nejstarších, které byly popsány v literatuře. Poprvé ji zmiňuje Horacius v popisu své vlastní diety "*Me pascunt olivae, me cichorea, me malvae*". Ve volném překladu "Výživu mi poskytují olivy, čekanka a sléz". Historie pěstování čekanky zasahuje až dokonce do starobylého Egypta (Street et al. 2013).

Čekanka byla velmi významná kávová náhražka. V roce 1766 Frederik II. Velký zakázal dovoz kávy do Pruska, což vedlo k vývoji kávové náhražky Brunswickým hospodským Christianem Forsterem, který získal roku 1770 koncesi, pro výrobu této náhražky ve velkém v Brunswicku a Berlíně. Roku 1795 bylo jen v Brunswicku 24 závodů na výrobu kávové náhražky z čekanky. Tato kávovina byla hojně využívána v dobách nedostatku kávy, jako byly například obě světové války (Orleans Coffee 2018). Podle českých pověstí a pranostik se věřilo, že má čekanka schopnost otevírat a zamykat dveře (Moudrý et al. 2011).

3.2.4.1 Charakteristika rostliny

Čekanka (*Chicorium* L.) se řadí do čeledi hvězdnicovitých (*Asteraceae*). Samotný rod *Chicorium* L. má osm druhů. Hospodářsky nejvýznamnější je čekanka kořenová (*Chicorium intybus* L.) a také čekanka salátová (*Chicorium endivia* L.), jejíž listy se využívají jako zelenina. Čekanka kořenová je dvouletá rostlina. V prvním roce vytvoří velice bohatou listovou část a bulvu. Kořen je zesílený a kulovitěho tvaru. Ve druhém roce čekanka vytváří stonek, který je až 120 cm vysoký a větví se v úžlabí listenů, na konci kterých jsou obvykle 1-3 úbory. Květy se opylují výhradně hmyzem a doba kvetení je udávána na 4-5 týdnů. Plod čekanky je jednosemenná nažka s hnědým zbarvením. Hmotnost tisíce nažek je 1–2 g a má různé tvary podle uložení v květenství (Moudrý et al. 2011, Petříková & Hlušek 2012).

3.2.4.2 Nároky

Nároky na podnebí jsou velice obdobné, jako nároky pro řepu cukrovku. Proto se v našich podmínkách pěstuje v oblastech, kde cukrovka, především v oblasti Polabí, Lounska a střední Moravy. Čekanka zaujímá celou řadu stanovišť, ale nejvíce jí vyhovují podmínky s 500–600 mm ročních srážek a průměrnou roční teplotou vzduchu 8-9°C. Je poměrně odolná vůči mrazu, stejně jako většina hvězdnicovitých rostlin. Pro produkci hlíz nejsou vhodné oblasti, kde by byla čekanka vystavena dlouhodobému suchu. Stejně tak ale nevyhovují dlouhodobě zamokřené pozemky nebo střídání obou těchto extrémů (Moudrý et al. 2011).

Čekance se nejlépe daří na půdách lehkých, středních ale i těžších spíše s neutrální až slabě alkalickou reakcí. Naprosto nevhodné jsou studené, těžké, zhutněné a na živiny chudé půdy. U čekanky se v takových půdách obvykle projeví silné větvení hlavního kořene, což výrazně snižuje výnosy a při sklizni také dochází k většímu mechanickému poškození bulv a jejich následné snížení odolnosti a horší skladovatelnost. Proto se pro pěstování čekanky volí pozemky spíše s lehkou půdou, kde z nějakého důvodu není vhodné pěstovat řepu cukrovku (Moudrý et al. 2011).

3.2.4.3 Metody pěstování

U pěstování čekanky je velice důležité kvalitní zpracování půdy. Připraví se jemný povrch odolný vůči tvorbě půdního škraloupu. Na stanovištích s těžší půdou je vhodné s hlubokou orbou také prokypřit podomíči. Dobré je dodržet návaznost seťové přípravy půdy a setí. Jelikož je zpočátku vývoje čekanka poměrně citlivá na nižší teploty, s výsevem se začíná přibližně až v polovině dubna. Půda může být připravena již z podzimního období, ale vhodnější je počkat až do jarní fáze. V konvenčním zemědělství se výrazně využívá přípravků na bázi účinné látky glyphosate, pro likvidaci plevelů. Jarní příprava by měla být co nejvhodnější pro vytvoření podmínek pro vyrovnání a rychlé klíčení semen čekanky. Příprava do větších hloubek je nevhodná z důvodu dlouhého vzcházení, a tak pro dosažení dostatečného počtu rostlin čekanky musí být na hektar půdy vyšší výsevek. V oblastech s lehčí půdou je nejlepší provést jarní přípravu půdy brzy na jaře, a to zejména v režimu ekologického zemědělství. Využije se totiž podpory klíčení plevelů, které je potom ještě před výsevem možno mechanickými metodami zničit. Hloubka výsevu se obvykle uvádí 5–15 mm v závislosti na vlhkostních poměrech v půdě, do správně připravené půdy s dostatečnou půdní vláhou pro kvalitní klíčení a vzcházení. Vzdálenost řádků je obvykle 45 cm. Výsevek celkový se pohybuje v závislosti na zvolených metodách kolem 2–4 kg/ha. Podle zvolené metody výsevu se buďto po vytvoření 2–4 pravých listů upravuje vzdálenost rostlin nebo při setí na konečnou vzdálenost již není třeba tyto úpravy provádět (Moudrý et al. 2011, Petříková & Hlušek 2012).

Čekanka je poměrně náročná plodina na živiny. Počáteční růst je poměrně pomalý. Hlavní potřeba živin přichází až ve fázi tvorby listové růžice a kořenové bulvy. V tomto období přijme čekanka většinu dusíku, vápníku a draslíku. Hlavním hnojivem pro čekanku je chlévský hnůj a zejména pro ekologické zemědělství je vhodné využití i zeleného hnojení. 10 tun bulv čekanky odčerpá asi 40 kg dusíku, 12 kg fosforu, 40 kg draslíku a 18 kg vápníku. Proto by při aplikaci dalších hnojiv měl být brán v potaz tento poměr živin (Moudrý et al. 2011).

3.2.4.4 Výnosy

Při úbytku listů a jejich žlutého zbarvení s červeným okrajem je známka zralosti kořene čekanky pro jeho technologické zpracování. Zejména ale v podmínkách posledních let může podobný projev způsobit nedostatek vody. Počet sklizených jedinců čekanky se různí v závislosti na daném ročníku a metodou pěstování, ale pohybuje se v rádech od 80 do 120 tisíc rostlin na hektar půdy. Sklizeň je technologicky poměrně náročná, jelikož jsou bulvy velmi křehké, a tak se při sklizení snadno poškozují a lámou. V dnešních podmínkách se

sklízí výhradně mechanizovaně, kdy se využívá stejné sklizňové techniky jako na cukrovku s ořezáním chrástu a vyorání bulev buďto v jedné operaci nebo samostatně oddělené. Výnosy se pohybují mezi 18–30 t/ha (Moudrý et al. 2011).

3.2.4.5 Odrůdy

V České republice je v současné době ve státní odrůdové knize pouze jedna odrůda pro získávání ale výhradně čekankových puků s názvem Terezka. Pro získávání bulev se využívá původní česká odrůda Slezská a osivo si farmáři získávají vlastním množením. Tato odrůda vzhledem k adaptaci na naše podmínky zaručuje vysoký výnos kvalitních bulev. Dle státní odrůdové knihy jsou zde dvě další odrůdy s názvy Orchies a Polanowicka. Nejvíce odrůd pochází z oblasti Francie a Beneluxu, kde se také čekanka nejvíce pěstuje. V katalogu evropských registrovaných odrůd nalezneme celkem 45 jedinců. Pěstitelé v České republice mohou tyto hybridy využívat, ale obvykle v našich podmínkách neposkytují dostatečný výnos a kvalitní surovinu v podobě bulev pro následné zpracování (Moudrý et al. 2011).

3.2.4.6 Obsah inulinu a jeho získávání

Čekanka může obsahovat až 20 % inulinu. Což ji řadí na první místo v zásobě tohoto polysacharidu, ikdyž se obvykle jeho obsah pohybuje kolem 15 %. Inulin se z kořenů čekanky získává velice obdobně, jako se získává z cukrovky sacharóza. Jedná se zkráceně o smíchání sušeného očištěného a namletého kořene s vodou a následným odstraněním nerozpustné frakce filtrací a odstředěním. Čerstvý kořen čekanky obvykle obsahuje v sušině 68 % inulinu, 14 % sacharózy, 5 % celulózy, 6 % bílkovin, 4 % popelovin a 3 % dalších sloučenin. Vysušený kořenový extrakt z čekanky obsahuje asi 98 % inulinu a 2 % ostatních látek. Při celkovém průměrném výnosu 25 t/ha a získání 85 % z potenciálně získatelného inulinu můžeme z 1 hektaru půdy teoreticky získat přibližně 4200 kg inulinu. I z tohoto důvodu je pro výrobu tohoto polysacharidu výhradně využívána čekanka (Baert 1997, Moudrý et al. 2011).

3.2.4.7 Nejčastější škůdci a choroby

Čekanka pomalu vzchází, a tak je velice citlivá na zaplevelení zejména v počátečním období růstu. Regulace tohoto zaplevelení je tak nejdůležitějším opatřením v ošetření během vegetace. V konvenčním zemědělství se výhradně využívá herbicidních přípravků na ochranu rostlin. Na čekanku přitom v současné době není registrován žádný herbicid. Využívá se tedy několik přípravků s účinnou látkou phenmedipham a glyphosate. V ekologickém zemědělství by se lépe využila mechanická regulace plevelů plečkování. Je důležité je provádět v době klíčení a vzcházení plevelů, kdy následně plevely zasychají a toto opatření je proti nim nejúčinnější. Při mechanické kultivaci v době vzešlé čekanky je důležité nepoškozovat tyto rostliny a dodržovat ochranný pás kolem nich. Čekanka je poměrně náchylná na houbové patogeny *Sclerotinia sclerotiorum*, *Rhizoctonia solani*, *Puccinia cichorii*. Ze škůdců jsou nejvýznamnější háďátka, ikdyž se může pěstovat na pozemcích zamořených háďátkem řepným. Dalšími škůdci jsou pak mšice a nosatci (Moudrý et al. 2011, Petříková & Hlušek 2012).

3.2.4.8 Zařazení do osevního postupu

Čekanka není náročná na předplodinu. Obvyklou předplodinou v osevním postupu pro ni mohou být obiloviny. Naopak samotná čekanka je pro obiloviny velmi vhodnou předplodinou. Rozruší totiž vývojový cyklus háďátka řepného. Mezi vhodnou předplodinu můžeme zařadit také brambory s následnou meziplodinou pro zelené hnojení. Čekanku není vhodné sít po slunečnici, hořčici nebo řepce z důvodu zaplevelení výdolem. Čekanku můžeme také v osevním postupu pěstovat dvakrát za sebou, ale v takovémto případě obvykle poměrně značně zapleveluje pozemek. V praxi se tento postup tedy nepoužívá. Po čekance také může následovat mimo obilniny pícnina nebo jiná okopanina (Moudrý et al. 2011).

3.2.4.9 Skladování a trvanlivost produktů

Při sklizni je hmotnost bulv čekanky asi 300 g. Tyto sklizené bulvy poměrně rychle ztrácejí svou hmotnost, a tak je snaha je co nejdříve zpracovat, než je po delší dobu skladovat. Uvádí se, že za jeden týden mohou bulvy čekanky vysychání ztratit až 10 % svojí hmotnosti. Praxe je obvykle taková, že se sklizené bulvy téměř ihned zpracovávají sušením, přičemž mají v tomto stavu lepší skladovatelnost a mohou se dále využít na získávání finálního produktu (Moudrý et al. 2011). Dle výzkumu Baert (1997) Je stabilita obsahu inulinu v čekance poměrně dobrá. Obsah se po dobu 3 měsíců změnil dle studie pouze o 10% v ideálních podmínkách skladování.

3.2.4.10 Možná rizika spojená s pěstováním pro životní prostředí

Jelikož je v podmínkách České republiky čekanka původním neinvazivním druhem, toto riziko v rámci životního prostředí odpadá. Hlavním problémem v pěstování čekanky je především její náročnost na udržení nezapleveleného pozemku a s tím i spojená nutnost použití herbicidních přípravků. Takto ošetřené plochy potom snižují biodiverzitu. Půdy při pěstování čekanky jsou také značně náchylné na vodní erozi. Má pro správné zasakování srážek nepříznivý vegetační pokryv. Čekanku se proto doporučuje pěstovat výhradně na rovných pozemcích (Moudrý et al. 2011). Se sklizní čekanky také odchází z pozemku půda, která ulpívá na kořenech a odstraňuje se prakticky až ve zpracovatelském závodě. Dle výzkumu Poesel et al. (2001) může být při takovéto sklizni ztráta půdy až 11 tun na jednom hektaru pozemku. Další vlivy na životní prostředí prakticky nemá, a tak můžeme hovořit jen o minimálních rizicích při pěstování.

3.2.4.11 Souhrn pěstování v režimu ekologického zemědělství

Pro celkové zhodnocení pěstování čekanky v režimu ekologického zemědělství musíme znovu vzít v potaz všechny faktory.

Silné stránky čekanky jsou, že je to v České republice původní rostlina, která zde má i odrůdu poměrně tradičně pěstovanou s dobrými výnosy. Potenciálně získatelný inulin z 1 hektaru půdy by byl za průměrných podmínek kolem 4200 kg, což je nejvyšší ze všech rostlin obsahující tento polysacharid.

Na druhé straně je to plodina poměrně náročná na půdu a celkovou předset'ovou přípravu. Největším problémem u čekanky je regulace zaplevelení. Jelikož v současné době čekanku v České republice dle dostupných zdrojů pěstují pouze dva subjekty, a ani jeden v ekologickém režimu, příliš informací o případném nevyužívání herbicidních přípravků pro odstranění plevelů nemáme. Lze očekávat, že vzhledem k jejich pravidelnému a vysokému používání, se čekanka bez těchto opatření prakticky neobejde. Dle dostupných dat není v Evropské Unii žádný pěstitel čekanky v režimu ekologického zemědělství. V ČR ani EU není pro tento typ plodiny registrovaná ekologická odrůda (Moudrý et al. 2011, Petříková & Hlušek 2012).

3.2.5 Černý kořen

Černý kořen nebo také hadí mord španělský (*Scorzonera hispanica* L.) je další rostlina, ze které by se potenciálně dal získávat inulin. Jedná se totiž znovu o rostlinu z rodu hvězdnicovitých (*Asteracea*), která tento zásobní polysacharid ukládá ve svých kořenech na místo škrobu (Bláha 2015).

Pochází z jihozápadní části Evropy. První zmínka o této rostlině byla na území Španělska. Vyskytuje se ale planě prakticky po celé Evropě a západní Asii. Využívá se jako zelenina, kdy se sklízí jednoletý kořen, který má na povrchu černou barvu a uvnitř smetanově bílou. Chuť má mírně nasládlou především z důvodu obsahu oligofruktóz a inulinu (Bláha 2015).

Kořeny bývají dlouhé 0,3-0,5m o tloušce 15–40 mm. Sklízí se většinou na jaře. Starší než jednoleté kořeny nejsou vhodné pro konzum. V druhém roce vyrůstá květní lodyha se žlutavými květy. Většinou se nepěstuje na větších plochách z důvodu zaplevelování pozemku zbytky úlomků kořenů (Peříková & Hlušek 2012).

Pro pěstování černého kořene jsou nejvhodnější lehké hlinitopísčité půdy. Nevhodné jsou zamokřené a štěrkovité půdy. Nejvyšší výnosy obvykle poskytuje v oblastech s teplejšími klimatickými podmínkami a rovnoměrným rozložením srážek. V osevním postupu se černý kořen pěstuje ve II. trati po okopaninách. Teoreticky by jej tak šlo zařadit například po pěstování čekanky. Největší nároky má na dusík a draslík. V konvenčním zemědělství se využívá především hnojení dusíkem ledkové formy. Jedna tuna produkce odčerpá 5,7 kg dusíku, 1 kg fosforu, 7,1 kg draslíku a 2,2 kg vápníku (Tolstikhina 1988). Snáší nejlépe neutrální půdy. Dobře snáší čerstvé vápnění. Obvykle se vysévá na jaře, v březnu, i z důvodu že má poměrně dlouhou vegetační dobu. Vzchází velice pomalu, a tak hrozí jeho zaplevelení. Využívá se proto při pěstování černého kořene herbicidních přípravků, a i mechanické odstranění plevelů (Blazewicz-Wozniak & Konopinski 2011). Při déle trvajícím suchu pro udržení výnosu vyžaduje i závlahu (Peříková & Hlušek 2012).

Při sklizni na podzim má nejvhodnější poměr polysacharidu inulinu pro farmaceutické využití. Kořeny při skladování velmi rychle vysychají a ztrácejí tak svoji hmotnost. Kromě zaplevelení je hlavním zdravotním problémem černého kořene choroba bílá puchýřnatost černého kořene. Ochrana proti této chorobě není v současné době zpracována (Peříková & Hlušek 2012).

V současné době v České republice nenajdeme žádného pěstitele černého kořene v režimu ekologického zemědělství, není ani registrovaná žádná ekologická odrůda. Jedinou odrůdou je ve strátní odrůdové knize zapsán černý kořen pod názvem Libochovický

Obsah inulinu v kořeni se pohybuje kolem 22 % (Tolstikhina 1988, Petkova 2018). Výnosnost na hektar je 15-20 tun (Peříková & Hlušek 2012). Při potenciálním získání 85 % inulinu z černého kořene by tedy bylo možné získat 2800 kg inulinu. V současné době se černý kořen ale využívá jako zelenina vhodná po přímý konzum. Teoreticky by se ale jako zdroj inulinu využít mohl také. Dle dostupných zdrojů ale tuto rostlinu na získávání tohoto polysacharidu nikdo cíleně nepěstuje.

3.2.6 Jakon

Jakon je další významná rostlina z čeledi *Asteracea*. Původ má jako topinambur v Jižní a Střední Americe. Pěstovali jej již staří obyvatelé tohoto kontinentu pro sladké, osvěžující hlízy. V Evropě byl pěstován od poloviny 19. století, ale pouze jako velmi doplňková potravina používaná především na přímý konzum (Grau 1997). Dle dostupných zdrojů se do České republiky dostal až v roce 1993. V Podmínkách ČR se pěstuje na velmi malých plochách, i přesto že je zde schopen poskytnout dostatečné výnosy (Moudrý et al. 2011).

V lidské výživě se jakon využívá především jako čerstvá zelenina do ovocných a zeleninových salátů. Lze jej i tepelně upravovat, sušit nebo konzervovat jako ovocné kompoty. Jeho využití najdeme i v oblasti energetiky, protože produkuje značnou nadzemní biomasu. Usušené listy a vegetační vrcholy se používají také na přípravu čajů (Grau 1997).

Jakon se rozmnožuje v našich podmínkách především vegetativně. Dorůstá do výšky 2,5 - 3,5m a má nápadné květenství v podobě žlutě zbarveného úboru. Vytváří 2 typy hlíz. Stonkové hlízy, které se nachází u povrchu, nejsou příliš vhodné pro přímý konzum a používají se spíše k vegetativnímu rozmnožování. Nižle uložené kořenové hlízy se pro přímý konzum využívají. Obsahují z větší části inulin, který se poměrně rychle v průběhu skladování štěpí na glukózu a fruktózu (Moudrý et al. 2011). Má zajímavý obsah vitamínů, minerálních látek a také polyfenolů, při celkově velmi nízké energetické hodnotě.

Vegetační dobu má jakon v průběhu celého období bez mrazů. Rostlina je totiž citlivá na zmrznutí. Největší nárůst hlíz probíhá v září a trvá až do poškození mrazem nadzemní části rostliny. Pro jeho pěstování jsou vhodné spíše lehčí hlinitopísčité půdy. Na podzim se obvykle při přípravě pozemku zapravuje organické hnojení v podobě statkového hnoje v dávce 25 t/ha. V osevním postupu jej zařazujeme jako okopaninu podobně, jako brambory (Fernandez et al. 2006).

V současné době je pro pěstování jakonu registrovaná jedna odrůda s názvem Fiorella, která přináší dobré výnosy obou typů hlíz a obvykle si pěstitelé v našich podmínkách sadbu získávají mezi sebou (Moudrý et al. 2011). Výsadba, spon a předsadbová příprava je téměř identická, jako u brambor. Největším problémem u jakonu je riziko zapelevelení. V konvenčním zemědělství se využívá totálních herbicidů. V ekologii by bylo možné při výsadbě v hrůbcích provést v průběhu června 2-3 proorávky. Na sekundární zapelevelení je už jakon, vzhledem k jeho velikosti, dobře odolný. Škůdci a choroby v našich podmínkách jakon nenapadají (Fernandez et al. 2006).

Sklizeň se obvykle provádí po zmrznutí nadzemní části rostliny. Hlízy jsou při dobývání křehké a musí se postupovat velmi opatrně. Po sklizni se oddělí stonkové a kořenové hlízy. Ve vhodných podmínkách stonkové hlízy vydrží až do následujícího sadby na jaře dalšího roku (Moudrý et al. 2011).

Obsah inulinu v jakonu je velice variabilní. Je to také z důvodu jeho rychlé přeměny, kdy se dle výzkumu Lachman et al. (2006) snížil obsah inulinu během 140 dní z 75 % na 42 %. Kdybychom zprůměrovali obsah inulinu, uvádí se obvyčejně hodnota kolem 17 %. Při průměrném výnosu 30 tun hlíz a potenciálně získatelného inulinu z 85 % bychom z jednoho hektaru teoreticky získali asi 4200 kg inulinu. U jakonu by se museli ale hlízy velmi rychle vysušit a zpracovat, jinak obsah inulinu postupně klesá (Fernandez et al. 2006, Moudrý et al. 2011).

3.2.7 Další rostliny obsahující inulin

Inulin použitelný pro lidskou výživu se objevuje v celé řadě dalších druhů a čeledí rostlin.

Prvním bohatým zdrojem je další rostlina z rodu *Asteraceae* pampeliška lékařská (*Taraxacum officinale*). Jedná se o velmi známou a u nás hojně rostoucí rostlinu s nápadně žlutými květy. Má bohaté využití a z hlediska obsahu inulinu se v kořenu pampelišky udává 6–11 % (Franck & De Leenheer 2005). Dle dostupných zdrojů není známo, jaké by mohly být teoretické výnosy kořene pampelišky a už vůbec není zpracován případný postup a technologie pěstování. Pravděpodobně i proto, že se nejedná o kulturní rostlinu, by byly výnosy velice malé a nevýznamné. V ekologickém zemědělství by se pampeliška využila lépe pro sběr jako léčivá rostlina (Slavík & Hejný 2010).

Významným zdrojem inulinu v lidské stravě jsou také rostliny z čeledi česnekovité (*Alliaceae*). Konkrétně zejména cibule kuchyňská (*Allium cepa*), česnek kuchyňský (*Allium sativum*) a pór zahradní (*Allium ampeloprasum*). Nejvíce inulinu obsahuje právě česnek (9–16 %) dále pór (3–10 %) a nejméně cibule (2–6 %) (Franck & De Leenheer 2005).

Dalším dobrým zdrojem inulinu jsou v našich podmínkách nepříliš známé jamy. Jedná se o plody rostlin rodu smlďince (*Dioscorea*) čeledi smlďincovité (*Dioscoreaceae*). Jsou to byliny i polodřevnaté liány, u kterých se využívají velké hlízy obsahující hlavní složku škrob, ale také inulin, a to v obsahu až 12 % (Franck & De Leenheer 2005). Tyto rostliny rostou nejčastěji v oblastech tropů a vytvářejí pouze jednu až dvě velké podzemní hlízy o váze 1–4 kg. Tyto hlízy se nazývají jamy a jsou oblíbené především v kuchyni Severní a Jižní Ameriky (Valíček et al. 2002).

Zajímavý zdroj inulinu v kořeni má také kozí brada pórolistá, která se pěstuje především jako okrasná rostlina, ale má i jedlé kořeny. Obsah inulinu v nich je udáván kolem 4–11 % (Franck & De Leenheer 2005)

Oblíbená rostlina zejména ve středomoří je také Artyčok zeleninový (*Cynara cardunculus*). Jeho nedozrálé úbory se využívají v kuchyni jako zelenina a má i mnoho pozitivních účinků na lidské zdraví. Obsah inulinu ve sklizených úborech se pohybuje kolem 3–10 % (Franck & De Leenheer 2005).

Inulin obsahují ještě další hojně konzumované rostliny. Za zmínku budou stát banány (obsah 0,3 – 1 %) běžné obiloviny jako žito a ječmen (obsah 0,5 – 1,5 %) a také oblíbená jarní zelenina chřest s obsahem inulinu 10–15 % (Franck & De Leenheer 2005).

Všechny výše zmiňované rostliny, byť jsou poměrně významnými zdroji inulinu, nenajdou uplatnění pro průmyslové zpracování pro získání inulinu a už vůbec ne v režimu ekologického zemědělství. Je to především z důvodu jejich využití pro přímý konzum, a tak by se následné zpracování již nevyplácelo (Franck & De Leenheer 2005).

3.2.8 Ekonomická hlediska pěstování v režimu ekologického zemědělství

Při ekonomickém zhodnocování pěstování rostlin pro získání inulinu jde především o posouzení nákladů a výnosů a tím i rentability pěstování jednotlivých druhů rostlin. Náklady můžeme charakterizovat peněžně jako spotřebu výrobních faktorů, která je vynaložená na tvorbu výnosů. Hlavní výnosovou složkou jsou tržby a zejména také v ekologickém zemědělství to budou dotace (Petříková & Hlušek 2012).

Ekonomické hledisko na dané druhy rostlin pro pěstování v ekologickém zemědělství není dle dostupných zdrojů zpracováno. Problém také je, že u všech těchto rostlin nejsou dostupné odrůdy vhodné pro ekologické zemědělství a také není příliš dokonalá mechanizace (Moudrý et al. 2011).

Dostupné jsou informace pouze o cenách hlavních plodit. Následující ceny budou uvedeny k datu odevzdání práce a to 17.4.2019. V průběhu roku i sezón se totiž mění v řádu desítek procent (Tridge 2019).

Cena Topinamburů je velmi variabilní v různých zemích. Světový průměr se pohybuje kolem 3 USD / kg. Nejnížší ceny jsou v Turecku (0,38 USD / kg) nejvyšší naopak v Kanadě (7,4 USD / kg) (Tridge 2019). Dle dostupných informací ale topinambury nejsou cíleně pěstovány za účelem získání inulinu. Pokud jsou, tak pouze pro vytvoření sirupů na bázi oligofruktózy jako potravinu s nižším glykemickým indexem (Moudrý et al. 2011).

Cena čekanky se pohybuje kolem 329 USD / tuna (Tridge 2019). Čekanka prakticky není určena pro přímý prodej, ale pouze pro další průmyslové zpracování (výroba kávové náhražky, inulin, čekankový sirup). Dle Moudrý et al. 2011 se cena 1 tuny čekanky v České republice pohybuje přibližně kolem 2000 Kč. Tento údaj ale z roku 2011 se pravděpodobně již změnil.

Rentabilita pěstování čekanky ani topinamburu za účelem získání inulinu v režimu ekologického zemědělství nebyla zpracována a mohla by tak být předmětem dalšího šetření.

4 Závěr

Z daného zpracování bakalářské práce vyplynulo hned několik poznatků. Byla zde zhodnocena celá řada rostlinných druhů, které obsahují inulin, jeho vliv na lidské zdraví a jeho zdroje ve stravě populace.

V konvenčním zemědělství se pro produkci daného prebiotika nejčastěji používá čekanka, která by se tedy nabízela využívat i v režimu ekologického zemědělství. Dle dostupných zdrojů by problémem mohly být její značné nároky na celkovou přípravu pozemku a půdu, výživu a také ochranu před zaplevelením i přes to, že z pozorovaných druhů rostlin obsahuje nejvíce inulinu. Je také málo odolná vůči suchu a má vyšší nároky na podnebí.

Lépe by se dle literární rešerše teoreticky hodil topinambur hlíznatý, a to hned z několika důvodů. Je odolnější vůči chorobám a škůdcům, lépe se umí vypořádat se zaplevelením, má výrazně menší nároky na podnebí, půdu a závlahu a je zde také možnost využití samoobnovení porostu po předchozí sklizni. Topinambur by v ekologickém zemědělství také našel širší využití už jako energetická plodina, silážovatelná plodina nebo může posloužit jako krmivo pro hospodářská zvířata či na přímý prodej pro konzum člověka. Hlavní věcí, na kterou by ale ekologický zemědělec neměl zapomínat je invazivní charakter topinamburu, a tak by měla být každého snaha zabránit jeho rozšiřování v krajině.

Ostatní druhy rostlin by se nehodily pro pěstování pouze za účelem získání inulinu. Je to zejména z důvodu jejich využití pro přímý prodej a konzum, nižší výnosy i zpravidla nižší obsah inulinu. Hlavní dvě plodiny pro potenciální získání tak zůstávají čekanka a topinambur.

Ekonomická hlediska nejsou dle dostupných zdrojů zpracována, a tak by mohla být předmětem dalšího zpracování a výzkumu.

Pokud by se topinambur pěstoval za účelem získávání inulinu v režimu ekologického zemědělství, musela by se nejdříve zdokonalit technologie zpracování této plodiny, a především by se měla vybrat kvalitní odrůda, která bude podávat dobré výnosy hlíz o vysokém obsahu inulinu a bude registrovaná jako odrůda vhodná pro ekologického zemědělství.

5 Literatura

- Baert JR. 1997. The effect of sowing and harvest date and cultivar on inulin yield and composition of chicory (*Cichorium intybus* L.) roots. *Industrial Crops and Products* **6**:195-199.
- Barkhatova TV, Nazarenko MN, Kozhukhova MA, Khripko IA. 2015. Obtaining and identification of inulin from jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus*) tubers. *Foods and Raw Materials* **3**:112–118.
- Bengtsson J, Ahnström J, Weibull A. 2005. The effects of organic agriculture on biodiversity and abundance: a meta-analysis. *Journal of Applied Ecology* **42**:261–269.
- Bláha P. 2015. Způsoby a možnosti využití druhu *Scorzonera hispanica* L [bakalářská práce]. Mendelova univerzita v Brně, Zahradnická fakulta v Lednici.
- Blazewicz-Wozniak M, Konopinski M. 2011. Effect of soil cultivation and intercrop plant growing upon weed infestation of spanish salsify (*Scorzonera hispanica* L.). *Acta Scientiarum Polonorum - Hortorum Cultus* **10**:153–166.
- Boeckner LS, Schnepf MI, Tunland BC. 2001. Inulin: a review of nutritional and health implications. *Advances in Food and Nutrition Research*. *Advances in Food and Nutrition Research* **43**:1–63.
- Bonnema AL, Kolberg LW, Thomas W, Slavin JL. 2010. Gastrointestinal Tolerance of Chicory Inulin Products. *Journal of the American Dietetic Association*. DOI: 10.1016/j.jada.2010.03.025.
- Cabezas MJ, Robert C, Bravo S, Shene C. 2002. Inulin and sugar contents in *Helianthus tuberosus* and *Cichorium intybus* tubers: Effect of postharvest storage temperature. *Journal of Food Science* **67**:2860-2865.
- Cooke N et al. 2009. *What's to Eat: Entrées in Canadian Food History*. McGill-Queen's University Press, Montreal.
- Coussement P. 2018. Inulin and Oligofructose: Safe Intakes and Legal Status. *The Journal of Nutrition*. DOI: 10.1093/jn/129.7.1412s.
- Coussement, P. 1999. Nutritional and Health Benefits of Inulin and Oligofructose: Inulin and Oligofructose: Safe Intakes and Legal Status. *The Journal of Nutrition* **57**:114-121.
- Čepl J, Vacek J, Bouma J. 1997. *Technologie pěstování a užití topinamburu*. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha.
- Delate K, Hartzler R. 2003. *Weed Management for Organic Farmers*. Iowa State University Extension Bulletin.
- Denoroy P. 1996. The crop physiology of *Helianthus tuberosus*: A model orientated view. *Biomass and Bioenergy* **11**:11-32.

- Edwards-Jones G, Howells O. 2001. The origin and hazard of inputs to crop protection in organic farming systems: Are they sustainable? *Agricultural Systems* **67**:31.
- Fehér A, Končėková L. 2009. Evaluation of mechanical regulation of invasive *helianthus tuberosus* populations in agricultural landscape. *Central European Agriculture Journal* **10**:245-250.
- Fernandez EC, Viehmannová I, Lachman J, Milella L. 2006. Yacon [*Smallanthus sonchifolius* (Poeppig & Endlicher) H. Robinson]: a new crop in the Central Europe. *Plant Soil Environment* **52**:564–570.
- Franck A, De Leenheer L. 2005. Inulin. *Biopolymers - part 6. Polysachcarides*. DOI: <https://doi.org/10.1002/3527600035.bpol6014>
- Frijlink HW, van der Voort Maarschalk K, Hinrichs WL. 2015. Inulin, a flexible oligosaccharide In: Review of its physicochemical characteristics. *Scientia Horticulturae* **130**:405-419.
- Gay F, Schreiber G, Hauser C. 2000. Anaphylaxis from Inulin in Vegetables and Processed Food. *The New England Journal of Medicine* **59**:73-76.
- Gosgrove DR, Oelke EA, Doll JD, Davis DW, Undersander DJ, Oplinger ES. 1991. Jerusalem artichoke. *Alternative Field Crops Manual*. University of Wisconsin-Extension, Wisconsin.
- Grau A, Rea J, Hermann M, Heller J. 1997. Yacon - *Smallanthus sonchifolius*. *Institute of Plant Genetics and Crop Plant research* **21**:199–242.
- Hole DG, Perkins AJ, Wilson JD, Alexander IH, Grice PV, Evans AD. 2005. Does organic farming benefit biodiversity? *Biological Conservation* **122**:113–130.
- Hossain A. 2017. Slideshare. LinkedIn Corporation. Available from <https://www.slideshare.net/AkramHossain9/inulin-and-its-extraction-methods> (accessed 01/2019).
- Hsu CY, Bansal N. 2011. Measured GFR as "gold standard" all that glitters is not gold? *Clinical Journal of the American Society of Nephrology* **6**:1813–4.
- IFOAM. 2019. IFOAM organics international. What we do. Available from <https://www.ifoam.bio/en/what-we-do> (01/2019)
- Ingram M. 2007. Biology and Beyond: The Science of Back to Nature Farming in the United States. *Annals of the Association of American Geographers* **97**:298–312.
- Invazivní rostliny. 2018. Ministerstvo životního prostředí ČR: Agentura ochrany přírody a krajiny. Available from <http://invaznidruhy.nature.cz/caste-invazni-druhy-v-cr/invazni-rostliny/> (accessed 03/19).

- Jeffrey C. 2007. Compositae: Introduction with key to tribes. Families and Genera of Vascular Plants, vol. VIII, Flowering Plants, Eudicots, Asterales. Springer-Verlag, Berlin
- Johansson E, Prade T, Angelidaki I, Svensson SE, Newson WR, Gunnarsson IB, Hovmalm HP. 2015. Economically Viable Components from Jerusalem Artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) in a Biorefinery Concept. International Journal of Molecular Sciences **16**:8997-9016.
- Kalač P. 2003. Funkční potraviny - kroky ke zdraví. Dona, České Budějovice.
- Kasal P, Čepl J, Vacek J. 2001. Topinambur – znovuobjevená plodina. Úroda **49**:23–25.
- Kaur N, Gupta AK. 2002. Applications of inulin and oligofructose in health and nutrition. Journal of Biosciences **27**:703–714.
- Kays SJ, Nottingham SF. 2008. Biology and Chemistry of Jerusalem Artichoke: *Helianthus Tuberosus*. CRC Press, New York.
- Kelly G. 2009. Inulin-type prebiotics: A review (Part 2). Alternative Medicine Review **14**:36–55.
- Kolida S, Tuohy K, Gibson GR. 2003. Prebiotic effects of inulin and oligofructose. British Journal of Nutrition **87**:193–197.
- Kosasih W, Pudjiraharti S, Ratnaningrum D, Priatni S. 2015. Preparation of Inulin from Dahlia Tubers. Procedia Chemistry **16**:190-194.
- Lachman J, Havrland B, Fernández EC, Dudjak J. 2004. Saccharides of yacon [*Smallanthus sonchifolius* (Poepppig & Endlicher) H. Robinson] tubers and rhizomes and factors affecting their content. Plant soil environment **50**:383–390.
- Leach JD, Sobolik KD. 2010. High dietary intake of prebiotic inulin-type fructans in the prehistoric Chihuahuan Desert. Br J Nutr **103**:1558–61.
- Lotter D. 2003. Organic Agriculture. Journal of Sustainable Agriculture **21**:59.
- Mistry RH, Gu F, Schols HA, Verkade HJ, Tietge UJF. 2018. Effect of the prebiotic fiber inulin on cholesterol metabolism in wildtype mice. Scientific Reports. DOI:10.1038/s41598-018-31698-7.
- Mlíkovský J, Stýblo P. 2006. Nepůvodní druhy fauny a flóry České republiky. Český svaz ochránců přírody, Praha.
- Moudrý J et al. 2011. Alternativní plodiny. Profi Press s.r.o., Praha.
- Orleans Coffee. 2018. What is Chicory. Amaze Media. Available from https://www.orleanscoffee.com/how_to/what-is-chicory/ (accessed 02/2019).

- Panda L, Sujogya K, Luyten W, Walter K. 2018. Antiparasitic activity in Asteraceae with special attention to ethnobotanical use by the tribes of Odisha, India. *Parasite* **25**:10.
- Panero JL, Funk VA. 2002. Toward a phylogenetic subfamilial classification for the Compositae (*Asteraceae*). *Proceedings of the Biological Society of Washington* **115**: 909–922.
- Petkova N. 2018. Characterization of inulin from black salsify (*Scorzonera hispanica* L.) for food and pharmaceutical purposes. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research* **11**:221–225.
- Petříková K, Hlušek J. 2012. *Zelenina*. Profi Press s.r.o., Praha.
- Poesen JW, Verstaeten G, Soenens R, Seynaeve L. 2001. Soil losses due to harvesting of chicory roots and sugar beet: an underrated geomorphic process? *Catena Science Direct* **43**:35–47.
- Rafter J et al. 2007. Dietary synbiotics reduce cancer risk factors in polypectomized and colon cancer patients. *American Journal of Clinical Nutrition* **85**:488–496.
- Roberfroid MB. 2018. Inulin-Type Fructans: Functional Food Ingredients. *The Journal of Nutrition* **137**:2493–2502.
- Rubel A, Iraporda C, Novosad R, Diego AC, Guillermo BG. 2018. Inulin rich carbohydrates extraction from Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) tubers and application of different drying methods. *Food Research International* **103**:444–454.
- Seiler GJ. 1990. Protein and mineral concentrations in tuber of selected genotype of wild and cultivated Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus*). *Economic Botany* **44**:322–335.
- Singh R et al. 2015. Diversity of Host Plants of Aphids (Homoptera: *Aphididae*) Infesting Asteraceae in India. *International Journal of Zoological Investigations* **1**:137–167.
- Slavík S, Hejný B. 2010. *Květena České republiky*. Academia, Praha
- Somda ZC, McLaurin WJ, Kays SJ. 1999. Jerusalem Artichoke growth, development and field storage. *Journal of Plant Nutrition* **22**:1315–1334.
- Srinameb B, Nuchadomrong S, Jogloy S, Patanothai A, Srijaranai S. 2015. Preparation of Inulin Powder from Jerusalem Artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) tuber. *Plant Foods for Human Nutrition* **70**:221–226.
- Street RA, Sidana J, Prinsloo G. 2013. *Cichorium intybus*: Traditional Uses, Phytochemistry, Pharmacology and Toxicology. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine* (e579319) DOI <http://dx.doi.org/10.1155/2013/579319>.

- Suporn AS, Sanun N, Aran J, Supalax P. 2011. A simplified spectrophotometric method for the determination of inulin in Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) tubers. *European Food Research and Technology* **233**:609.
- Svačina Š et al. 2011. *Metabolický syndrom – nové postupy*. Grada, Praha.
- Swanton CJ, Cavers PB, Clements DR, Moore MJ. 1992. The biology of Canadian Leeds. *Helianthus tuberosus*. *Journal of Plant Science* **72**:1367–1382.
- Takuji O et al. 1989. Composition of storage carbohydrate in tubers of yacon. *Soil Science and Plant Nutrition* **36**:167-171.
- Tolstikhina VV, Bryanskii OV, Syrchina AI, Semenov AA. 1988. Chemical composition of a culture of tissue of *Scorzonera hispanica*. *Chemistry of Natural Compounds* **24**:655-655.
- Tridge. 2019. Tridge - global trade platform. Seoul, Jižní Korea. Available from: <https://www.tridge.com/> (accessed April 2019).
- Urban J, Šarapatka B. 2003. *Ekologické zemědělství: učebnice pro školy i praxi*. Ministerstvo životního prostředí, Praha.
- Urban J. 2007. PRO-BIO a ekologické zemědělství v roce 2007: FiBL - výzkum a inovace. PRO-BIO Svaz ekologických zemědělců ve spolupráci s časopisem *Farmář a ÚZPI* Praha, Šumperk.
- Valentová K, Frček J, Ulrichová J. 2001. Yacon (*Smallanthus sonchifolius*) and maca (*Lepidium meyenii*), traditional Andean crops as new functional foods on European market. *Chemické listy* **95**:596–601.
- Veselý V, Sobek J, Hanika J, Punčochář M. 2013. Torrefaction of Yacon and Jerusalem Artichoke Stems as a Contribution to the Alternative Production of Inulin. In: Marquis F. (eds) *Proceedings of the 8th Pacific Rim International Congress on Advanced Materials and Processing* **22**:103-110.
- Valíček P et al. 2002. *Užitkové rostliny tropů a subtropů*. Academia, Praha
- Výzkumný ústav bramborářský. 2019. Naše odrůdy topinamburů. VÚ bramborářský Havlíčkův Brod s.r.o. Available from: <http://www.vubhb.cz/cs/clanky/topinambury> (accessed 02/19).
- Watson CA, Atkinson D, Gosling P, Jackson LR, Rayns FW. 2002. Managing soil fertility in organic farming systems. *Soil Use and Management* **18**:239–247.
- Zbořil V et al. 2018. *Idiopatické střevní záněty*. Mladá Fronta, Praha.
- Zhu Z. 2016. Recent insights for the green recovery of inulin from plant foodmaterials using non-conventional extraction technologies. *Procedia Chemistry* **33**:1-9.

