

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA TROPICKÉHO ZEMĚDĚLSTVÍ



Česká zemědělská univerzita v Praze

**Fakulta tropického
zemědělství**

**Význam a využití rakytníku řešetlákového
(*Hippophae rhamnoides* L.) ve veterinární medicíně**

Bakalářská práce

Praha 2016

Vedoucí práce:

prof. MVDr. Daniela Lukešová, CSc.

Vypracovala:

Olga Lešnerová

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „**Význam a využití rakytníku řešetlákového (*Hippophae rhamnoides* L.) ve veterinární medicíně**“ vypracovala samostatně a použila jen literární citace uvedené v přiloženém soupisu literatury. Souhlasím, aby byla práce uložena v knihovně ČZU v Praze a zpřístupněna ke studijním účelům.

V Praze dne

.....

podpis

Poděkování

Své poděkování za odbornou pomoc při zpracovávání bakalářské práce bych chtěla věnovat prof. MVDr. Daniele Lukešové, CSc., přátelům za pomoc při překládání odborného materiálu a mé rodině za plnou podporu během celého studia.

Abstrakt

Význam a využití rakytníku řešetlákového (*Hippophae rhamnoides* L.) ve veterinární medicíně

Bakalářská práce se zabývala především poznatky, které se týkají významnosti a potenciálního využití rakytníku řešetlákového (*Hippophae rhamnoides* L.) ve veterinární medicíně. Jmenovat lze antioxidační a imunomodulační účinky, pozitivní vliv na kardiovaskulární systém nebo léčbu kožních onemocnění. Možné využití má rakytník také ve výživě zvířat, ke krmným účelům se nejčastěji využívá listů nebo výlisků. V práci lze získat informace o morfologii rostliny, nárocích na pěstování, výnosnosti a možnostech zpracování. Samostatná kapitola práce se týkala obsahových látek v jednotlivých částech rostliny, díky kterým se rakytník v posledních letech stává tak známým. Jeho potenciál se skrývá především ve využití bioaktivních látek v oblasti medicíny. V poslední části bakalářské práce byla graficky zpracována množství vybraných obsahových látek v plodech/šťávě a olejích rakytníku. V rámci dvou poddruhů rakytníků *H. rhamnoides* L. subsp. *rhamnoides* a *H. rhamnoides* L. subsp. *sinensis* byl srovnáván v plodech/šťávě vitamín C a v olejích vitamín E a karotenoidy. Množství extrahovaných látek bylo často ovlivněno použitou technologií zpracování. Při podrobném studiu a srovnání literárních zdrojů bylo zjištěno, že u poddruhu *H. rhamnoides* L. subsp. *rhamnoides* literatura uváděla množství vitamínu C s mediánem 229,5 mg/100 g, obsah vitamínu E v oleji ze semen s mediánem 351,8 mg/100 g a v oleji z dužiny 147,5 mg/100 g. Pro obsah karotenoidů v oleji ze semen vyšel medián 16,25 mg/100 g, v oleji z dužiny to byla hodnota 265 mg/100 g. Pro poddruh *H. rhamnoides* L. subsp. *sinensis* byla hodnota vitamínu C 1038 mg/100 g. Pro obsah vitamínu E v oleji ze semen byla hodnota mediánu 119,3 mg/100 g, v oleji z dužiny to bylo 171 mg/100 g. Medián pro obsah karotenoidů v oleji ze semen vyšel 32,5 mg/100 g, pro olej z dužiny to byla hodnota 282 mg/100 g oleje. V oblasti obsahových látek by bylo potřeba zajistit následné výzkumné analýzy, především v oboru veterinární medicíny.

Klíčová slova: *Hippophae rhamnoides*, rakytník řešetlákový, drůbež, dobytek, krmivo

Abstract

The importance and use of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) in veterinary medicine

Bachelor's thesis mainly discussed the findings which are related to significance and potential utilization of the sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) in veterinary medicine. We could appoint an antioxidant and immunomodulatory effects, positive effects on the cardiovascular system or treatment of skin diseases. Sea buckthorn could be also used in animal nutrition. For feeding purposes were mainly used leaves and residues after pressing juice and oils. The work also included informations about plant morphology, cultural management, harvesting, yield and processing. In a separate chapter were mentioned substances which were contained in various parts of the plant. Thanks to them, seabuckthorn is so familiar recently. It's potential is primarily in the use of bioactive substances in the field of medicine. In the last part of the thesis were created diagrams that showed quantity of selected substances contained in sea buckthorn fruits/juice and oils. For comparison were chosen vitamin C for fruits, vitamin E and carotenoids for oils within two subspecies *H. rhamnoides* L. subsp. *rhamnoides* and *H. rhamnoides* L. subsp. *sinensis*. The amount of extracted substances were often influenced by the used technology. In a detailed study and comparison of literature sources, it was found that for the subspecies *H. rhamnoides* L. subsp. *rhamnoides* literature indicates the quantity of vitamin C with a median of 229,5 mg/100 g, the content of vitamin E in the seed oil with a median of 351,8 mg/100 g and for pulp oil 147,5 mg/100 g. The carotenoid content in seed oil came with median 16,25 mg/100 g, for pulp oil it was 265 mg/100 g. Subspecies *H. rhamnoides* L. subsp. *sinensis* had the median value of vitamin C 1038 mg/100 g. For vitamin E in seed oil was the median value 119,3 mg/100 g, in pulp oil it was 171 mg/100 g. The median for carotenoids content in seed oil was 32,5 mg/100 g, the value for pulp oil was 282 mg/100 g. It will be necessary to ensure the subsequent research analysis about substances, especially in the field of veterinary medicine.

Key words: *Hippophae rhamnoides*, sea buckthorn, poultry, cattle, feed

Obsah

1	Úvod.....	1
2	Cíle práce	3
3	Materiál a metodika	5
4	Literární přehled.....	7
4.1	Taxonomie.....	7
4.2	Botanický popis	7
4.3	Rozšíření a výskyt	9
4.4	Historie	11
4.5	Nároky na pěstování	11
4.5.1	Klimatické podmínky.....	11
4.5.2	Půdní podmínky	11
4.5.3	Požadavky na závlahu a hnojení	12
4.5.4	Nemoci a škůdci	13
4.6	Výnos.....	13
4.7	Způsoby sklizně plodů	14
4.8	Možnosti zpracování	15
4.8.1	Extrakce šťávy	16
4.8.2	Extrakce oleje.....	16
4.8.3	Pigment	17
4.8.4	Zpracování listů.....	17
4.8.5	Krmivo	18
4.9	Obsahové látky	19
4.9.1	Bobule	19
4.9.2	Listy	21

4.9.3	Olej.....	21
4.10	Využití a význam v medicíně	22
4.10.1	Antioxidační účinky	24
4.10.2	Imunomodulační účinky.....	25
4.10.3	Vliv na kardiovaskulární systém.....	26
4.10.4	Protinádorové účinky.....	27
4.10.5	Vliv na gastrointestinální trakt.....	27
4.10.6	Hepatoprotektivní účinky	28
4.10.7	Léčba kožních onemocnění.....	29
4.10.8	Vliv na tepelný stres a nedostatek kyslíku	30
4.10.9	Toxicita.....	31
4.10.10	Klinické studie	31
5	Výsledky a diskuze	35
6	Závěr	47
7	Seznam použité literatury	49

Seznam tabulek

Tabulka 1: Taxonomické rozdělení rodu <i>Hippophae</i>	7
Tabulka 2: Obsah minerálních prvků v plodech rakytníku	20
Tabulka 3: Obsah antioxidantů v rakytníkové šťávě	20
Tabulka 4: Zastoupení mastných kyselin v rakytníkovém oleji dvou poddruhů	23
Tabulka 5: Léčivé vlastnosti významných fytochemických látek obsažených v rakytníku ..	23
Tabulka 6: Množství obsahových látek v <i>Hippophae rhamnoides</i> L. subsp. <i>rhamnoides</i> ...	36
Tabulka 7: Množství obsahových látek v <i>Hippophae rhamnoides</i> L. subsp. <i>sinensis</i>	37

Seznam obrázků

Obrázek 1: Detail plodů rakytníku řešetlákového	8
Obrázek 2: Rozšíření rakytníku (<i>Hippophae</i> L.) v Evropě a Asii	10
Obrázek 3: Sadová výsadba rakytníku	13
Obrázek 4: Schéma zpracování rakytníku a jeho produkty	15

Seznam grafů

Graf 1: Množství vitamínu C v bobulích/šťávě	39
Graf 2: Množství vitamínu E v oleji ze semen	41
Graf 3: Množství vitamínu E v oleji z dužiny	42
Graf 4: Množství karotenoidů v oleji ze semen	43
Graf 5: Množství karotenoidů v oleji z dužiny	44

Seznam zkratk použitých v práci

°Bx – stupeň Brix; poměr hmotnosti cukru a vody

ALT – alaninaminotransferáza

Bcap-37 – linie rakovinných buněk lidského prsu (human breast cancer cell line)

BEL-7402 – buněčná linie hepatocelulárního karcinomu (hepatoma cell line)

BHK-21 – linie ledvinových buněk z mladých křečků (baby hamster kidney cell)

CAT – kataláza

FFA – volné mastné kyseliny (free fatty acids)

GSH – glutathion

HDL – vysokodenzitní lipoprotein (high density lipoprotein)

HL-60 – promyelocytární leukemické buňky člověka (human promyelocytic leukemia cells)

HTST – ošetření vysokou teplotou po krátkou dobu (high temperature short time)

IL-2 – interleukin-2

IMP – inosinmonofosfát

LDH – laktátdehydrogenáza

LDL – nízkodenzitní lipoprotein (low density lipoprotein)

MDA – malondialdehyd

MPa – megapascal

NOAEL – dávka, při které není pozorován nepříznivý účinek na organismus (no observed adverse effect level)

ppm – jedna miliontina celku (parts per million)

PUFA – polynenasycené mastné kyseliny (polyunsaturated fatty acids)

ROS – reaktivní formy kyslíku (reactive oxygen species)

SCFE – superkritická fluidní extrakce

TC/HDL – poměr koncentrace celkového cholesterolu k HDL (total cholesterol/high density lipoprotein)

T_{rec} – rektální teplota

UV – ultrafialové záření (ultraviolet)

w/w – hmotnostní zlomek

1 Úvod

Rakytník je geneticky tvárná rostlina, neboť se vyskytuje v mnoha ekotypch od keřů po stromy (Bajer, 2014). Zásadní význam rakytníku řešetlákového (*Hippophae rhamnoides* L.) spočívá v látkách obsažených v listech, bobulích a oleji, který může být získáván buď ze semen nebo dužiny (Li & Schroeder, 1996). Bobule jsou bohatým zdrojem minerálních látek, esenciálních mastných kyselin, přírodních antioxidantů a vitamínů, především obsahují vysoké množství vitamínu C (695 mg/100 g), jak uvádí Gao *et al.* (2000). V porovnání s pomeranči (51 mg/100 g) nebo citróny (49 mg/100 g) je množství tohoto vitamínu v bobulích několikanásobně vyšší (Christaki, 2012). Díky těmto obsahovým látkám má široké uplatnění především v humánním lékařství. Zdravotní problémy týkající se zažívacího traktu, kardiovaskulárního a imunitního systému nebo onemocnění kůže jsou stále aktuálnější nejen u člověka, ale také u zvířat (Zeb, 2004). Léčba těchto obtíží syntetickými léčivy může být finančně nákladná nebo s negativními vedlejšími účinky, proto se nabízí využití extraktů a produktů z rakytníku řešetlákového. V dnešní době se pozornost člověka přesouvá od skotu spíše k zájmovým chovům zvířat, jako jsou psi, kočky apod. Vzhledem k tomu, že veterinární medicína je v řadě oborů na srovnatelné úrovni s humánní medicínou, a to díky obdobným přístupům především v patogenezi, diagnostice, prevenci a terapii rozdílných onemocnění zvířat, stále hlavním a často limitujícím faktorem využití poznatků z výzkumu a jejich zavedení do praxe bývá finanční situace majitelů zvířat, než nabízené možnosti lékařských studií (Swabe, 1999).

Rakytník řešetlákový byl po mnoho staletí využíván ve výživě zvířat jako přídavek do krmných směsí pro jeho pozitivní vliv na zdraví a vitalitu zvířat a byly prokázány jeho účinky i na kvalitu živočišných produktů (Suryakumar & Gupta, 2011). Možné je využití listů nebo zbytků bobulí a semen po extrakci šťáv a olejů v různých formách, jelikož tento tzv. „odpadní materiál“ stále obsahuje vysoké množství proteinů, minerálů, vitamínů a dalších látek (Biswas *et al.*, 2010; Kaushal & Sharma, 2011).

2 Cíle práce

Hlavním cílem bakalářské práce bylo zpracovat literární přehled týkající se poznatků o významnosti rakytníku řešetlákového (*Hippophae rhamnoides* L.) a využití jeho produktů v rámci veterinární medicíny.

Dílčím cílem bylo vyhledat z dříve publikovaných vědeckých prací údaje o množství vybraných obsahových látek v bobulích nebo šťávě, oleji ze semen a oleji z dužiny u poddruhů rakytníků *Hippophae rhamnoides* subsp. *rhamnoides* a *Hippophae rhamnoides* subsp. *sinensis*. Především se jednalo o obsah vitamínu C v bobulích/šťávě a dále obsah vitamínu E a karotenoidů v olejích a tyto získané údaje z dostupné literatury graficky zpracovat a vyhodnotit.

3 Materiál a metodika

Primárním podkladem pro zpracování literárního přehledu byla odborná literatura z citačních databází Thomson Reuters Web of Knowledge a Scopus. Dále bylo využito plnotextové databáze Ebrary k dohledání elektronických monografií. K vyhledávání potřebných materiálů byla použita klíčová slova, například *Hippophae rhamnoides*, rakytník řešetlákový, drůbež, dobytek, krmivo a jejich anglické ekvivalenty. Seznam použité literatury je uveden v závěru bakalářské práce. Veškeré zdroje byly citovány podle závazných „Pravidel citování Fakulty tropického zemědělství ČZU v Praze“ ze dne 11. 3. 2014.

Údaje z literatury o množství obsahových látek v plodech a olejích byly vloženy do dvou samostatných tabulek v programu Microsoft Excel. Ke grafickému zobrazení byl využit krabicový diagram (boxplot), který vizualizoval numerická data pomocí jejich kvartilů. Tzv. „krabice“ obsahovala 50 % dat a byla rozdělena mediánem na dvě části. Spodní hrana krabice byla ohraničena 1. kvartilem s relativní četností 0,25 a horní hrana 3. kvartilem s relativní četností 0,75. Vertikálně vycházející linie ze střední části diagramu, tzv. „vousy“ vyjadřovaly variabilitu hodnot a zobrazily minimální a maximální hodnotu ze souboru dat (Hendl, 2004). Pro grafické znázornění byly vybrány údaje týkající se obsahu vitamínu C v plodech a dále obsahy vitamínu E a karotenoidů v olejích rakytníku u dvou poddruhů *Hippophae rhamnoides* subsp. *rhamnoides*, který je evropským zástupcem a *Hippophae rhamnoides* subsp. *sinensis*, který roste především na území Číny. Pokud bylo v literatuře uvedeno množství obsahové látky v rozmezí dvou hodnot, bylo ke grafickému zobrazení využito jejich aritmetického průměru.

4 Literární přehled

4.1 Taxonomie

Rakytník (*Hippophae*) náleží do čeledi hlošinovitých (Elaeagnaceae). V roce 1971 Arne Rousi rozdělil rod *Hippophae* do devíti poddruhů. Lian *et al.* (2000) spolu s určením a doplněním nově objevených druhů rakytníku sestavili úplné taxonomické uspořádání, jak je uvedeno v Tabulce 1 (Rajchal, 2008).

Tabulka 1: Taxonomické rozdělení rodu *Hippophae* (Rajchal, 2008)

Rozdělení rodu <i>Hippophae</i>	
druh	poddruh
<i>Hippophae goniocarpa</i>	
<i>Hippophae gyantsensis</i>	
<i>Hippophae litangensis</i>	
<i>Hippophae neurocarpa</i>	i. subsp. <i>neurocarpa</i>
	ii. subsp. <i>stellatopilosa</i>
<i>Hippophae salicifolia</i>	
<i>Hippophae tibetana</i>	
<i>Hippophae rhamnoides</i>	i. subsp. <i>carpatica</i>
	ii. subsp. <i>caucasica</i>
	iii. subsp. <i>fluviatilis</i>
	iv. subsp. <i>mongolica</i>
	v. subsp. <i>rhamnoides</i>
	vi. subsp. <i>sinensis</i>
	vii. subsp. <i>turkestanica</i>
	viii. subsp. <i>wolongensis</i>
	ix. subsp. <i>yunnanensis</i>

4.2 Botanický popis

Rakytník řešetlákový je dvoudomý trnitý keř nebo keřovitý strom nejčastěji dosahující výšky dva až čtyři metry. Jiné druhy v rozdílných oblastech Číny mohou podle klimatických podmínek dorůst výšky sotva 50 centimetrů, ale i 18 metrů (Li *et al.*, 2003). Kořenový systém má povrchový charakter, většina kořenů dosahuje hloubky maximálně 60–90 centimetrů. Rakytník tvoří mnoho kořenových výmladků, které

mohou sloužit k rozmnožování rostliny. Vhodný je také k výsadbám zabraňujícím půdní erozi (Yao & Tigerstedt, 1994). Na kořenech se vyskytují hlízkovité útvary, které se tvoří díky symbiotickým bakteriím. Rostlina je tak schopna fixovat vzdušný dusík, který je součástí metabolismu rostliny (Dobritsa & Novik, 1992). Kůra rakytníku se mění podle stáří od světle zelenošedé po tmavě hnědou. Střídavě uspořádané, stříbřitě zelené listy mají kopinatý tvar. Čepel je 20–80 mm dlouhá a 2–9 mm široká (Bajer, 2014).

Nevýrazné zelenožluté květy se tvoří v úžlabí listů. Květy jsou uskupeny v klasovitém hroznu. Šíření pylu ze samčích květů rakytníku je zcela závislé na větru (Bajer, 2014). Samčí ani samičí květy neobsahují nektar, tudíž nejsou atraktivní pro hmyz (British Columbia Ministry of Agriculture, 2001).

Plodem jsou jednosemenné žluté až oranžové bobule, které mají kulovitý tvar o průměru 3–8 mm, jak je patrné z Obrázku 1. Zrání probíhá z 80 % na dvouletých výhonech od července do září podle ranosti odrůdy a klimatických podmínek. (Li *et al.*, 2003).

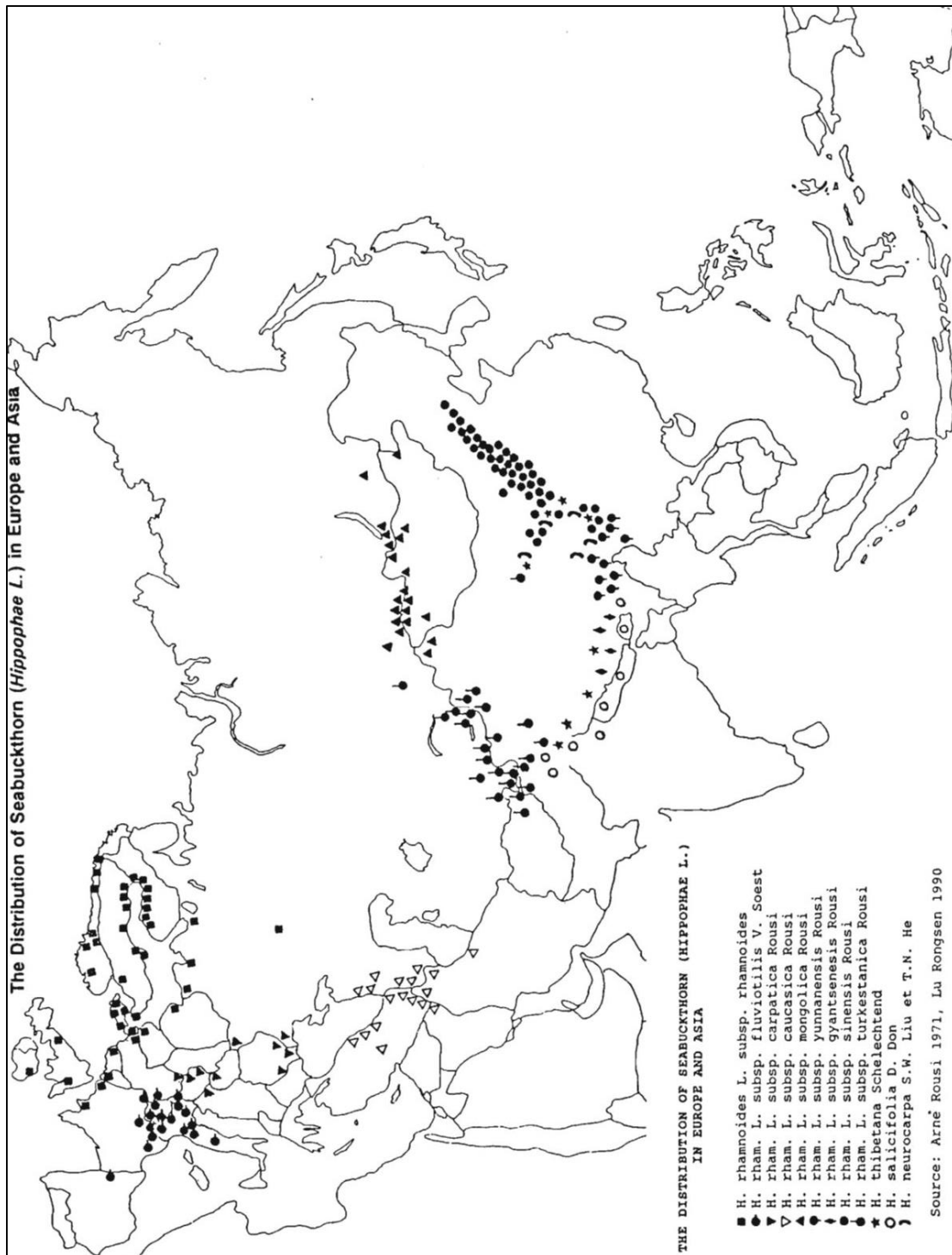


Obrázek 1: Detail plodů rakytníku řešetlákového (Sea Buckthorn Insider, 2013)

4.3 Rozšíření a výskyt

Malá část původních porostů rakytníku se nachází v Evropě na březích řek a moří Finska, Švédska, Velké Británie, Francie, Polska a Německa (Yao & Tigerstedt, 1995). V Asii je hojně rozšířen v Číně, Mongolsku, Rusku a v oblastech Himalájí v Indii, Nepálu, Bhútánu a severní části Pákistánu a Afghánistánu (Lu, 1992). Podrobněji je rozšíření znázorněno na Obrázku 2. V posledních letech se rakytník stává zajímavým také v Severní Americe, především díky jeho nutričním a medicínským hodnotám (Li & Schroeder, 1996). Známa je výsadba rakytníku v provinciích Alberta, Saskatchewan nebo Ontario, které jsou na území Kanady (United States Department of Agriculture, 2014).

Jak uvádí Bajer (2014), Německo má celkem 500 ha výsadby rakytníku, zatímco Itálie má v Toskánsku pouze 70 ha výsadby. V České republice zaujímá výsadba menších a větších porostů asi 150 ha. Mongolsko má výsadbu rakytníku na 30 000 ha, Rusko na 47 000 ha, Indie na 11 500 ha (Suryakumar & Gupta, 2011). Nicméně v rámci programu „Zelená Indie“ (National Mission for a Green India) započatém v roce 2010 se Indie zavazuje osadit 100 000 ha rakytníkem (Ministry of Environment, Forests and Climate Change, 2010). Dále autoři Suryakumar a Gupta (2011) uvádí, že Čína má 1,1 milionů hektarů obdělávaných ploch rakytníku.



Obrázek 2: Rozšíření rakytníku (*Hippophae* L.) v Evropě a Asii (Li & Schroeder, 1996)

4.4 Historie

Plody rakytníku byly po staletí využívány jako potravinu, k léčebným a farmaceutickým účelům (Bailey & Bailey, 1978). Již ve Starověkém Řecku byly koním do krmiva přidávány listy a mladé větvičky rakytníku, protože koně pak přibírali na hmotnosti a leskla se jim srst. Díky těmto poznatkům (Lu, 1992) vzniklo rodové jméno pro rakytník (*Hippophae*) odvozením od slov „hippo“ (kůň) a „phaes“ (lesk). Význam využití rakytníku v medicíně poprvé dokládají tibetské spisy z 8. století (Xu, 1994). Od 40. let 20. století ruští vědci zaměřili pozornost na biologicky aktivní látky rakytníku, které se nacházejí v plodech, listech i kůře (Beldean & Leahu, 1985). První firma zpracovávající rakytník se nacházela v Bisku a produkovala, mimo jiné, i krémy určené ruským kosmonautům k ochraně proti kosmickému záření (Centenaro *et al.*, 1977). V Číně byl rakytník po staletí využíván v tradiční medicíně spíše v horských oblastech především jako zdroj vitamínů. Rozsáhlejší pěstování a výzkum započal zhruba v roce 1980 (Li *et al.*, 2003) a v průběhu posledních let si rakytník získává stále více pozornosti nejen v tradičních asijských pěstitelských oblastech, ale i po celém světě, kdy lze zmínit například rozsáhlé projekty na jeho pěstování v Severní Americe (Bajer, 2014).

4.5 Nároky na pěstování

4.5.1 Klimatické podmínky

Rakytník řešetlákový roste ve velmi rozdílných podmínkách, snáší i extrémní teploty od -43 °C do +40 °C (Lu, 1992). Potřebuje k růstu dostatek světla, nikdy neroste pod stromy. Je považován za silně odolný proti suchu (Kondrashov & Sokolova, 1990), nicméně v aridních oblastech musí být zavlažován, především při výsadbě pro dobré zakořenění a upevnění v půdě (Li, 2002).

4.5.2 Půdní podmínky

Vysoké půdní pH do 8,0 i silně zasolená zemina v přímořských oblastech není pro rakytník limitující, nicméně v těchto podmínkách špatně plodí (Bond, 1983). Nesnáší

bažiny, těžké a zamokřené půdy (Bajer, 2014). Pro kvalitní růst a úrodu jsou nejvhodnější půdy hluboké, odvodněné, písčito-hlinité a bohaté na humus, minerální látky (fosfor, draslík) a vodu. Dobře se ale přizpůsobí i půdám mělkým, písčitým, chudším na živiny. Nejlépe prospívá v půdách s pH 6–7 (Li, 2002).

Díky symbiotickým aktinomycetám rodu *Frankia* dokáže rostlina pokrýt nedostatek dusíku (Dobritsa & Novik, 1992). Minerální výživu si rakytník doplňuje pomocí arbuskulární mykorhizy houbami rodu *Glomulus*. Dostatečné množství fosforu v půdě je zásadní pro růst mikroorganismů fixujících dusík, optimální množství je 10–50 mg/100 g půdy (Bajer, 2014).

4.5.3 Požadavky na závlahu a hnojení

Intenzita zavlažování se velmi liší v závislosti na oblasti, kde se rakytník pěstuje. Minimum ročních srážek pro dostatečný růst a výnos se uvádí mezi 400–600 mm, pokud není rostlina dále zavlažována. Zvýšené nároky na závlahu vykazuje především v období jara, kdy rakytník vykvétá (Lu, 1992).

Stejně jako spousta jiných plodin, i rakytník řešetlákový potřebuje pro vysokou výnosnost a kvalitu plodů dostatečné množství živin. Rakytník velmi dobře reaguje na hnojení fosforem především v půdách, kde je jeho obsah nižší (Li & Schroeder, 1996). Konkrétní požadavky na hnojení a vápnění by měly však vycházet z předchozí půdní analýzy. Je nutné nejprve určit typ, úrodnost a pH půdy (Li & McLoughlin, 1997).

Obecně se doporučuje před výsadbou zapravit 200–250 kg/ha fosforečných a 150–180 kg/ha draselných hnojiv a v případě potřeby upravit pH (Bajer, 2014), například dolomitickým vápencem (Li *et al.*, 2003). U mladých výsadeb je pak vhodné první tři až čtyři roky na jaře přihnojovat 50N – 70K₂O – 90P₂O₅ (kg/ha), jak uvádí Bajer (2014). Tyto poměry se však liší v závislosti na geografické poloze a konkrétních půdních podmínkách (Li & Schroeder, 1996). Nadměrné hnojení dusíkem může nepříznivě ovlivnit růst kořenových hlízek a zpomalit rozvoj aktinomycet po jejich naočkování na kořeny (Montpetit & Lalonde, 1987; Bosco *et al.*, 1992).

4.5.4 Nemoci a škůdci

Jelikož není rakytník v podmínkách České republiky původní domácí dřevinou, netrpí na velké množství nemocí a škůdců, pokud nedojde k jejich introdukci při dovozu rostliny do ČR (Bajer, 2014). Závažnější může být vadnutí rostlin zapříčiněné endomykotickými houbami rodů *Fusarium* a *Verticilium* nebo strupovitostí rakytníku (Li, 2002).

Ze škůdců můžeme jmenovat rakytníkové mšice (*Capithoporus hippophaes*), případně škůdce zavlečené z jiných rostlin, např. puklice nebo svilušky. Dalšími škůdci mohou být v našich podmínkách zatím neznámí rakytníkový mol (*Holcocerus hippophaecolus*) a rakytníková moucha (*Rhagoletis batava*), kteří likvidují porosty rakytníků díky přítomnosti larev a housenek (Valíček & Havelka, 2008).

4.6 Výnos

Výnos rakytníku závisí na mnoha faktorech, jako jsou genotyp, půdní podmínky, úhrn srážek, teplota, počet plodících keřů a čas sklizně. V přirozeném prostředí se uvádí výnos plodů v rozpětí 0,75–1,5 t/ha (Lu, 1992). Pokud jsou rakytníkové keře pěstovány formou



Obrázek 3: Sadová výsadba rakytníku (Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs Ontario, 2012)

větrolamů, dosahuje se výnosu 4–5 t/ha. V sadové výsadbě, která je pro názornost na Obrázku 3, je množství sklizených plodů zhruba 12 t/ha.

Ovocný sad s doporučenou hustotou 2 500 rostlin/ha v poměru samčích a samičích rostlin 1:8 dosahuje výnosů 20–25 t/ha (STAT, 2003). Schroeder a Yao (1995) uvádí průměrný výnos plodů 3,25 kg na rostlinu (6 let starou) pěstovanou ve větrolamu, některé rostliny dosahují výnosu 5–7 kg/rok.

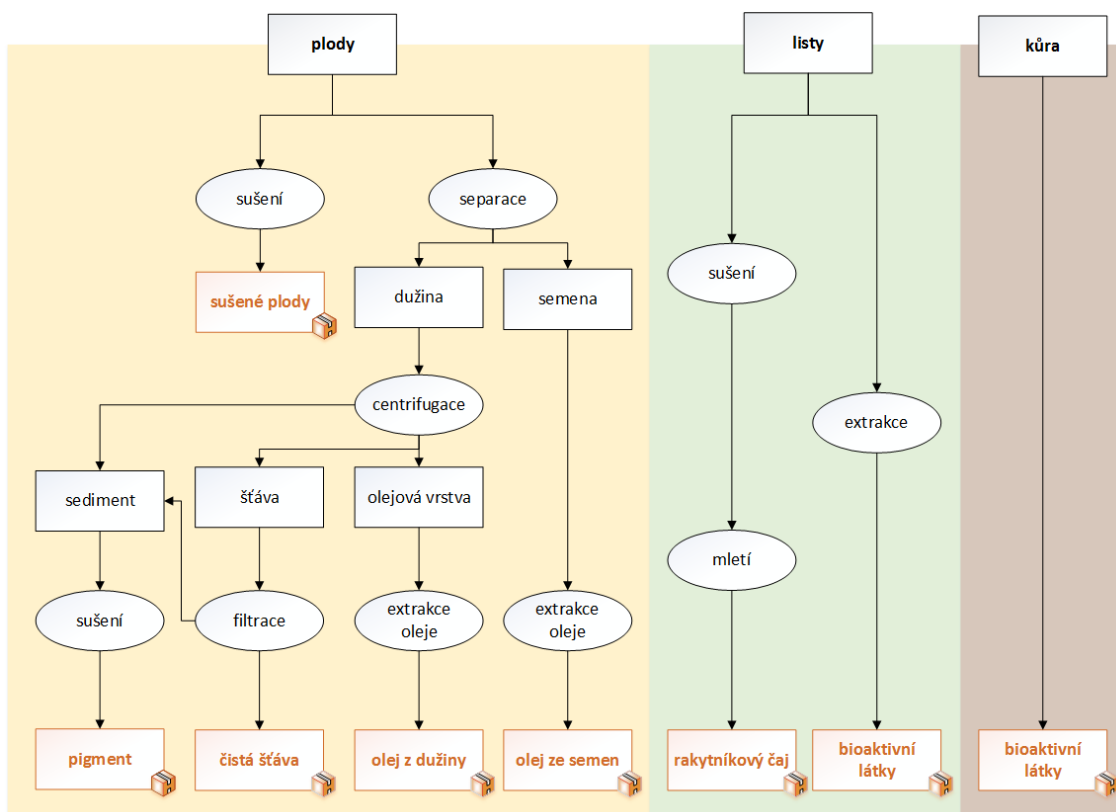
4.7 Způsoby sklizně plodů

Ve Finsku (Yao & Tigerstedt, 1993; Yao, 1994) i na většině světového území začíná dozrávání rakytníkových bobulí počátkem měsíce září a mírně se liší podle variety a místa, kde jsou rostliny pěstovány (British Columbia Ministry of Agriculture, 2001). V některých zemích jsou rakytníkové plody sklízány až v zimě, kdy jsou bobule zmrzlé a lze je snadno sklepat. Nicméně pro některé farmáře je tento způsob nepřijatelný, vzhledem ke ztrátám vlhkosti, vitamínů, ke změnám v chuti během období podzimu a také náročnosti sklizně (Li, 2002). Plně zralých 100 bobulí váží od 4 do 60 gramů, barevně se mohou lišit od žluté po červenou (Rousi & Aulin, 1977; Li & Schroeder, 1996).

Malá velikost plodů, krátká stopka, hustota plodů na větévce a trnitost rostliny ztěžuje ruční i mechanizovanou sklizeň (British Columbia Ministry of Agriculture, 2001). Nevýhodou kombajnů upravených pro sklizeň rakytníkových plodů je možnost odřezávání pouze celých větví s plody, jak je vidět v Příloze 7 a Příloze 8. Jelikož rakytník plodí na dvouletých výhonech, tento způsob sklizně umožňuje získat plody pouze každým druhým rokem, což je pro většinu farmářů ekonomicky nevýhodné (Li, 2002). Jak uvedl Li (2002), v Kanadě se jako nejlepším způsobem získávání plodů ukázalo jejich setřásání z jednotlivých větví do lapačů umístěných kolem keře.

4.8 Možnosti zpracování

Proces zpracování začíná podzimním sběrem, pokud se bobule nechají nedotčené, zůstávají na větvkách po celou zimu (Li & Schroeder, 1996). Sklizeň obvykle probíhá ručně nebo za pomoci mechanizace. Plody, které jsou zničené, napadené škůdci nebo nemocné jsou vyřazovány. Stejně tak jsou vybírány listy a větévky sebrané při sklizni (viz Příloha 10). Následně jsou bobule přebírány a čištěny vodou při teplotě kolem +40 °C (Zhang *et al.*, 1989a). Dojde tak k odstranění mikroorganismů a prachu ulpělého na plodech (Liu & Liu, 1989). Plody musí být co nejdříve odvezeny na místo zpracování. Zde se okamžitě podchlazují na teplotu 4–6 °C, aby se zamezilo rozvoji mikroorganismů (viz Příloha 9). Pokud je nutné bobule uložit na déle než jeden až dva dny, měly by se zamrazit. Lze je tak zpracovávat postupně na základě poptávky (Li *et al.*, 2003). Názorně je proces zpracování zobrazen na Obrázku 4 i s výslednými produkty.



Obrázek 4: Schéma zpracování rakytníku a jeho produkty (upraveno podle Utioh *et al.*, 2009)

4.8.1 Extrakce šťávy

Šťávu z plodů lze získat několika způsoby, technika lisování je však Bumpem (1989) považována za standardní k získání tekutého podílu. Tento způsob poskytuje výtěžek šťávy podle Heilschera a Lorbera (1996) přibližně 67 % (w/w). Nevýhodou lisů je nižší efektivita a velmi zakalený produkt (Zhou & Chen, 1989). Autoři Zhang a Yu (1989) využívali k extrakci dekantační (horizontální) centrifugu, která umožňuje kontinuální extrakci a vysokorychlostní (vertikální) centrifugu. Jak uvedli Beveridge a Harrison (2001), při centrifugaci se od sebe oddělují tři vrstvy. Na povrchu vzniká krémová vrstva obsahující tuky, střední vrstva šťávy a ve spodní části sediment. Při teplotě +4 °C horní vrstva tuhne, proto je relativně jednoduché od sebe vrstvy oddělit s minimální kontaminací. S touto vrstvou se dále pracuje a vzniká tak dužinový olej.

Díky vysokému obsahu karotenoidů je rakytníková šťáva zbarvena žlutě až sytě oranžově (viz Příloha 3). Odstín mohou ovlivňovat částičky dužiny zbarvené žlutě až hnědě, případně kapičky oleje (Beveridge & Harrison, 2001).

K delšímu skladování šťávy je nutné provést sterilaci nebo pasterizaci. Nejlepším způsobem je podle Liu a Liu (1989) ošetření vysokou teplotou po krátkou dobu (HTST), což znamená zahřátí na 80–90 °C po dobu několika sekund. Při zahřátí na vyšší teplotu hrozí ztráta nebo změna chuti, stejně tak dochází k destrukci vitamínu C. Šťáva se může začít zbarvovat do hněda po 6 měsících skladování při teplotě 15–20 °C. Dobu trvanlivosti lze prodloužit snížením skladovací teploty na +4 °C bez přístupu slunečního záření (Zhou & Chen, 1989).

4.8.2 Extrakce oleje

Rakytník obsahuje olej v semenech a dužině (viz Příloha 4). Jejich složení se velmi liší podle poddruhu, původu, metody extrakce a doby sklizně (Yang & Kallio, 2002). Dužinový olej (viz Příloha 5) se získává centrifugací, při které vzniká hladká tuková vrstva (Li *et al.*, 2003). Příloha 6 ukazuje rozdíl v pigmentaci těchto dvou olejů. Dříve běžnou metodou pro průmyslové získání oleje byla extrakce pomocí rozpouštědla, většinou hexanu (Weiss, 1970; Kumar *et al.*, 2011). Přestože jsou hexany málo toxické a snadno

ze šťáv odstranitelné, mohly po sobě přesto zanechávat určitá rezidua v podobě těkavých a vznětlivých látek (Li *et al.*, 2003).

Novější metodou je superkritická fluidní extrakce (SCFE) pomocí CO₂ za využití vysokého tlaku. Podle Cossuta *et al.* (2007) je v potravinovém průmyslu superkritický oxid uhličitý významný tím, že je netoxický, nevýbušný a bezzbytku může být odstraněn z produktu. Vzniká tak čistý olej, který lze dále využívat v kosmetice, medicíně a potravinářství (Beveridge *et al.*, 1999). Při této metodě také nedochází k degradaci látek obsažených v oleji, jelikož kritickou hranicí pro CO₂ je teplota +31,05 °C a tlak 7,38 MPa (Rizvi *et al.*, 1986). V dřívějších dobách byl nejčastěji využíván šroubový lis a oproti moderním technikám se jeví jako velmi neúčinný, jelikož takto lisovaný olej obsahuje v porovnání s metodou SCFE CO₂ mnohem méně významných látek (Kumar *et al.*, 2011).

4.8.3 Pigment

Pigment lze extrahovat ze zbytkových materiálů rakytníku, kterými jsou filtrační koláč (zbytek po extrakci šťávy) a sediment po centrifugaci. Následné využití pigmentu může být v potravinářství, kosmetice nebo farmaceutickém průmyslu (Beveridge *et al.*, 1999). Jednou z dalších metod je extrakce nízkoobsahovým alkoholem, například ethanolem (Chen *et al.*, 1995; Liu & Liu, 1989), kdy je nejprve koncentrace suspenze upravena na 11–13 °Bx a extrahovaný pigment je dále sušen v rozprašovací sušárně. Výsledným produktem je žlutý prášek (Li *et al.*, 2003).

Druhým vyzkoušeným způsobem je superkritická extrakce pomocí CO₂. Největší vliv na množství získaného pigmentu má podle Messerschmidta *et al.* (1993) tlak, kdy 64% výtěžek karotenoidů byl získán při použití tlaku 60 MPa a teploty 85 °C.

4.8.4 Zpracování listů

Rakytníkové listy obsahují mnoho živin a bioaktivních látek. Možností zpracování listů je několik, nabízí se výroba listových extraktů (Salenko *et al.*, 1986) a čajů (Beveridge *et al.*, 1999) s využitím ve farmaceutickém a kosmetickém průmyslu (Li *et al.*, 2003). Obecně je barva považována za ukazatel kvality rostlinných produktů. U listů, včetně

těch čajových, bývá používán jako indikátor obsah chlorofylů (Suzuki & Shioi, 2003). Listy na výrobu čaje (viz Příloha 2) se suší při teplotách 30–90 °C (Temple & Boxtel, 1999). Autoři Tiffany *et al.* (2005) zkoumali vliv sušení při různých teplotách na ztrátu živin v listech. K poklesu došlo u všech zkoumaných teplot (50–100 °C), kdy nejvíce stabilními látkami byly chlorofyly, karotenoidy a fenoly. Sušené rakytníkové listy nicméně obsahují vyšší množství těchto látek oproti běžně konzumovaným zeleným listům, například zeleniny (Li *et al.*, 2003).

4.8.5 Krmivo

Rakytník je dlouhá staletí využíván ve výživě zvířat jako doplněk ke krmným směsím, díky jeho pozitivním účinkům na zdraví zvířat. Jak naznačuje několik studií (Biswas *et al.*, 2010; Kaushal & Sharma, 2011), rakytníkové listy spolu se zbytky semen a bobulí po průmyslovém zpracování jsou vhodné k následnému zkrmování farmovým zvířatům a drůbeži.

Jako příklad lze uvést výsledky příkrmování vylisky rakytníku jehňatům, prasatům, kuřatům a králíkům, které popsal Matafonov (1983). U prasat bylo dosaženo až třikrát vyšších přírůstků hmotnosti a snížení úmrtnosti oproti kontrolní skupině. Zkrmování jehňatům (50 g/kus/den) zvýšilo průměrný denní přírůstek o 11,8 %, obdobně u kuřat (3-5 g/kus/den) o 12,5 %. U králíků bylo pozorováno zvýšení přírůstků do 36 % (10 g vylisků/kg hmotnosti) a zvýšení kvality masa.

Vlivu rakytníku na produkci vajec a zbarvení žloutku se věnovali Dumbrava *et al.* (2006). Využívali drcené sušené bobule, které přidávali k běžnému krmivu. Byly vytvořeny tři skupiny kuřat po 20 kusech, jedna kontrolní a dvě skupiny příkrmované touto drtí (v množství 2,5 % a 4 %) sušeného rakytníku v krmné směsi. U slepic příkrmovaných rakytníkem došlo k nárůstu pigmentu ve žloutku i zvýšení produkce vajec, nejlepší výsledky vykazoval přidavek rakytníku do krmiva v množství 4 %. Stejný vliv zkoumal také Pebriansyah (2014), který měl k dispozici 2160 nosnic. Skupina, které bylo přidáváno 5 % rakytníkových vylisků, vykazovala lepší zbarvení žloutku, nicméně produkce vajec byla srovnatelná s kontrolní skupinou. Výraznější zbarvení žloutku vykazovala také skupina krmená 13,5 % rakytníku, avšak zde docházelo

ke snížení hmotnosti vajec i jejich produkci. U obou skupin krmných rakytníkem poklesla hmotnost nosnic.

Mahmoud *et al.* (2014) zjišťovali vliv rakytníkových výlisků na přírůstek a barvu kůže. Měli k dispozici 2640 kusů brojlerových kuřat, které rozdělili do tří skupin. První byla krmena běžným krmivem, druhá dostupnou krmnou směsí s obsahem přírodního pigmentu (0,05 %) a třetí obsahovala v krmivu rakytníkové výlisky v množství 5 % z celkové dávky krmiva. Výsledky ukázaly, že rakytník zvýšil pigmentaci kůže, avšak živá hmotnost brojlerových kuřat ve 49. dni byla nižší ve srovnání s kontrolní skupinou. Nejlepších výsledků bylo dosaženo při použití přírodního barviva z aksamitníku (*Tagetes erecta*), jak z hlediska pigmentace kůže, tak i koncové živé hmotnosti a konverze krmiva. Na základě tohoto výzkumu lze konstatovat, že zbytky po zpracování rakytníku v podobě výlisků mohou být použity až v 5% množství z celkového objemu krmiva bez negativních dopadů na zdraví brojlerových kuřat.

4.9 Obsahové látky

4.9.1 Bobule

Plody jsou tvořeny dužinou (68 %), semenem (23 %) a slupkou (7,75 %), jak popsali Zadernowski *et al.*, 1997. Rakytníkové bobule jsou bohatým zdrojem živin, přestože jsou velmi kyselé. Mezi ně řadíme především proteiny a několik esenciálních aminokyselin. Z minerálních látek můžeme jmenovat Ca, P, Fe, K (Bal *et al.*, 2011), jejich množství ve šťávě a sušených bobulích (viz Příloha 1) zobrazuje Tabulka 2. Další významnou skupinu tvoří vitamíny. Nejvíce se v bobulích vyskytuje vitamín C. Jeho množství kolísá v rozmezí 114–1550 mg/100 g bobulí (průměrně 695 mg/100 g) v závislosti na odrůdě, stupni zralosti a podmínkách prostředí (Gao *et al.*, 2000; Zeb, 2004). Z dalších vitamínů rozpustných ve vodě se v rakytníku vyskytují thiamin (B1), riboflavin (B2) a kyselina listová (B9), jak popsali Bekker a Glushenkova (2001). Z vitamínů rozpustných v tucích plody rakytníku řešetlákového obsahují vitamín E (tokoferoly, 1–10 mg/100g), provitamín A (beta-karoten, 3–15 mg/100g) a vitamín K (Gao *et al.*, 2000; Zeb, 2004).

Dále bobule obsahují cukry, hlavně glukózu a fruktózu, které jsou obsaženy v rakytníkové šťávě v rozmezí 0,6–24,2 g/100 ml. Současně bobule obsahují jedno z nejvyšších množství přírodních antioxidantů mezi léčivými rostlinami (Bal *et al.*, 2011), kam řadíme kyselinu askorbovou (vitamín C), tokoferoly (vitamín E), karotenoidy a flavonoidy (Rosch *et al.*, 2003; Suomela *et al.*, 2006; Wang *et al.*, 2011b). Množství těchto látek v litru rakytníkové šťávy ukazuje Tabulka 3.

Tabulka 2: Obsah minerálních prvků v plodech rakytníku

Obsah minerálních prvků v rakytníkové šťávě a sušených bobulích					
prvek	šťáva (mg/l)		sušené bobule (mg/kg)		
	čínský původ		čínský původ	finský původ	
vápník	64–256	93,9–173	3119,3	800–1480	270–740
železo	5,9–161	4,1–10,9	3264,3	64,3	22–33
hořčík	53,3–165	39,8–103	2222,2	470–730	560–790
fosfor	-	82,1–206	959,6	-	-
draslík	100–806	147–209	-	6440–12200	10300–14000
zinek	2,1–6,3	0,4–1,3	30,4	8,8–27	14–27
zdroj:	Tong <i>et al.</i> (1989)	Zhang <i>et al.</i> (1989a)	Chen (1988)	Kallio <i>et al.</i> (1999)	

Tabulka 3: Obsah antioxidantů v rakytníkové šťávě (Eccleston *et al.*, 2002)

Obsah antioxidantů v rakytníkové šťávě	
antioxidant	mg/l
vitamín C	1540,0
vitamín E	13,5
α-, β-, γ- tokoferoly	12,4
α-, β-, γ- tokotrienoly	1,1
karotenoidy	7,3
β-karoten	3,3
flavonoidy	1182,0

4.9.2 Listy

V listech rakytníku je obsaženo významné množství živin a bioaktivních látek, především fenolů, které jsou v listech reprezentovány flavonoidy. Konkrétně obsahují epikatechin, galokatechin, epigalokatechin a kyselinu gallovou (Upadhyay *et al.*, 2009; Suryakumar & Gupta, 2011). Autoři Chen *et al.* (1991) uvedli jejich množství v rozmezí 319–2100 mg/100g sušených listů. Čerstvé listy obsahují vysoké množství karotenoidů (26,3 mg/100g) a chlorofylu (98,8 mg/100 g), který je ukazatelem kvality zelené biomasy. Přestože se sušením část látek ztrácí, v porovnání s jinými rostlinami je toto množství stále nadprůměrné (Guan *et al.*, 2005).

Podle Biswase *et al.* (2010) listy rovněž obsahují nezanedbatelné množství bílkovin (20,7 %) a aminokyselin (0,73 % lysinu, 0,13 % methioninu a cysteinu), minerály (Ca, Mg, K) a kyselinu listovou (Guan *et al.*, 2005; Suryakumar & Gupta, 2011). Jak uvedl Bajer (2014), významný je i obsah vitamínu C v listech v rozmezí 230–260 mg. Valíček a Havelka (2008) dokonce uvádějí obsah až 370 mg/100 g listů.

4.9.3 Olej

Z rakytníku lze extrahovat dva druhy olejů, ze semen a z dužiny (Zeb., 2006). Obsah oleje v plodech se liší v závislosti na velikosti, zralosti, odrůdě či klimatických podmínkách (Yang & Kallio, 2001a). Se stupněm zralosti se podíl oleje v plodech zvyšuje. Usušená dužina a slupka obsahuje 34 % (w/w) oleje, jak popsali autoři Chen *et al.* (1991) a Yang *et al.* (1992). Podle Yang & Kallio (2001a) zralá semena obsahují 6–20 % (w/w) oleje. Několik autorů (Cenkowski, 2006; Zeb, 2006; Kumar *et al.*, 2011) shodně uvedlo, že tyto oleje jsou bohaté na obsah vitamínu E, vitamínu K a karotenoidů (lykopen, β -karoten). Fytosteroly (rostlinné steroly) jsou při konzumaci schopny snižovat množství cholesterolu v krvi a tím pozitivně ovlivňovat kardiovaskulární systém (Li, 2002). Obsah sterolů se liší v rámci poddruhů a klimatu v rozmezích 1200–1800 mg/kg semen, 240–400 mg/kg dužiny a slupky, 340–520 mg/kg celých bobulí (Yang *et al.*, 2001). Jak uvedl Yang a Kallio (2001a), plody *H. rhamnoides* subsp. *rhamnoides* obsahovaly výrazně více oleje než *H. rhamnoides* subsp. *sinensis* (3,5 % vs. 2,1 %).

Oba druhy olejů mají rozdílné zastoupení mastných kyselin. V oleji ze semen převládá kyselina linoleová a linolenová, zatímco v oleji z dužiny kyselina palmitová a palmitolejová (Erkkola & Yang, 2003). Porovnání zastoupení mastných kyselin v oleji ze semen a dužiny ve dvou různých poddruzích rakytníku zobrazuje Tabulka 4.

4.10 Využití a význam v medicíně

Bylinné přípravky jsou používány po mnoho staletí po celém světě nejenom jako léčiva, ale také jako ochranné a zdraví podporující prostředky. Rakytník řešetlákový (*Hippophae rhamnoides* L.) v posledních letech získává pozornost pro svůj vysoký potenciál využití ve výživě a medicíně. V tradičním čínském léčitelství je používán již od dob dynastie Tchang vládnoucí před více než 1000 lety. Rakytník byl využíván tradičně také v severských zemích, především v okolí Baltského moře, jako potravina, palivo a léčivo určené pro člověka i zvířata (Dhyani *et al.*, 2010). Na léčivé účinky některých fytochemických látek přítomných v rakytníku poukazuje Tabulka 5.

Tabulka 4: Zastoupení mastných kyselin v rakytníkovém oleji dvou poddruhů (Yang & Kallio, 2001b)

Obsah mastných kyselin v rakytníkových olejích (<i>Hippophae rhamnoides</i>L.)					
mastná kyselina		poddruh <i>rhamnoides</i> (Yang & Kallio, 2001b)		poddruh <i>sinensis</i> (Yang & Kallio, 2001b)	
		olej ze semen % (w/w)	olej z dužiny % (w/w)	olej ze semen % (w/w)	olej z dužiny % (w/w)
16:0	palmitová	7,4	27,8	8,7	26,7
16:1 (n-7)	palmitolejová	-	32,8	-	27,2
18:0	stearová	3,0	0,8	2,5	1,3
18:1 (n-9)	olejová	17,1	17,3	19,4	17,1
18:1 (n-7)	vakcenová	2,8	9,1	2,2	8,1
18:2 (n-6)	linolová	39,1	9,0	40,9	12,7
18:3 (n-3)	α -linoleová	30,6	3,2	26,6	7,1

názvosloví – počet uhlíků v řetězci:počet dvojných vazeb (poloha první dvojně vazby od methylového uhlíku)

Tabulka 5: Léčivé vlastnosti významných fytochemických látek obsažených v rakytníku

Hlavní fytochemické látky obsažené v rakytníku a jejich léčivé vlastnosti		
složka	léčivé vlastnosti	zdroj
tokoferoly	působí jako antioxidant, minimalizuje oxidaci lipidů, pomáhá k úlevě od bolesti	Kallio <i>et al.</i> (2002a)
karotenoidy	působí jako antioxidant a pomáhá při syntéze kolagenu a epitelizaci	Andersson <i>et al.</i> (2009)
vitamín C	působí jako antioxidant, udržuje integritu buněčných membrán, urychluje syntézu kolagenu	Kallio <i>et al.</i> (2002a)
vitamín B	stimuluje regeneraci buněk a nervů	Jamyansan & Badgaa (2005)
fytoosteroly	zlepšuje mikrocirkulaci v pokožce, zmírňuje zánětlivá onemocnění, protinádorové a antiaterogenní účinky	Yang <i>et al.</i> (2001)
polyfenolické sloučeniny	antioxidant, cytoprotektivní a kardioprotektivní účinky, léčba poranění	Upadhyay <i>et al.</i> (2010)
PUFA	imunomodulační, neuroprotektivní, protinádorové účinky	Yang & Kallio (2001b)
organické kyseliny	snižují riziko infarktu myokardu a mozkových příhod, léčba poranění	Yang & Kallio (2001b)
zinek	posiluje krevní oběh, pomáhá při proliferaci buněk, kofaktor enzymů, zvyšuje využití vitamínu A	Gupta & Singh (2005)

4.10.1 Antioxidační účinky

Antioxidanty jsou řazeny mezi bioaktivní látky, které redukují činnost kyslíkových radikálů. Tím chrání buňky před poškozením způsobeným oxidačním stresem (Fenster *et al.*, 2003).

Zeb a Hussain (2014) prováděli výzkum vlivu rakytníkových semen na oxidační stres způsobený zkrmováním tepelně zoxidovaného slunečnicového oleje králíkům. Tento olej způsoboval změny v biochemickém složení krve, ale i v játrech. Jeho toxicita byla výrazně nižší při současném krmení mletých semen rakytníku díky zvýšení antioxidačního potenciálu.

Účinky alkoholového extraktu z listů rakytníku na oxidační stres způsobený chromem u krys prováděli Geetha *et al.* (2003). Chrom je těžký kov, který se přirozeně vyskytuje v prostředí. Výsledky ukázaly, že výtažky v množství 100 a 250 mg/kg tělesné hmotnosti významně chrání zvířecí organismus před oxidačními účinky chromu. To potvrzují i dřívější výsledky, které uvádí Geetha *et al.* (2002b) ve studii prováděné *in vitro*. Alkoholové extrakty z listů a plodů inhibovaly produkci volných radikálů, apoptózu a fragmentaci DNA způsobené přítomností chromu.

Jak popsali Wu & Meng (2003), jejich pozorování ukázala, že rakytníkový olej působí rovněž proti oxidačním účinkům různých koncentrací oxidu siřičitého, kterým byly vystavovány skupiny experimentálních myší. Oxid siřičitý (SO₂), jako všudypřítomná znečišťující látka ve vzduchu, je v organismu z 99 % absorbován dýchacím ústrojím (Etlik *et al.*, 1995). V jiném výzkumu volné radikály produkované SO₂ vedly k oxidačnímu poškození orgánů myší a byly označeny za systémový jed (Meng, 2003; Meng & Zhang, 2003).

Autoři Solcan *et al.* (2011) hodnotili profylaktický účinek rakytníkového oleje v případě, kdy byla brojlerová kuřata krmena směsí s přítomnými ochratoxiny A. Jedná se o mykotoxiny produkované nejčastěji plísněmi rodů *Aspergillus* a *Penicillium* způsobující oxidační poškození buněk. Bylo zjištěno, že přídavek oleje zmenšil nepříznivý účinek ochratoxinů, přítomnost reziduí v játrech a ledvinách byla značně redukována

a kuřata dosahovala vyšších přírůstků. Lze usuzovat, že přírodní antioxidanty obsažené v rakytníku sehrávají významnou roli při detoxikaci organismu.

4.10.2 Imunomodulační účinky

Imunita se vyznačuje schopností organismu účinně se bránit proti škodlivým patogenům (Olorunfemi, 2010). Rakytník řešetlákový je zdrojem mnoha živin a bioaktivních látek, z nichž některé jsou považovány za klíčové pro imunitní systém. Například můžeme jmenovat flavonoidy (Yuzhen & Fuheng, 1997; Kallio *et al.*, 2002b), vitamín C (Geetha *et al.*, 2002a, Kallio *et al.*, 2002b), vitamín E (Marsch *et al.*, 1986), aj.

Autor Zhong (1989) zkoumal vliv směsi extraktů z rakytníku na myších a morčatech. Dospěl k závěru, že tyto extrakty příznivě působí proti anafylaktickému šoku a mohou posílit fagocytární aktivitu spolu s nárůstem lysozymů u myší a alexinů (komplementů) u morčat. Bylo také dokázáno, že tyto látky posilují funkci nespecifické imunity. Jejich koncentrace byla v přímém poměru se vznikem interleukinu-2 (IL-2), který se významně podílí na imunitní odpovědi.

Další výzkumné práce se týkaly vlivu ethanolového extraktu rakytníku na buněčnou složku specifické imunity u nosnic, kdy koncentrace 50 µg/ml průkazně zvyšovala funkci makrofágů. Nicméně při vyšších koncentracích (400 µg/ml) došlo k inhibici vzniku nových leukocytů. Tento efekt může najít uplatnění při terapii onemocnění, kde je žádoucí potlačení imunitní odpovědi (Dorhoi *et al.*, 2006).

Vědci Ramasamy *et al.* (2010) zkoumali imunoprotektivní vliv rakytníkových plodů proti T-2 toxinům u kuřat. Tyto mykotoxiny jsou sekundárními metabolity několika hub rodu *Fusarium*. Vyvolávají široké spektrum toxických účinků, mimo jiné potlačují buněčnou a humorální imunitní odpověď (Corrier, 1991) a inhibují syntézu proteinů (Ueno *et al.*, 1973). U drůbeže zvyšují náchylnost k onemocněním s následným úbytkem produkce (Ziprin & Elissalde, 1990). Výzkum byl proveden na patnáctidenních kuřatech. Do krmné směsi jim byla přidávána pšenice s inokulovaným druhem *Fusarium sporotrichoides* v koncentraci 1 ppm. Do krmiva byly přidávány drcené úsušky z rakytníkových bobulí v množství 400 a 800 ppm. Tento obsah významně zvýšil humorální imunitní odpověď ve srovnání se skupinou zvířat, která byla krmena pouze

s přídavkem *Fusarium sporotrichoides*. V další studii byl zjištěn pozitivní vliv rakytníkových bobulí na humorální imunitu díky vysokému obsahu kyseliny askorbové (Amakye-Anim *et al.*, 2000). Autor Pier (1991) prokázal, že aflatoxiny nemění hladinu imunoglobulinů v krvi, avšak vědci Ramasamy *et al.* (2010) naopak uvedli jejich významný pokles. To by mohlo být způsobeno silným imunosupresivním účinkem T-2 toxinů. Nárůst imunoglobulinů v krevním séru může být zřejmě připsán vysokému obsahu vitamínu E v rakytníkových bobulích. Také autoři Marsch *et al.* (1986) uvedli ve svém výzkumu pozitivní vliv vitamínu E na imunitní systém u kuřat. Ve skupině krmené směsí s přídavkem rakytníku byl zjištěn nárůst aktivity makrofágů. Podobné výsledky, spolu se zvýšenou aktivitou lyzozomů, zaznamenali vědci Zhang *et al.* (1989b) u myší krmených rakytníkovými výtažky.

4.10.3 Vliv na kardiovaskulární systém

Z rakytníkových listů a plodů lze vyextrahovat skupinu sloučenin, mezi kterými je také sedm typů flavonoidů. Nejdůležitějšími jsou isorhamnetin a kvercetin (Eccleston *et al.*, 2002).

Autoři Pang *et al.* (2008) prokázali antihypertenzní vliv flavonoidů extrahovaných ze sušených semen rakytníku. Výzkum byl prováděn na krysách, které byly šest týdnů krmeny krmivem s vysokým obsahem sacharidů. Po uplynutí doby experimentu došlo u skupiny, které nebyly podávány flavonoidy, k výraznému zvýšení systolického krevního tlaku (o 25,60 %), dále inzulinu v krvi (o 114,24 %), triglyceridů v krvi (o 85,14 %) a také zvýšení množství angiotensinu II v srdci a ledvinách ve srovnání s kontrolní skupinou. Všechny tyto hodnoty byly do určité míry regulovány při současném podávání flavonoidů, přičemž nejlepších výsledků bylo dosaženo při obsahu 150 mg/kg/den.

Jiná studie poukázala na pozitivní působení oleje ze semen rakytníku proti ateroskleróze a kardioprotektivní účinky. Autoři Basu *et al.* (2007) měřeními zjistili, že u králíků, kterým bylo po dobu 60 dnů podáváno krmivo s vysokým množstvím cholesterolu spolu s olejem ze semen, došlo k zamezení dalšího nárůstu celkového cholesterolu. Tato kombinace způsobila výrazný pokles triglyceridů, LDL cholesterolu a také vyšší nárůst HDL cholesterolu ve srovnání s neošetřenou skupinou.

Vědci Wang *et al.* (2011a) podávali myším krmivo s vysokým obsahem tuku. Hodnocen byl vliv flavonoidů extrahovaných z rakytníkových semen. Výsledkem bylo zjištění o významném snížení celkové koncentrace cholesterolu a triglyceridů v játrech spojené s poklesem cholesterolu a potlačením růstu hladiny glukózy v krvi.

Účinek drcených a jemně rozemletých sušených plodů rakytníku na srdeční výkonnost a složení plasmy u hypertenzních krys s predispozicemi k mrtvici zkoumali další autoři Koyoma *et al.* (2009). Sledovali dvě skupiny krys, z nichž jedna byla krmena běžným krmivem a druhá krmivem s přidavkem rakytníkového prášku (0,7 g/kg/den) po dobu 60 dní. Zjistili, že po této době došlo u druhé skupiny ke snížení krevního tlaku, srdečního tepu a v krvi se snížilo množství triglyceridů, cholesterolu a také glykovaného hemoglobinu. Dospěli k závěru, že rakytník zlepšil metabolické procesy a tlak ve ventrikulárních vlásečnicích.

4.10.4 Protinádorové účinky

Neexistuje mnoho literárních zdrojů zabývajících se účinky rakytníku na léčbu a prevenci rakoviny. Podle výzkumu autorů Nersesiana *et al.* (1990) však inhibiční účinky rakytníkového oleje na rakovinové buňky nebyly prokazatelné v takové míře, jako u běžně používaných chemoterapeutik. Ve srovnání s cyklofosfamidem měl rakytníkový olej pouze poloviční účinnost.

Agrawala a Goel (2002) poukázali na možné využití extraktů z rakytníku (zkoumali alkoholový extrakt, který obsahoval především flavonoidy) k ochraně kostní dřeně myší, které byly vystaveny radiaci. Studie ukázala, že extrakt pomohl k rychlejší regeneraci buněk kostní dřeně. Rovněž Chen (2003) prokázal vliv rakytníkového oleje na rychlejší obnovu krvetvorby u myší po aplikaci vysokých dávek chemoterapeutik.

4.10.5 Vliv na gastrointestinální trakt

Účinností rakytníkových bobulí na prevenci a léčbu žaludečních vředů u koní se zabývali Huff *et al.* (2012). K výzkumu bylo využito komerčně dostupného léčivého přípravku SeaBuck SBT Gastro-Plus (SeaBuck Equine LLC, Midvale, UT). Byl zjištěn

významný úbytek vředů na glandulární (žláznaté) sliznici, zatímco na nežláznatou sliznici neměl přípravek vliv.

Xing *et al.* (2012) zjistili, že olej z dužiny rakytníku pozitivně působí proti žaludečním obtížím u krys. Hodnocen byl vliv na vyprazdňování žaludku, sekreční funkci a analgetický efekt. Podávání tohoto oleje způsobilo výrazný pokles tvorby žaludečních kyselin a pepsinu. Zároveň byl zaznamenán rychlejší nárůst žaludeční sliznice. Účinek na bolest byl hodnocen na základě způsobených křečí po aplikaci kyseliny octové. I ten byl hodnocen pozitivně, neboť došlo k omezení těchto projevů.

4.10.6 Hepatoprotektivní účinky

Autoři Solcan *et al.* (2012) prováděli výzkum týkající se vyhodnocení účinnosti rakytníkového oleje z plodů proti aflatoxinu B1 (AFB1) a jeho toxicitě v játrech u brojlerových kuřat. Rakytník redukuje poškození jater díky svým antioxidačním účinkům, jak uvedli Chauhan *et al.* (2007) a Yang *et al.* (2011) a přispívá tak i k obnově jaterní tkáně (Geetha *et al.*, 2008). AFB1 je sekundárním metabolitem hub druhů *Aspergillus flavus* a *Aspergillus parasiticus* a vyskytuje se jako přirozený kontaminant v obilninách a krmivech. Jako toxin a mutagen může způsobovat nádory jater, nekrózy, cirhózy a akutní poškození jater u zvířat (Murphy *et al.*, 2006). Podle Burkeho *et al.* (2005) tyto problémy postihly mimo jiné psy, prasata, kuřata a mléčný skot. Solcan *et al.* (2012) dospěli k závěru, že AFB1 snižuje množství proteinů v krvi, konkrétně zde byl výrazný vliv na přítomnost albuminů. Pokud byl kuřatům podáván také rakytníkový olej, histologické vyšetření prokázalo redukcí jaterních nekróz a došlo k výraznému snížení zbytků aflatoxinu v játrech. Protektivní účinek oleje ze semen proti poškození jaterní tkáně tetrachlormetanem (CCl₄) testovali vědci Hsu *et al.* (2009) na myších. Po perorálním podání oleje došlo během 8 týdnů k redukcí zvýšených hladin enzymů, které signalizují onemocnění jater. V tomto případě byla optimální dávka 0,26 mg oleje/kg tělesné hmotnosti, která vykazovala nejvyšší efekt.

4.10.7 Léčba kožních onemocnění

Jedna ze složek raktníkového oleje, kyselina palmitolejová, je součástí kůže. Je považována za cennou složku především při léčení popálenin a zranění. Tato kyselina také může dodávat kůži živiny, pokud je podávána perorálně v přiměřeném množství v podobě plodů nebo oleje (Zhao, 1994). Rakytníkový olej je již nyní široce využíván samostatně nebo jako komponent přípravků, které léčí popáleniny, vředy a infekce. Látky z rakytníku mají také schopnost blokovat účinek UV záření, zklidňovat a regenerovat pokožku (Zhao, 1994; Goel *et al.*, 2002).

Vědci Saggu *et al.* (2007) a Upadhyay *et al.* (2009) se shodli, že rakytníkové listy nenesou riziko cytotoxicity, kontaminace těžkými kovy a nepříznivých účinků při orálním podávání jeho výluhů.

Další autoři (Verma *et al.*, 2011) hodnotili antibakteriální vlastnosti extraktů z listů rakytníku proti běžným kožním bakteriím *in vitro*. Použili různé koncentrace extraktu (0,5–5 %) a dospěli k závěru, že 5% koncentrace dokáže inhibovat bakterie až z 50 % stejně efektivně, jako běžně používaná léčiva. Léčivé účinky flavonoidů extrahovaných z rakytníkových plodů určené k léčbě kožních poranění krys byly potvrzeny autory Gupta *et al.* (2006). Obdobně *in vitro* stanovili Verma *et al.* (2013) antimykotickou aktivitu metanolového extraktu z listů. Výzkum prováděli s běžnými druhy plísní, které jsou spojovány s kožními infekcemi. U 5% koncentrace byl zjištěn inhibiční účinek až 80 % v porovnání s běžnými komerčními přípravky.

Vodný výluh extraktů z listů rakytníku použili pro svůj výzkum Upadhyay *et al.* (2011). Na pokusných popáleninách krys byla zjišťována účinnost extraktů a také případný mechanismus účinku při léčení těchto ran. Nejúčinnější koncentraci měl 5% výluh, který byl následně podroben rozsáhlejšímu zkoumání. Tato koncentrace způsobila rychlejší hojení rány ve srovnání s kontrolní skupinou a skupinou ošetřenou sulfadiazinem. V místě poranění došlo i ke zvýšené syntéze kolagenu. Avšak ani při tomto výzkumu nebyla zjištěna cytotoxicita extraktu. Ta byla zkoumána *in vitro* na buňkách BHK-21. Obdobných výsledků bylo dosaženo v dřívější studii Gupty *et al.* (2005) na řezných poraněních u krys nebo u Upadhyay *et al.* (2009), kde byla předmětem výzkumu aplikace oleje ze semen.

4.10.8 Vliv na tepelný stres a nedostatek kyslíku

Danou problematikou se zabývali Saggu a Kumar (2007), kteří použili při svém výzkumu extrakty z rakytníkových listů. Jejich cílem bylo zjistit účinek na organismus krys, které byly vystaveny chladu a hypoxii. První skupina dostávala jednu dávku extraktu v množství 100 mg/kg živé hmotnosti a druhá dostávala tuto dávku v pětinasobném množství (500 mg/kg živé hmotnosti), a to vždy 30 minut před vystavením chladu a hypoxii. Efektivitu extraktu hodnotili podle hladiny LDH, glukózy a laktátu v krvi, peroxidace lipidů a antioxidačních parametrů při dosažení rektální teploty $T_{rec} = 23\text{ }^{\circ}\text{C}$ a poté po zotavení, kdy $T_{rec} = 37\text{ }^{\circ}\text{C}$. První skupina krys (dávka 100 mg extraktu na kilogram živé hmotnosti) vykazovala omezený růst hladiny malondialdehydu (MDA) a nižší pokles množství glutationu (GSH) a katalázy (CAT) v krvi. U obou skupin došlo k omezení nárůstu volných mastných kyseliny (FFA) a laktátdehydrogenázy (LDH) v krvi při dosažení $T_{rec} = 23\text{ }^{\circ}\text{C}$. Lze usuzovat, že hlavní zásluhu na těchto účincích má přítomnost antioxidantů.

Tepelný stres je jedním z převládajících faktorů, který snižuje přírůstky u drůbeže a ovlivňuje také výslednou chuť masa (Chiang *et al.*, 2008). Vliv rakytníkových listů na chuť masa zkoumali Zhao *et al.* (2012) u brojlerových kuřat. Těm byly do krmiva přidávány drcené rakytníkové listy v různém množství. Během 4. týdne byla kuřata vystavována tepelnému stresu (34–38 °C). Mimo jiné bylo měřeno množství inosinmonofosfátu (IMP) v prsních svalech, které bylo u všech skupin výrazně vyšší v porovnání s kontrolní skupinou (při přidavku 1 % drcených listů až o 103 %). Jak předpokládali Bayliss *et al.* (1995), obsah IMP je jedním z nejdůležitějších faktorů ovlivňujících chuť. Přestože přidavek rakytníku zvýšil množství IMP, bylo celkově zaznamenáno určité zhoršení chuťových vlastností.

Jak uvedli Puroshothaman *et al.* (2008) a Puroshothaman *et al.* (2011), látky extrahované alkoholem z rakytníkových listů a olej ze semen poskytly významnou ochranu proti hypobarické hypoxii u krys. Pokud byl rakytníkový olej podáván s určitým předstihem před samotným stresem, byla zaznamenána zvýšená tolerance k sníženému přísunu kyslíku, která se projevovala prodloužením doby dýchání v těchto podmínkách, času přežití a sníženou hladinou katecholaminů v plasmě (Puroshothaman *et al.*, 2008).

Účinnost vodného výluhu rakytníkových listů na buněčnou smrt při omezeném přísunu kyslíku na krysích hepatocytech zkoumali Tulsawani *et al.* (2013). Vodný extrakt obsahoval fenoly, flavonoidy a antioxidanty. Z hlavních flavonoidů zde byly isorhamnetin, kaempferol a kvercetin-3-galaktosid. Ošetření buněk těmito extrakty způsobilo zamezení buněčné smrti a bránilo zvýšení hladiny reaktivních forem kyslíku (ROS) a úniku intracelulárních látek. Zmiňované flavonoidy poskytovaly ochranu před poškozením buněk způsobené sníženým přísunem vzduchu, ať už jednotlivě nebo ve vzájemných kombinacích. Látky obsažené v rakytníkových listech mohou tedy kontrolovat hladinu ROS, které způsobují poškození buněk a mohly by být využívány při léčbě mnoha obtíží.

4.10.9 Toxicita

Případnou toxicitou rakytníku se dosud zabývalo velmi málo studií. Podle Saggu *et al.* (2007) vodný výluh listů nepůsobil toxicky ani po 30 dnech podávání krysám v maximální účinné dávce 100 mg/kg živé hmotnosti perorálně jednou denně. Obdobné výsledky publikoval také Tulsawani (2010), který podával krysám po dobu 90 dní vodný výluh plodů v koncentracích 0, 100, 250 a 500 mg/kg/den. Během této doby nepozoroval žádné fyziologické změny kromě výrazně zvýšené hladiny glukózy v krvi u posledních dvou koncentrací, která se však po dvou týdnech od ukončení testu vrátila do normálu. V rámci této studie byla dávka NOAEL 100 mg/kg tělesné hmotnosti na den. Yang a Kallio (2001a) na zvířecím modelu testovali toxicitu rakytníkového oleje ze semen a dužiny. Výzkum se zabýval akutní a chronickou toxicitou krve a jejími projevy na játrech a srdci. Hodnotil také mutagenitu a teratogenitu olejů aplikovaných perorálně. Oba druhy olejů byly vyhodnoceny jako bezpečné.

4.10.10 Klinické studie

Léčivé účinky rakytníkových přípravků týkající se kardiovaskulárních onemocnění jsou známé již z tibetské tradiční medicíny (Li, 2002). Novější studie uvedly pozitivní účinky a protektivní vliv při ischemii myokardu a reperfuzi, oxidativním poškození tkání nebo proti dalším rizikovým faktorům (Eccleston *et al.*, 2002). Nedávné studie naznačují, že jednou z příčin aterosklerózy je oxidativní poškození lipidů. Léčba pomocí

antioxidantů by proto mohla výrazně inhibovat vznik aterosklerotických plaků. Výskyt srdečních chorob také úzce souvisí s hladinou HDL cholesterolu (Salahat *et al.*, 2002). Jak uvedl Yang (1995), podávání rakytníku způsobilo u pacientů snížení cholesterolu v krvi, aterogenního indexu (TC/HDL) a zvýšení množství HDL.

Většina studií týkajících se nádorových onemocnění byla prováděna v experimentálních zařízeních na laboratorních zvířatech. Na základě těchto výzkumů lze považovat rakytníkový olej za pomocníka při léčbě rakoviny. Mohl by významně zmírnit vedlejší účinky chemoterapie a ozařování na organismus člověka díky zlepšení funkčnosti gastrointestinálního traktu, zvýšení chuti k jídlu nebo obnově jaterní a ledvinové tkáně (Kumar *et al.*, 2011). Výzkum na lidských buňkách prováděli Hibasami *et al.* (2005), kteří určovali vliv pěti různých flavonoidů extrahovaných z rakytníku na urychlení apoptózy promyelocytárních leukemických buněk HL-60. Vliv flavonoidů na apoptózu buněk hepatocelulárního karcinomu zkoumal Sun *et al.* (2003). Došel k závěru, že extrahované flavonoidy inhibovaly růst buněk BEL-7402 díky urychlení jejich apoptózy. Vlivem rakytníkových flavonoidů na buněčnou smrt buněk Bcap-37 u karcinomu prsu se zabývali Zhang *et al.* (2005).

Problematika žaludečních potíží a vředů začíná být aktuální pro mnoho lidí díky špatnému stravování, kterému není věnována dostatečná péče a pozornost. Rakytník má velký potenciál v léčbě těchto onemocnění, nicméně většina dostupných informací se týká laboratorních pokusů na zvířecích modelech. Z klinických studií lze uvést například využití oleje ze semen, kterým Wang (1992) léčil chronické vředy.

Vitalita jater je často ovlivňována znečišťujícími látkami z prostředí a léčivy, které je mohou poškozovat a narušovat jejich funkci. Důsledkem jsou záněty a cirhózy jater (Zimmerman & Ishak, 1994). Autoři Gao *et al.* (2003) prováděli klinickou studii, jejímž výsledkem byl pozitivní vliv rakytníku na zpomalení vývoje jaterní fibrózy. Došlo k normalizaci jaterních enzymů a žlučových kyselin. Huang *et al.* (1991) zjistili, že při kombinaci běžných léků a rakytníku při léčbě hepatitidy B byla zkrácena doba, ve které se normalizovalo množství alaninaminotransferázy (ALT) v séru.

Rakytníkový olej, který je bohatý na nenasycené mastné kyseliny, má zvláčňující účinky na pleť a schopnost absorbovat světlo (v rozmezí 290–320 nm). Díky těmto

vlastnostem je vhodnou přísadou do kosmetických přípravků nebo k ochraně kůže před UV zářením (Beveridge *et al.*, 1999). Klinické studie se také zabývaly léčbou atopických dermatitid (Yang *et al.*, 1999; Yang *et al.*, 2000). Khan *et al.* (2012) zkoumali vliv rakytníku na zpomalení stárnutí. Výsledkem bylo výrazné zlepšení biomechanických vlastností ošetřované kůže, proto lze uvažovat o jeho využití při ztrátě elasticity kůže spojené se stárnutím.

V klinických testech byly bez vedlejších účinků orálně podávány dávky oleje ze semen v rozmezí od 5 do 45 gramů denně po dobu 4–6 měsíců (Yang *et al.*, 1999; Johansson *et al.*, 2000; Gao *et al.*, 2003). Rakytníková šťáva byla bezpečně podávána v množství 300 ml po dobu osmi týdnů (Eccleston *et al.*, 2002).

5 Výsledky a diskuze

Rakytník řešetlákový (*Hippophae rhamnoides* L.) je unikátní a hodnotný rostlinný druh, který byl domestikován v mnoha částech světa (Lu, 1992; Yao & Tigerstedt, 1995; United States Department of Agriculture, 2014). Výzkumnou činností se nejvíce zabývali autoři z Asie a Evropy. Konkrétně mohou být jmenováni ti z Číny (Xing *et al.*, 2012; Zhao *et al.*, 2012), Indie (Kumar *et al.*, 2011; Suryakumar & Gupta, 2011), Pákistánu (Zeb, 2004) a Ruska. U poslední jmenované země bylo však problematické vyhledat odborné publikace v anglickém jazyce. Přestože bylo Rusko v literatuře zmiňované jako významnou zemí nejen v produkci samotných plodů, ale i rozsáhlou výzkumnou činností (Li & Schroeder, 1996), v bakalářské práci nebyl zmíněn téměř žádný zdroj z této země. V Evropě se problematikou rakytníku zabývali autoři z Finska (Yang & Kallio, 2002; Erkkola & Yang, 2003) a Rumunska (Dorhoi *et al.*, 2006; Solcan *et al.*, 2012). V posledních letech roste zájem a výzkumné aktivity také v Kanadě (Li & Schroeder, 1996; Cenkowski, 2006).

Při tvorbě literárního přehledu bylo zjištěno, že většina studií zaměřených na veterinární nebo humánní medicínu používala extrakty z listů a plodů nebo oleje ze semen a dužiny. Pouze malé množství výzkumů se zabývalo identifikací a popisem jednotlivých bioaktivních složek (Tong *et al.*, 1989; Kallio *et al.*, 1999; Guan *et al.*, 2005; Cenkowski, 2006), které bývají velmi důležité při následném vývoji léčiv nebo krmiv založených na rakytníkové složce (Suryakumar & Gupta, 2011).

V Tabulce 6 byly zaznamenány dostupné údaje z literatury o množství vybraných obsahových látek v poddruhu *Hippophae rhamnoides* L. subsp. *rhamnoides* a v Tabulce 7 obdobně pro poddruh *Hippophae rhamnoides* L. subsp. *sinensis*. V rámci těchto poddruhů byly porovnávány údaje týkající se plodů, oleje ze semen a oleje z dužiny. U obou rakytníků bylo u bobulí nebo šťávy zjišťováno množství vitamínu C, vitamínu E, flavonoidů a karotenoidů. Ke grafickému porovnání byl však použit pouze vitamín C, z důvodu nedostatku údajů týkajících se ostatních obsažených látek. U oleje ze semen a dužiny bylo k porovnání využito množství vitamínu E a karotenoidů.

Tabulka 6: Množství obsahových látek v *Hippophae rhamnoides* L. subsp. *rhamnoides*

Vybrané obsahové látky v <i>Hippophae rhamnoides</i> L. subsp. <i>rhamnoides</i>				
		množství (mg/100 g)	zdroj	
Bobule/šťáva	vitamín C	360	Yao <i>et al.</i> (1992)	
		205,3	Eccleston <i>et al.</i> (2002)	
		165,7–293,3	Rousi & Aulin (1977)	
		150–310	Darmer (1952)	
		109,2	Bock <i>et al.</i> (1990)	
		180–370	Raffo <i>et al.</i> (2004)	
	vitamín E	27,8–201	Yao <i>et al.</i> (1992)	
		17,7	Eccleston <i>et al.</i> (2002)	
		4,0	Kallio <i>et al.</i> (2002b)	
		1–15	Raffo <i>et al.</i> (2004)	
	flavonoidy	8–16	Bajer (2014)	
		157,6	Eccleston <i>et al.</i> (2002)	
		354–854	Yuzhen & Fuheng (1997)	
		karotenoidy	7,3	Eccleston <i>et al.</i> (2002)
			1,5–18,5	Andersson (2009)
Olej ze semen	vitamín E	3,8–21,9	Raffo <i>et al.</i> (2004)	
		273,6	Cenkowski <i>et al.</i> (2006)	
		430,3		
		351,8		
		402,6		
	karotenoidy	295,4		
		17,2	Cenkowski <i>et al.</i> (2006)	
		22,2		
		6,2		
		11,7		
Olej z dužiny	vitamín E	15,3		
		10–50	Yang <i>et al.</i> , (2001)	
		261,2	Cenkowski <i>et al.</i> (2006)	
		173		
		127,4		
	karotenoidy	141,3		
		153,7		
		100–160	Bajer (2014)	
		347,1	Cenkowski <i>et al.</i> (2006)	
		527,8		
	122,3			
	148,4			
	292,4			
	230–300	Bajer (2014)		
	100–400	Erkkola & Yang (2003)		

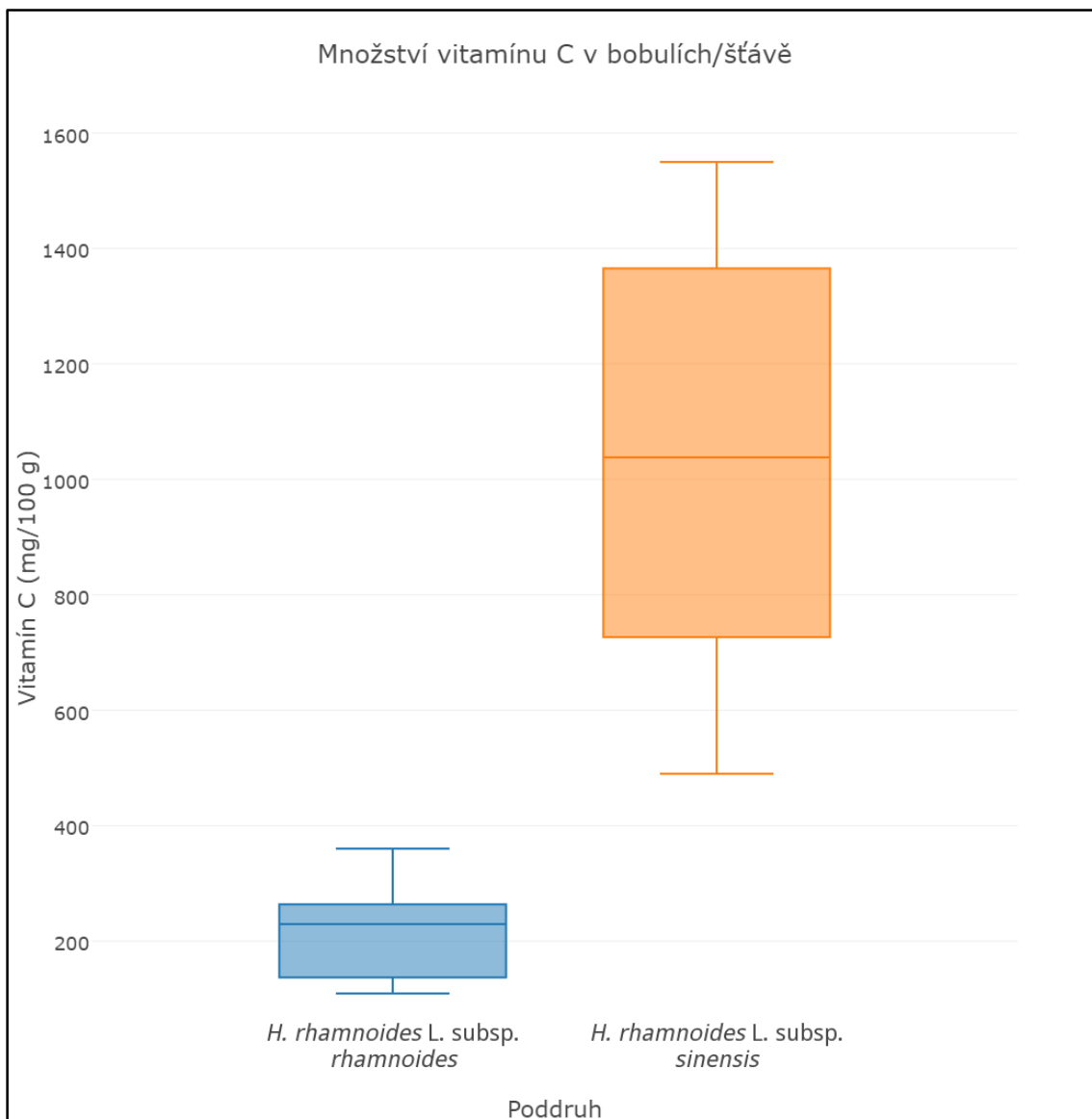
Tabulka 7: Množství obsahových látek v *Hippophae rhamnoides* L. subsp. *sinensis*

Vybrané obsahové látky v <i>Hippophae rhamnoides</i> L. subsp. <i>sinensis</i>			
		množství (mg/100 g)	zdroj
Bobule/šťáva	vitamín C	502–1061	Ma <i>et al.</i> (1989)
		1348	Liu & Liu (1989)
		513–1676	Zhang <i>et al.</i> (1989a)
		1371,7	Chen <i>et al.</i> (1991)
		2500	Yao & Tigerstedt (1994)
		200–780	Zheng & Song (1992)
		600–2500	Yao <i>et al.</i> (1992)
		780	Mingyu <i>et al.</i> (1994)
	vitamín E	16,2–25,5	Zhang & Yu (1989)
		12	Kallio <i>et al.</i> (2002b)
		5,6–14	Kallio <i>et al.</i> (2002a)
	flavonoidy	365	Chen <i>et al.</i> (1991)
		354	Yuzhen & Fuheng (1997)
		400	Ranjith (2009)
		340	
		401	
	karotenoidy	4,6–12	Ma <i>et al.</i> (1989)
2–16,1		Zhang & Yu (1989)	
Olej ze semen	vitamín E	207	Zeb (2004)
		61–113	Zhang & Yu (1989)
		40,1–103	Ma <i>et al.</i> (1989)
		138,9	Basu <i>et al.</i> (2007)
		119,3	Ranjith (2009)
	karotenoidy	30	Zeb (2004)
		35	Basu <i>et al.</i> (2007)
		38,9	Ranjith (2009)
	24–28	Süleyman <i>et al.</i> (2001)	
Olej z dužiny	vitamín E	171	Zeb (2004)
		162–255	Zhang & Yu (1989)
		139,4	Ranjith (2009)
		178,8	
		161,5	
	karotenoidy	300	Zeb (2004)
		254,8	Ranjith (2009)
		342	
		282	
	265		

Poddruh *Hippophae rhamnoides* L. subsp. *rhamnoides* představuje zástupce rostoucího ve střední a severní Evropě, zatímco *Hippophae rhamnoides* L. subsp. *sinensis* se vyskytuje především na území Číny (Li & Schroeder, 1996). Variabilita hodnot v Tabulkách 6 a 7 může být způsobena zralostí, oblastí růstu a také technologií zpracování (Beveridge *et al.*, 1999). Jak z těchto tabulek vyplynulo, publikační aktivita autorů zaměřená na obsah vitamínu C je u obou poddruhů srovnatelná. Tento zájem by mohl být připisován jeho významnému množství. Pro porovnání lze uvést množství tohoto vitamínu v pomerančové šťávě, které určil Kabasakalis *et al.* (2000) v rozmezí 38–53 mg/100 g a množství vitamínu C v rakytníkové šťávě 1371 mg/100 g, které naměřili Chen *et al.* (1991) u čínského poddruhu. Jedná se o více než dvacetinásobné množství, jak také uvedl Li (2002).

V Grafu 1 bylo porovnáváno množství vitamínu C v bobulích/šťávě. Mediánem pro *H. rhamnoides* subsp. *rhamnoides* byla hodnota 229,5 mg/100 g, zatímco pro *H. rhamnoides* subsp. *sinensis* to bylo 1038 mg/100 g. Tento rozdíl je nezanedbatelný a nabízí se tedy v této oblasti možnost dalšího studia. Řešením by mohlo být šlechtění evropského poddruhu k dosažení vyššího množství vitamínu C v plodech nebo výsadba poddruhu *H. rhamnoides* subsp. *sinensis* v evropských podmínkách. Žádné dostupné literární zdroje neuváděly konkrétní důvod této velké rozdílnosti v obsahu vitamínu C.

Zpracováním plodů lze získat široké spektrum produktů (Utioh *et al.*, 2009). Při těchto procesech však vzniká spousta odpadního materiálu, který lze dále použít. Jako přídatek ke krmivu, za účelem léčby nebo zlepšení fyziologických funkcí zvířat, lze používat sušené celé nebo drcené pokrutiny, jak popsal nedávno Pebriansyah (2014) nebo dříve i další autoři (Dumbrava *et al.*, 2006; Koyoma *et al.*, 2009; Ramasamy *et al.*, 2010).

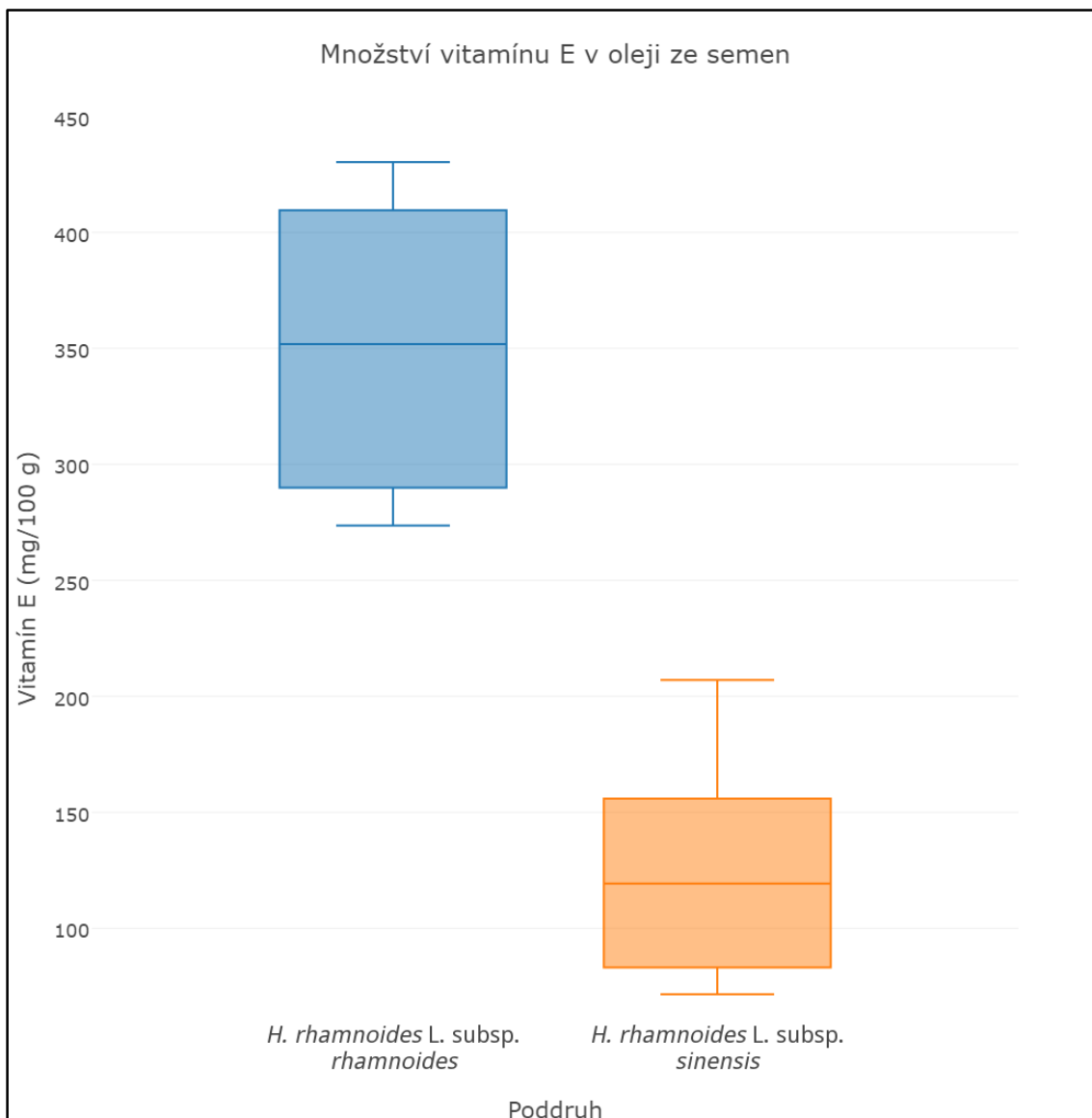


Graf 1: Množství vitamínu C v bobulích/šťávě

Dalším významným produktem jsou oleje extrahované z dužiny a semen, které mají široké uplatnění v léčbě mnoha zdravotních obtíží. Tradičně se využíval rakytníkový olej jako podpůrný prostředek k lepšímu zhojení kožních poranění a onemocnění (Zeb, 2004). Toto zjištění korespondovalo s mnoha závěry současných vědeckých studií, které poukazují na antibakteriální vlastnosti (Verma *et al.*, 2011), dále na pozitivní účinek při léčbě poranění (Gupta *et al.*, 2006) nebo popálenin (Upadhyay *et al.*, 2009) a poškození způsobená UV zářením (Goel *et al.*, 2002). Dále tyto oleje působí jako antioxidanty (Wu a Meng, 2003; Solcan *et al.*, 2011) s pozitivními účinky vůči ateroskleróze (Basu *et al.*, 2007) a žaludečním obtížím (Xing *et al.*, 2012). Mohou také plnit funkci při ochraně jaterní tkáně (Hsu, 2009; Solcan *et al.*, 2012).

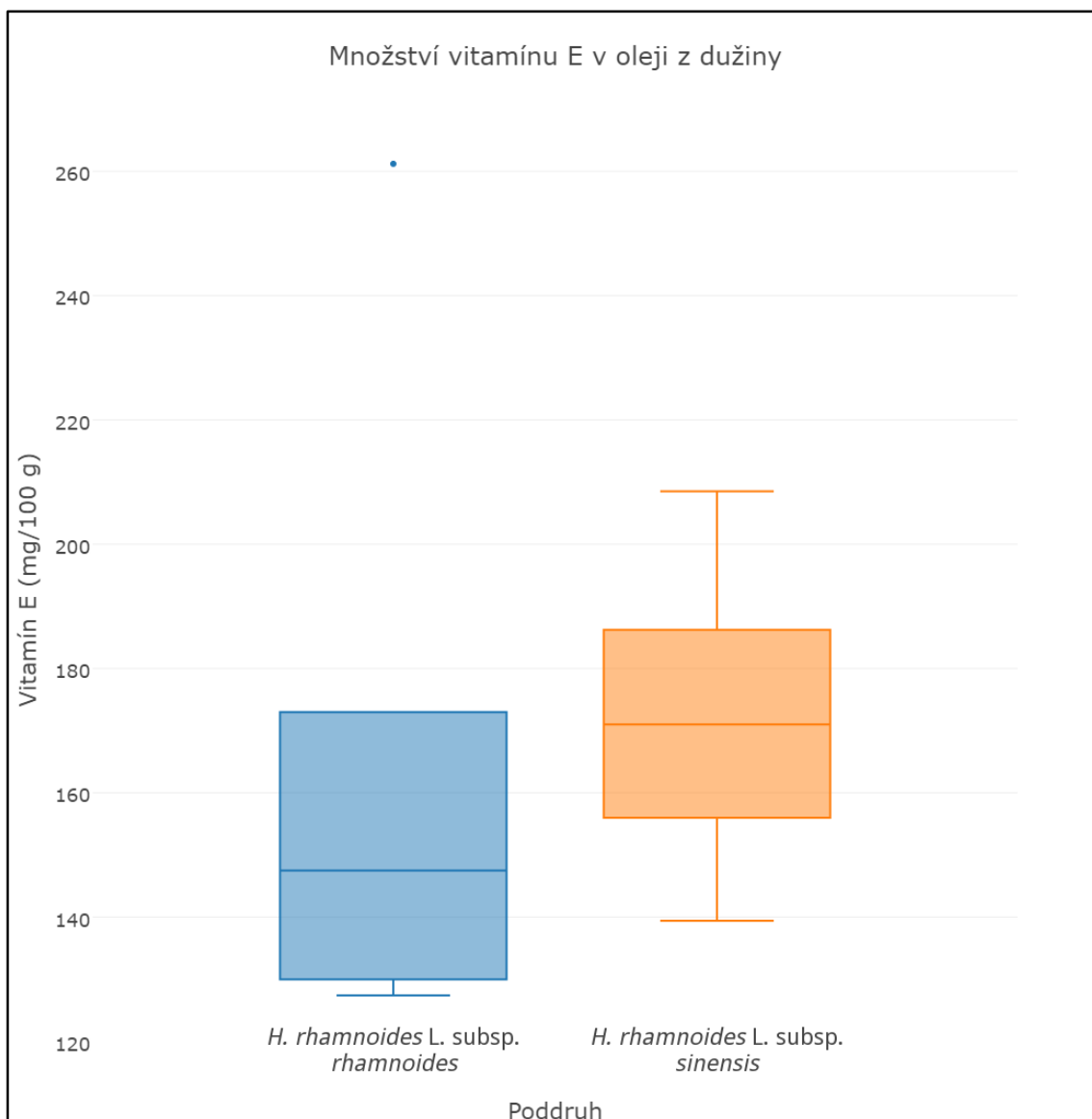
Důležité je také poukázat na příznivý poměr esenciálních mastných kyselin n-3 a n-6, tedy kyseliny α -linoleové a linolové (Yang & Kallio, 2002), které mají význam především v humánní medicíně. Jak uvedl Simopoulos (2008), n-3 mastné kyseliny mohou snižovat riziko kardiovaskulárních onemocnění, artritid a mají protizánětlivé účinky. Mastné kyseliny n-6 působí opačně a mohou podporovat vznik zánětů a autoimunních chorob. Vhodný poměr esenciálních mastných kyselin (n-3:n-6) je přibližně 1:2. Tento příznivý poměr odpovídá měřením, které provedli Yang a Kallio (2001b) u olejů ze semen a dužiny pro poddruhy *H. rhamnoides* L. subsp. *rhamnoides* a *H. rhamnoides* L. subsp. *sinensis* (viz také Tabulka 4).

Graf 2 poukazuje na zastoupení vitamínu E v oleji ze semen u vybraných poddruhů. Pro *H. rhamnoides* subsp. *rhamnoides* byla zjištěna hodnota mediánu 351,8 mg/100 g, zatímco pro *H. rhamnoides* subsp. *sinensis* 119,3 mg/100 g. U těchto poddruhů byl patrný rozdíl v publikační aktivitě autorů, jak vyplynulo z Tabulek 6 a 7. Zatímco u čínského poddruhu byly dostupné hodnoty od několika autorů z let 1989–2009 (Zhang & Yu, 1989; Zeb, 2004; Basu *et al.*, 2007; Ranjith, 2009), u evropského poddruhu se tomuto tématu věnovali pouze Cenkowski *et al.* (2006). Ve svém výzkumu uvedli několik hodnot, jelikož zkoumali efektivitu různých způsobů extrakce. Technologie získávání jednotlivých látek nebyla v Tabulce 6 a 7 zohledněna, neboť většina autorů tuto informaci neuváděla.



Graf 2: Množství vitamínu E v oleji ze semen

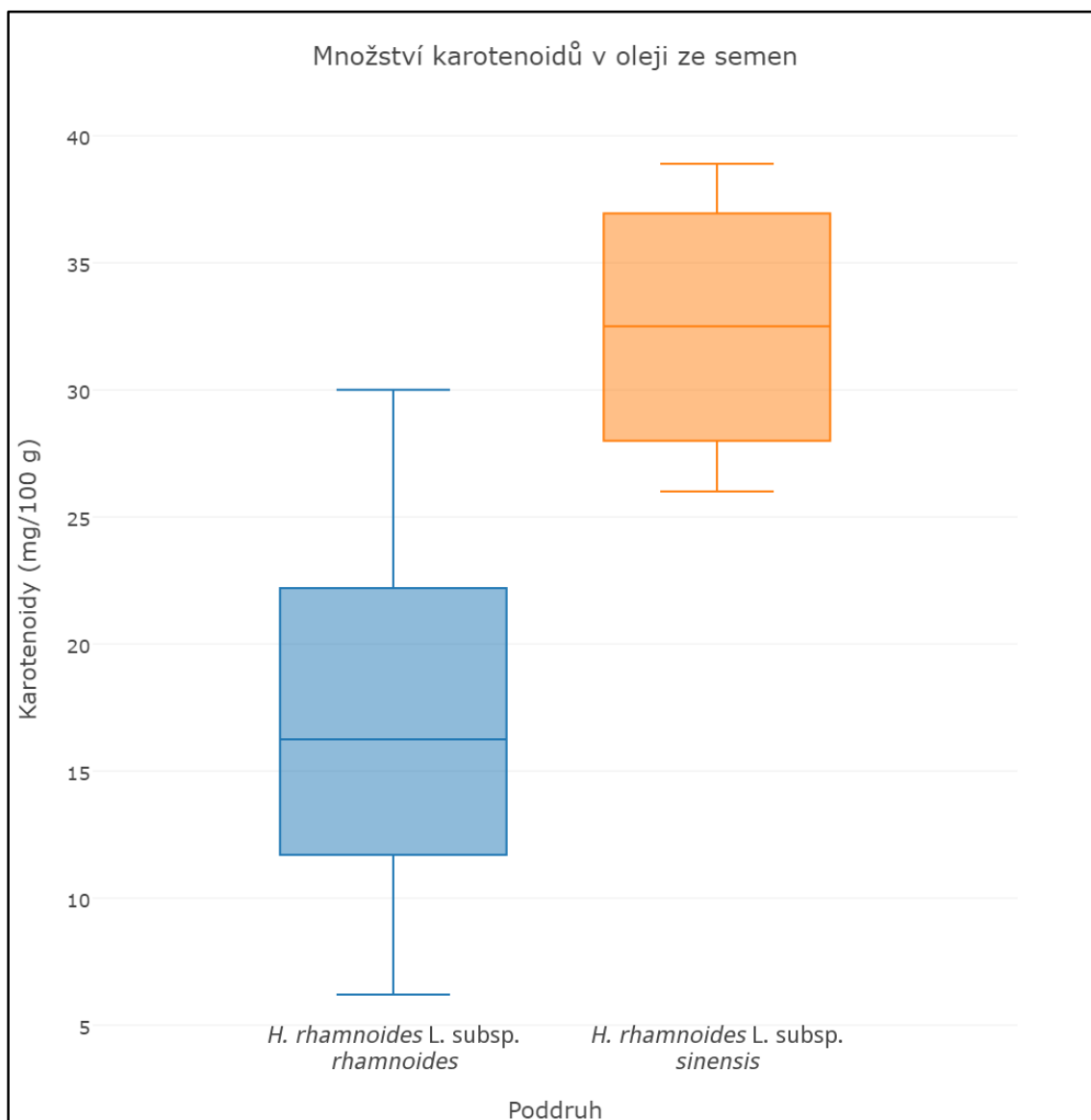
Graf 3 ukazuje množství vitamínu E v oleji z dužiny. Mediánem pro *H. rhamnoides* subsp. *rhamnoides* byla hodnota 147,5 mg/100 g, pro *H. rhamnoides* subsp. *sinensis* 171 mg/100 g. Obsah vitamínu E nebyl významně rozdílný, i když u evropského poddruhu je zobrazena jedna extrémní naměřená hodnota 261,2 mg/100 g. Ta byla způsobena výrazně efektivnějším způsobem extrakce vitamínu E s využitím chloroformu a metanolu (Cenkowski *et al.*, 2006). Lze opět poukázat na potenciál ve výzkumu evropského poddruhu, kterému se v tomto směru prozatím věnovali autoři Cenkowski *et al.* (2006) a Bajer (2014).



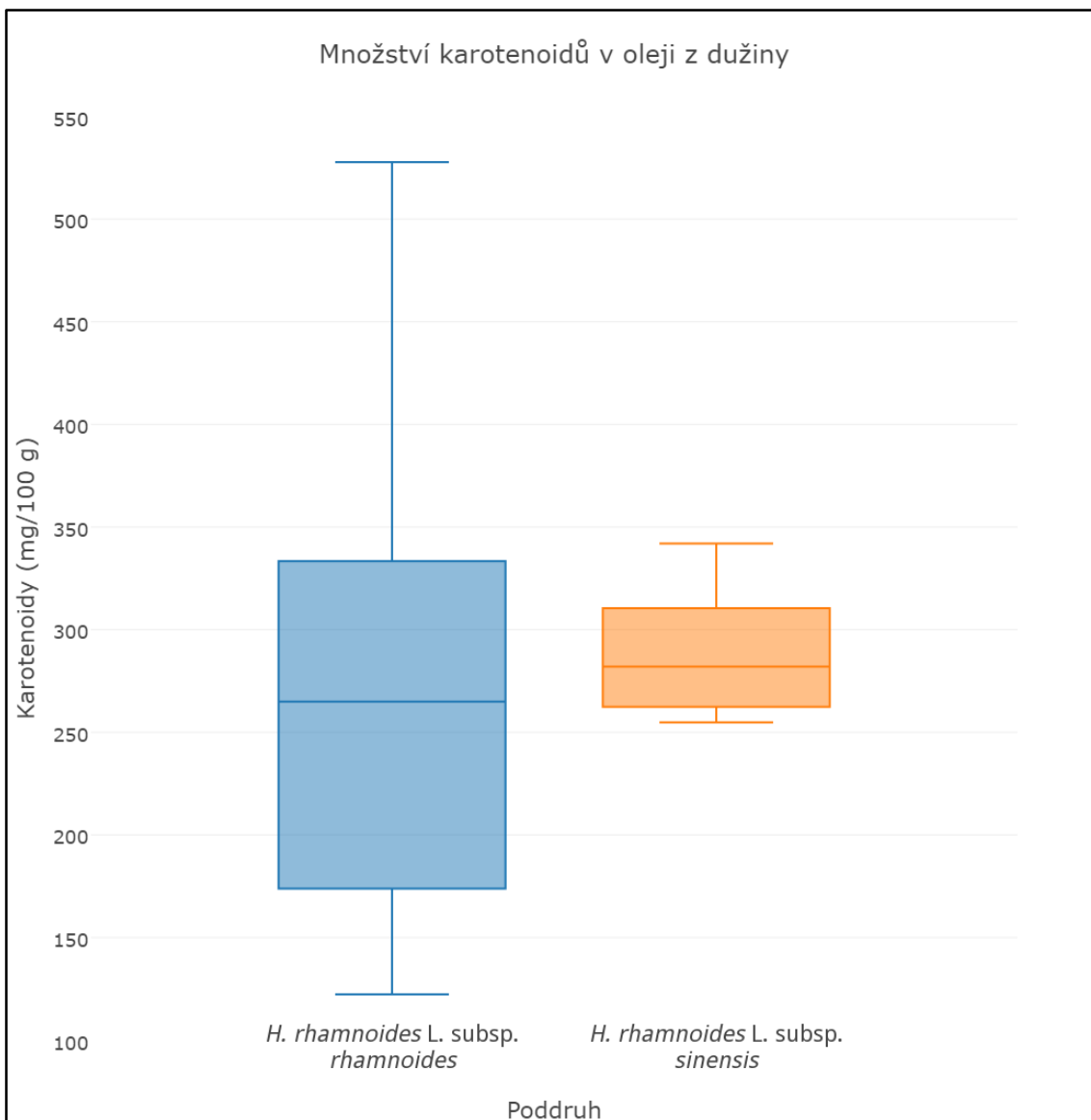
Graf 3: Množství vitamínu E v oleji z dužiny

V následujícím Grafu 4 je porovnáváno množství karotenoidů v oleji ze semen. Mediánem pro evropský poddruh byla hodnota 16,25 mg/100 g oleje, pro čínský poddruh to bylo 32,5 mg/100 g oleje. Všechny hodnoty byly u obou poddruhů rozděleny rovnoměrně. V Grafu 5 je zobrazeno množství karotenoidů v oleji z dužiny. U evropského poddruhu byla mediánem hodnota 265 mg/100 g oleje, hodnota 527,8 mg/100 g oleje je zde opět z důvodu použití rozdílných technologií extrakce. Jak uvádí Cenkowski *et al.* (2006), nejvyšších hodnot bylo dosaženo při extrakci petroletherem. U čínského poddruhu byl medián 282 mg/100 g oleje. Výrazně vyšší množství karotenoidů v olejích z dužiny odpovídá také sytě červenému zbarvení, ve srovnání se světle oranžovým

olejem ze semen, viz Příloha 5. Vzhledem k výše zmíněnému významu využití těchto olejů ve veterinární a humánní medicíně se konkrétnímu látkovému složení prozatím věnovalo relativně málo pozornosti.



Graf 4: Množství karotenoidů v oleji ze semen



Graf 5: Množství karotenoidů v oleji z dužiny

Poslední významnou částí rakytníku jsou jeho listy. Nejčastěji byly v medicíně využívány ve formě extraktů a výluhů (Eccleston *et al.*, 2002; Geetha *et al.*, 2003; Saggu & Kumar, 2007; Verma *et al.*, 2011; Upadhyay *et al.*, 2011), dále je možné jejich použití na čaj (Li & Schroeder, 1996). Jelikož při zpracování plodů jsou listy odpadním produktem, lze je dále využívat například jako hodnotný přídavek ve výživě zvířat, jak se shodlo několik autorů (Biswas *et al.*, 2010; Kaushal & Sharma, 2011). Přestože mají listy rakytníku takto široké využití, o jejich látkovém složení se zmiňuje pouze omezené množství publikací. Autoři Valíček a Havelka (2008) a Bajer (2014) uvedli množství vitamínu C v rozmezí 230–370 mg/100 g. Sice nezmínili konkrétní poddruh rakytníku, přesto je toto množství významné, pokud je bráno v potaz, že listy nejsou hlavním produktem rostliny. V porovnání s plody/šťávou poddruhu *H. rhamnoides* L. subsp. *rhamnoides* z Tabulky 6 je toto množství srovnatelné nebo dokonce vyšší, což odpovídalo tvrzení Bajera (2014). Oproti *H. rhamnoides* L. subsp. *sinensis* se však jednalo zhruba o čtvrtinové množství. Obsah karotenoidů v listech uvedl pouze Zeb (2004) v množství 26,3 mg/100 g čerstvých listů. Obsahem flavonoidů se zabýval Fu *et al.* (1997), který uvedl množství 167 mg/100 g listů.

6 Závěr

Hlavním cílem bakalářské práce bylo podat přehled o možnostech využití různých částí rakytníku řešetlákového ve veterinární medicíně a jeho významu z pohledu obsahových látek. Na základě tohoto přehledu bylo zjištěno, že jsou k dispozici rozsáhlá množství vědeckých dat a studií, které potvrzují důležité pozitivní účinky vůči různým onemocněním, především díky obsahu bioaktivních látek. Rakytník je slibnou rostlinou, jejíž velký potenciál ve využití v humánní i veterinární medicíně je prozatím skrýván. Ve výzkumu je stále potřeba získávat nové znalosti o konkrétním obsahu účinných látek, průběhu metabolismu v organismu zvířete nebo člověka, a také o mechanismech účinků těchto látek na buněčné úrovni. Budoucí výzkum využití rakytníku při prevenci a léčbě onemocnění zvířat, by se měl patrně zaměřit na hospodářská nebo domácí zvířata, jako jsou psi a kočky. U vedlejších produktů získaných při průmyslovém zpracování, tedy rakytníkových výlisků a listů, by se měl výzkum orientovat na jejich efektivní využití ve výživě zvířat.

Dále se bakalářská práce zabývala porovnáním množství obsahových látek v poddruzích *Hippophae rhamnoides* L. subsp. *rhamnoides* a *Hippophae rhamnoides* L. subsp. *sinensis*, které uvádí dostupné literární zdroje. Přestože byly v práci zahrnuty jen některé z mnoha významných látek, lze usuzovat, že široká rozmezí hodnot byla pravděpodobně způsobena druhovou varietou, geoklimatickými podmínkami, zralostí nebo posklizňovým zpracováním. Vzhledem k nedostatku výzkumných dat týkajících se množství látek v jednotlivých částech rostliny a faktorů, které tyto hodnoty ovlivňují, nebylo možné jejich statistické vyhodnocení. I v tomto ohledu by bylo vhodné provést rozsáhlejší výzkum, neboť znalost přesného látkového složení plodů, semen a listů je zásadní pro další využívání rakytníku v humánní i veterinární medicíně.

7 Seznam použité literatury

21 Food & Beverage Online. 2016. Seabuckthorn Leaf. Available at <http://www.21food.com/>: Accessed 2016-03-14.

Agrawala PK, Goel HC. 2002. Protective effect of RH-3 with special reference to radiation induced micronuclei in mouse bone marrow. *Indian J, Exp. Biol.* 40: 525-530.

Amakye-Anim J, Lin TL, Hester PY, Thiagarajan D, Watkins BA, Wu CC. 2000. Ascorbic acid supplementation improved antibody response to infectious bursal disease vaccination in chickens. *Poultry Science* 79: 680-688.

Andersson SC, Olsson ME, Johansson E, Rumpunen K. 2009. Carotenoids in sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) berries during ripening and use of pheophytin a as a maturity marker. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 57: 250-258.

Andersson SC. 2009. Carotenoids, Tocochromanols and Chlorophylls in Sea Buckthorn Berries (*Hippophae rhamnoides*) and Rose Hips (*Rosa* sp.) [PhD.]. Alnarp: Swedish University of Agricultural Sciences, 61p.

Bailey LH, Bailey. 1978. Hortus Third, A concise dictionary of plants cultivated in United States and Canada. New York, US: MacMillan Pub. Co. Ins. 1290p.

Bajer J. 2014. Rakytník zázračná rostlina, oranžový poklad Praha: Mladá fronta. 160p.

Bal LM, Meda V, Naik SN, Satya S. 2011. Sea buckthorn berries: A potential source of valuable nutrients for nutraceuticals and cosmoceuticals. *Food Research International* 44: 1718-1727.

Basu M, Prasad R, Jayamurthy P, Pal K, Arumughan C, Sawhney RC. 2007. Anti-atherogenic effects of Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*) seed oil. *Phytomedicine* 14: 770-777.

Bayliss P. 1995. Chemistry in the kitchen: the chemistry of flesh foods III. *Nutr. Food Sci.* 95: 23-28.

Bekker NP, Glushenkova AI. 2001. Components of Certain Species of the Elaeagnaceae Family. *Chemistry of Natural Compounds* 37: 97-116.

Beldean EC, Leahu I. 1985. *Hippophae rhamnoides* – a valuable fruit-producing pioneer species. *Forstarchiv* 56: 249-253.

- Beveridge T, Harrison JE. 2001. Microscopic structural components of sea buckthorn (*H. rhamnoides* L.) juice prepared by centrifugation. *Lebensm.-Wiss. u. Technol.* 34:458-461.
- Beveridge T, Li TSC, Oomah BD, Smith A. 1999. Sea Buckthorn Products: manufacture and composition. *J. Agric. Food Chem.* 47: 3480-3488.
- Biswas A, Bharti VK, Acharya PDD, Singh SB. 2010. Sea buckthorn: new feed opportunity for poultry in cold arid Ladakh region of India. *World Poultry Sci J* 66: 707-714.
- Bock W, Felkenheuer W, Dongowski G, Kroll J, Schweider C, Baars H, Sievert B. 1990. Method for enhanced processing of raw juice from sea buckthorn berries. Deutschland: GDR Patent. DD 275 775 A3.
- Bond G. 1983. Taxonomy and distribution of non-legume nitrogen-fixing systems. Gordon JC, Wheeler CI editors. *Biological nitrogen fixation in forest ecosystems: foundation and applications*. Hague: Martinus Nijhoff, Dr. W. Junk Publishers, p55-87.
- Bosco M, Fernandez MP, Simonet P, Materassi R, Normand P. 1992. Evidence that Some *Frankia* sp. Strains Are Able To Cross Boundaries between *Alnus* and *Elaeagnus* Host Specificity Groups. *Applied and Environmental Microbiology* 58: 1569-1576.
- British Columbia Ministry of Agriculture, Food and Fisheries. 2001. Sea Buckthorn Special Crop Factsheet. Available at www.agf.gov.bc.ca: Accessed 2015-10-04.
- Bump VL. 1989. Apple pressing and juice extraction. Downing DL editors. *Processed Apple Products*. New York: Van Nostrand Reinhold, p53-82.
- Burke D, Smidt C, Vuong L. 2005. *Momordica cochinchinensis*, *Rosa roxburghii*, wolfberry, and sea buckthorn – Highly nutritional fruits supported by tradition and science. *Curr. Top. Nutraceut. Res.* 3: 259-266.
- Cenkowski S, Yakimishen R, Przybylski R, Muir WE. 2006. Quality of extracted sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) seed and pulp oil. *Can. Biosyst. Eng.* 48: 9-16.
- Centenaro G, Capietti GP, Pizzocaro F, Marchesini A. 1977. The berry of the sea buckthorn *Hippophae rhamnoides* as a source of vitamin C. *Atti Soc. Ital. Sci. Nat Mus. Civ. Stor. Nat. Milano* 118: 371-378.
- Corrier DE. 1991. Mycotoxicosis: mechanism of immunosuppression. *Veterinary Immunology and Immunopathology* 30: 73-87.

Cossuta D, Simandi B, Hohmann J, Doleschall F, Keve T. 2007. Supercritical carbon dioxide extraction of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) pomace. J. Sci. Food Agric. 87: 2472-2481.

Darmer G. 1952. Der sanddorn als Wild-und Kulturpflanze. Leipzig: Hirzel. 89p.

Dhyani D, Maikhuri RK, Misra S, Rao KS. 2010. Endorsing the declining indigenous ethnobotanical knowledge system of Seabuckthorn in Central Himalaya, India. Journal of Ethnopharmacology 127: 329-334.

Dobritsa SV, Novik SN. 1992. Feedback regulation of nodule formation in *Hippophae rhamnoides*. Plant Soil 144: 45-50.

Dorhoi A, Dobrea V, Zahan M, Virag P. 2006. Modulatory Effects of Several Herbal Extracts on Avian Peripheral Blood Cell Immune Responses. Phytotherapy Research 20:352-358.

Dumbrava D, Matiuti M, Druga M, Lupea AX, Ianculov I, Clep C. 2006. Effect of seabuckthorn berry flour from hens food on egg yolk carotenoidic pigments content. Annals of the faculty of engineering Hunedoara 4: 156-160.

Eccleston C, Baoru Y, Tahvonen R, Kallio H, Rimbach G, Minihane AM. 2002. Effect of an antioxidant-rich juice (sea buckthorn) on risk factors for coronary disease in humans. The Journal of Nutritional Biochemistry 13: 346-354.

Erkkola R, Yang B. 2003. Sea buckthorn oils: towards healthy mucous membranes. Agro Food industry hi-tech 3: 53-57.

Etlik O, Tomur A, Kutman MN, Yörükan S, Duman O. 1995. The effects of sulfur dioxide inhalation and antioxidant vitamins on red blood cell lipoperoxidation. Environ. Res. 71: 25-28.

Fenster BE, Tsao PS, Rockson SG. 2003. Endothelial dysfunction clinical strategies for treating oxidant stress. American Heart Journal 146: 218-226.

Fu GX, Zhao SP, Feng RZ, Xiao PG. 1997. Flavonoids contents in sea buckthorn assayed by HPLC. Zhong Guo Zhong Yao Za Zhi 5: 299-300.

Gao X, Ohlander M, Jeppsson N, Bjork L, Trajkovski V. 2000. Changes in antioxidant effects and their relationship to phytonutrients in fruits of Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*L.) during maturation. J Agric Food Chem 48: 1485-1490.

Gao ZL, Gu XH, Cheng FT, Jiang FH. 2003. Effect of sea buckthorn on liver fibrosis: a clinical study. World J. Gastroenterol. 9: 1615-1617.

Geetha S, Jayamurthy P, Pal K, Pandey S, Kumar R, Sawhney RC. 2008. Hepatoprotective effects of seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) against carbon tetrachloride induced liver injury in rats. J. Sci. Food Agric. 88: 1592-1597.

Geetha S, Sai Ram M, Singh V, Ilavazhagan G, Sawhney RC. 2003. Evaluation of antioxidant activity of leaf extract of Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) on chromium (IV) induced oxidative stress in male albino rats. Journal of Ethnopharmacology 87:247-251.

Geetha S, Sai RM, Singh V, Ilavazhagan G, Sawhney RC. 2002a. Effect of sea buckthorn on sodium nitroprusside-induced cytotoxicity in murine macrophages. Biomed Pharmacol 56: 463-467.

Geetha S, Sai RM, Singh V, Ilavazhagan G, Sawhney RC. 2002b. Antioxidant and immunomodulatory properties of Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*) – an *in vitro* study. J. of Ethnopharmacology 79: 373-378.

Goel HC, Prasad J, Singh S, Sagar RK, Kumar IP, Sinha AK. 2002. Radioprotection by herbal preparation of *Hippophae rhamnoides*, RH-3, against whole body lethal irradiation in mice. Phytomedicine 9: 15-25.

Guan TTY, Cenkowski S, Hydamaka A. 2005. Effect of drying on the nutraceutical quality of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L. ssp. *sinensis*) leaves. Journal of Food Sciences 70: E514-E518.

Gupta A, Kumar R, Pal K, Banerjee PK, Sawhney RC. 2005. A preclinical study of the effects of Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) leaf extract on cutaneous wound healing in albino rats. International Journal of Lower Extremity Wounds 4: 88-92.

Gupta A, Kumar R, Pal K, Singh V, Banerjee PK, Sawhney RC. 2006. Influence of Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) flavone on dermal wound healing in rats. Molecular and Cellular Biochemistry 290: 193-198.

Gupta RK, Singh V. 2005. Mineral composition of Seabuckthorn (*Hippophae* L.). Singh V editor. Seabuckthorn (*Hippophae* L.): A Multipurpose Wonder Plant, vol 2. New Delhi, India: Daya Publishing House, p272-284.

Heilscher K, Lorber S. 1996. Cold working proces for obtaining clear juice, sediment and oil from sea buckthorn berries and their use. Deutschland: Deutsches Patentamt. DE 4431394 C1.

Hendl J. 2004. Přehled statistických metod zpracování dat: analýza a metaanalýza dat. Praha: Portál. 734p.

Hibasami H, Mitani A, Katsuzaki H, Imai K, Yoshioka K, Komiya T. 2005. Isolation of five types of flavonol from seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides*) and induction of apoptosis by some of the flavonols in human promyelotic leukemia HL-60 cells. *Int J Mol Med* 15: 805-809.

Hippophae. 2014a. Directly expressed Sea buckthorn Juice. Available at <http://hippophae.ru/>: Accessed 2016-03-14.

Hippophae. 2014b. Sea buckthorn seeds. Available at <http://hippophae.ru/>: Accessed 2016-03-14.

Hsu Y, Tsai C, Chen W, Fung-Jou L. 2009. Protective effects of seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) seed oil against carbon tetrachloride-induced hepatotoxicity in mice. *Food and Chemical Toxicology* 47: 2281-2288.

Huang DL, Chang XZ, Gui HN, Tian YD, Chen LX, Li ZP, Xing L. 1991. Analysis of 156 cases of chronic hepatitis treated with sea buckthorn. *Zhongxiyi Jiehe Zazhi*. 11: 697-698.

Huff NK, Auer AD, Garza F, Keowen ML, Kearney MT, McMullin RB, Andrews FM. 2012. Effect of Sea Buckthorn Berries and Pulp in a Liquid Emulsion on Gastric Ulcer Scores and Gastric Juice pH in Horses. *J. Vet. Intern. Med.* 26: 1186-1191.

Chauhan JE, Negi PS, Ramteke RS. 2007. Antioxidant and antibacterial activities of aqueous extract of seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides*) seeds. *Fitoterapia* 78: 590-592.

Chen C, Liu B, Yu Y. 1995. Studies on the pigment of sea buckthorn. *Hippophae* 7: 34-40.

Chen T. 1988. Studies of the biochemical composition of *Hippophae* and its quality assessment in Gansu Province. *Hippophae* 1: 19-26.

Chen TG, Ni MK, Li R, Ji F, Chen T. 1991. Investigation of the biological properties of Central Asian sea buckthorn growing in province of Kansu, China. *Chem Nat Compd.* 27: 119-121.

Chen Y. 2003. Study on effects of the oil from *Hippophae rhamnoides* in hematopoiesis. *Chinese Herbal Drugs* 26: 572-575.

Chiang W, Booren A, Strasburg G. 2008. The effect of heat stress on thyroid hormone response and meat quality in turkeys of two genetic lines. *Meat Sci.* 80: 615-622.

Christaki E. 2012. *Hippophae Rhamnoides* L. (Sea Buckthorn): a Potential Source of Nutraceuticals. *Food and Public Health* 2(3): 69-72.

- Jamyansan Y, Badгаа D. 2005. Bioactive substances of Mongolian Seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.). Singh V editor. Seabuckthorn (*Hippophae* L.): A Multipurpose Wonder Plant, vol 2. New Delhi, India: Daya Publishing House, p145-150.
- Johansson AK, Korte H, Yang B, Stanley JC, Kallio HP. 2000. Sea buckthorn berry oil inhibits platelet aggregation. *J. Nutr. Biochemi.* 11: 491-495.
- Kabasakalis V, Siopidou D, Moshatou E. 2000. Ascorbic acid content of commercial fruit juices and its rate of loss upon storage. *Food Chem.* 70: 325-328.
- Kallio H, Yang B, Peippo P, Tahvonen R, Pan R. 2002a. Triacylglycerols, glycerophospholipids, tocopherols, and tocotrienols in berries and seeds of two subspecies (ssp. *sinensis* and *mongolica*) of Sea Buckthorn (*Hippophaë rhamnoides*). *J Agric Food Chem* 50: 3004-3009.
- Kallio H, Yang B, Peippo P. 2002b. Effects of different origins and harvesting time on vitamin C, tocopherols and tocotrienols in Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) berries. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 59: 138-144.
- Kallio K, Yang BR, Tahvonen R, Hakala M. 1999. Composition of sea buckthorn berries of various origins. *The Global Seabuckthorn Research and Development* 1: 34-39.
- Kaushal M, Sharma PC. 2011. Nutritional and antimicrobial property of seabuckthorn (*Hippophae* sp.) seed oil. *J Sci Indust Res* 70: 793-799.
- Khan BA, Akhtar N, Braga VA. 2012. Anti-aging Effects of *Hippophae rhamnoides* Emulsion on Human Skin. *Tropical Journal of Pharmaceutical Res.* 11: 955-962.
- Kondrashov VT, Sokolova EP. 1990. New wilt-resistant forms of *Hippophae rhamnoides*. *Pland Breed. Abst.* 62: 733.
- Koyama T, Taka A, Togashi H. 2009. Effects of a herbal medicine, *Hippophae rhamnoides*, on cardiovascular functions and coronary microvessels in the spontaneously hypertensive stroke-prone rat. *Clinical Hemorheology and Microcirculation* 41: 17-26.
- Kumar R, Kumar GP, Chaurasia OP, Singh SB. 2011. Phytochemical and Pharmacological Profile of Seabuckthorn Oil: A Review. *Research Journal of Medical Plant* 5: 491-499.
- Li TSC, Beveridge THJ, Oomah BD. 2003. Sea Buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.): Production and Utilization. Ottawa: NRC Research Press. 140p.
- Li TSC, McLoughlin C. 1997. Sea Buckthorn Production Guide. Canada: Canada Seabuckthorn Enterprise Limited. 23p.

Li TSC, Schroeder WR. 1996. Sea Buckthorn (*Hippophae Rhamnoides* L.): A Multipurpose Plant. HortTechnology 6: 370-380.

Li TSC. 2002. Trend in New Crops and New Uses. Janick J, Whipkey A editors. Alexandria, VA: ASHS Press, p393-398.

Lian Y, Lu SK, Zhen SK, Chen SL. 2000. Biology and Chemistry of Plants of Genus *Hippophae*. China: GanSu Sci. Technology Publ. Co. 228p.

Liu J, Liu Z. 1989. Research of processing technology for sea buckthorn concentrated juice. Proc. Int. Symp. On Sea Buckthorn. China: Xian, p314-317.

Lu R. 1992. Sea buckthorn: A Multipurpose Plant Species for Fragile Mountains. Kathmandu, Nepal: International Centre for Integrated Mountain Development. 62p.

Ma M, Cui C, Feng G. 1989. Studies on the fruit character and biochemical compositions of some forms within Chinese sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* subsp. *sinensis*). Proceeding of International Symposium on Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.). China: Xian, p106-113.

Mahmoud ZB, Mohamed MS, Bláha J, Lukešová D, Kunc P. 2014. The effect of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) residues in compound feeds on the performance and skin color of broilers. Indian J. Anim. Res. 48: 548-555.

Marsh JA, Combs GF, Whitcare ME, Dietert RR. 1986. Effect of selenium and vitamin E dietary deficiencies on chick lymphoid organ development. Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine 182: 425-436.

Matafonov II. 1983. Oblepicha: Vlijanie na organizm životnogo. Novosibirsk, RU: Novosibirsk Nauka. 163p.

Meng Z, Zhang B. 2003. Oxidative damage of sulfur dioxide inhalation on brains and livers of mice. Environ Toxicol Pharmacol 13: 1-8.

Meng Z. 2003. Oxidative damage of sulfur dioxide on various organs of mice: Sulfur dioxide is a systemic oxidative damage agent. Inhal Toxicol 15: 181-195.

Messerschmidt K, Raasch A, Knorr D. 1993. Colors from waste products. Extraction of natural plant pigments from sea buckthorn using supercritical CO₂. Food Sci. Technol. 25: 5T30.

Mingyu X. 1994. Anticancer effects of and direction of research on *Hippophae*. Hippophae 7: 41-43.

Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, Ontario. 2012. Sea Buckthorn. Available at <http://www.omafra.gov.on.ca/>: Accessed 2016-03-14.

Ministry of Environment, Forest and Climate Change, Government of India. 2010. National Mission for a Green India. Available at <http://www.moef.gov.in/>: Accessed 2016-03-13.

Mont Echo Naturels. 2011. Sea Buckthorn Fruit Oil vs Seed Oil: Do you know the difference?. Available at <https://montecho.wordpress.com/>: Accessed 2016-03-14.

Montpetit D, Lalonde M. 1987. In vitro propagation and subsequent nodulation of the actinorhizal *Hippophae rhamnoides* L. Plant Cell, Tissue and Organ Culture 15: 189-199.

Murphy PA, Hendrich S, Landgren C, Bryant CM. 2006. Food mycotoxins: An update. J. Food Sci. 71: R51-R65.

Nersesian AK, Zilfian VN, Kumkumadhian VA, Proshian NV. 1990. Antimutagenic properties of sea buckthorn oil. Genetika 26: 378-380.

Olorunfemi OB. 2010. Nutraceuticals effect of fermented whey on the intestinal and immune system of healthy albino rats. Research Journal of Microbiology 5: 858-868.

Pang X, Zhao J, Zhang W, Zhuang X, Wang J, Xu R, Xu Z, Qu W. 2008. Anti-hypertensive effect of total flavones extracted from seed residues of *Hippophae rhamnoides* L. in sucrose-fed rats. Journal of Ethnopharmacology 117: 325-331.

Pebriansyah A. 2014. The Impact of the Seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides*) Supplement in the Feed Ration on the Quality of Poultry Products [MSc.]. Prague: Czech University of Life Sciences Prague, 59p.

Pier AC. 1991. Influence of mycotoxins on the immune system. Smith JE, Henderson RS editors. Mycotoxins in Animal Feeds. Boca Raton, Fla, USA: CRC Press, p490-498.

Plná zahrada. 2013. ISA2013 – Zápisky z mezinárodní konference věnované rakytníku. Available at <http://www.plnazahrada.cz/>: Accessed 2016-03-31.

Puroshothaman J, Suryakumar G, Shukla D, Himani J, Harinath K, Kumar R, Sawhney RC. 2011. Modulation of hypoxia induced pulmonary vascular leakage in rats by Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.). Evidence based Complementary and Alternative Medicine 2011: 574524.

Puroshothaman J, Suryakumar G, Shukla D, Malhotra AS, Harinath K, Kumar R, Sawhney RC. 2008. Modulatory effects of Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) in hypobaric hypoxia induced cerebral vascular injury. Brain Research Bulletin 77: 246-252.

Raffo A, Paoletti F, Antonelli M. 2004. Changes in sugar, organic acid, flavonol and carotenoid composition during ripening of berries of three seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) cultivars. *European Food Research and Technology* 219: 360-368.

Rajchal R. 2008. Seabuckthorn (*Hippophae salicifolia*) Management for the Upliftment of Local Livelihood in Mustang District. Final report for the Rufford small grants for nature conservation. 104p.

Ramasamy T, Varshneya C, Katoch VC. 2010. Immunoprotective Effect of Seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides*) and Glucomannan on T-2 Toxin-Induced Immunodepression in Poultry. *Veterinary Medicine International* 2010: 149373.

Ranjith A. 2009. Phytochemical investigation on sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*) berries [PhD.]. India: Cochun University of Science and Technology, 222p.

Rizvi SSH, Benado AL, Zollweg JA, Daniels JA. 1986. Supercritical fluid extraction: fundamental principles and modeling methods. *Food Technol.* 42: 55-65.

Rosch D, Bergmann M, Knorr D, Kroh LW. 2003. Structure – antioxidant efficiency relationships of phenolic compounds and their contribution to the antioxidant activity of sea buckthorn juice. *J Agric Food Chem* 51: 4233-4239.

Rousi A, Aulin H. 1977. Ascorbic acid content in relation to ripeness in fruit of six *Hippophae rhamnoides* clones from Pyhäranta, SW Finland. *Ann. Agri. Fenn.* 16: 80-87.

Saggu S, Divekar HM, Gupta V, Sawhney RC, Banerjee PK, Kumar R. 2007. Adaptogenic and safety evaluation of Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*) leaf extract: a dose dependent study. *Food and Chemical Toxicology* 45: 609-617.

Saggu S, Kumar R. 2007. Modulatory effect of seabuckthorn leaf extract on oxidative stress parameters in rats during exposure to cold, hypoxia and restraint (C-H-R) stress and post stress recovery. *Journal of Pharmacy and Pharmacology* 59: 1739-1745.

Salahat MA, Farah HS, Al-Degs YS. 2002. Importance of HDL cholesterol as predictor of coronary heart disease in Jordan population: the role of HDL-Sub fractions in reverse cholesterol transport. *Pak J. Biol. Sci.* 5: 1189-1191.

Salenko VL, Kukina TP, Karamyshev VN, Sidelnikov VN, Pentegova VA. 1986. Chemical investigation of *Hippophae rhamnoides*. II. Main components of the neutral reaction of the saponification products of an extract of the leaves of the sea buckthorn. *Chem. Nat. Comp.* 21: 481-485.

Sea Buckthorn Insider. 2013. Sea-buckthorn Trees. Available at <http://www.seabuckthorninsider.com/>: Accessed 2016-03-14.

Sea Buckthorn Insider. 2014. How to Choose the Right Sea Buckthorn Berry Oil. Available at <http://www.seabuckthorninsider.com/>: Accessed 2016-03-14.

Schroeder WR, Yao Y. 1995. Sea buckthorn: a promising multipurpose crop for Saskatchewan. Prairie Farm Rehabilitation, Administration, Agriculture & Agri-Food. Canada. 10p.

Simopoulos A. 2008. The importance of the omega-6/omega-3 fatty acid ratio in cardiovascular disease and other chronic diseases. *Experimental Biology and Medicine* 233: 674-688.

Solcan C, Gogu M, Floristean V, Oprisan B, Solcan G. 2012. The hepatoprotective effect of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*) berries on induced aflatoxin B1 poisoning in chickens. *Poultry Science* 92: 966-974.

Solcan C, Gogu M, Solcan G. 2011. Protective Effect of *Hippophae rhamnoides* Oil Against Ochratoxicosis in Chickens. *Bulletin UASVM* 68: 350-358.

STAT. 2003. Domestic Sea Buckthorn Market has a Potential. Available at <https://www.statpub.com>: Accessed 2016-03-09.

Süleyman H, Demirezer LO, Buyukokuroglu ME, Akcay MF, Gepdiremen A, Banoglu ZN, Gocer F. 2001. Antiulcerogenic effect of *Hippophae rhamnoides* L. *Phytother Res* 15: 625-627.

Sun B, Zhang P, Qu W, Zhang X, Yang H. 2003. Study on effect of flavonoids from oil-removed seeds of *Hippophae rhamnoides* on inducing apoptosis of human hepatoma cell. *Journal of Chinese Medicinal Materials* 26: 875-877.

Suomela JP, Ahotupa M, Yang B, Vasankari T, Kallio H. 2006. Absorption of flavonoids derived from Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) and their effect on emerging risk factors for cardiovascular disease in humans. *J Agric Food Chem* 54: 7364-7369.

Superdibles. 2016. Organic Sea Buckthorn Berries. Available at <http://www.superdibles.net/>: Accessed 2016-03-14.

Suryakumar G, Gupta A. 2011. Medicinal and therapeutic potential of Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.). *Journal of Ethnopharmacology* 138: 268-278.

Suzuki Y, Shioi Y. 2003. Identification of chlorophylls and carotenoids in major teas by high-performance liquid chromatography with photodiode array detection. *J Agric Food Chem* 51: 5307-5314.

- Swabe J. 1999. *Animals, Disease, and Human Society: Human-animal Relations and the Rise of Veterinary Medicine*. London: Routledge. 243p.
- Temple SJ, Boxtel AJB. 1999. Equilibrium moisture content of tea. *J Agric Eng Res* 74: 83-89.
- Tiffany TYG, Cenkowski S, Hydamaka A. 2005. Effect of Drying on the Nutraceutical Quality of Sea Buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L. ssp. *sinensis*) Leaves. *Journal of Food Science* 70: E514-E518.
- Tong J, Zhang C, Zhao Z, Yang Y, Tian K. 1989. The determination of physical-chemical constants and sixteen mineral elements in sea buckthorn raw juice. *Proceeding of International Symposium on Sea Buckthorn (Hippophae rhamnoides L.)*. China: Xian, p132-137.
- Tulsawani R, Gupta R, Misra K. 2013. Efficacy of aqueous extract oh *Hippophae rhamnoides* and its bio-active flavonoids against hypoxia-induced cell death. *Indian Journal of Pharmacology* 45: 258-263.
- Tulsawani R. 2010. Ninety day repeated gavage administration of *Hippophae rhamnoides* extract in rats. *Food and Chemical Toxicology* 48: 2483-2489.
- Ueno Y, Nakajima M, Sakai K, Ishii K, Sato N, Shimada N. 1973. Comparative toxicity of trichothecene mycotoxins: inhibition of protein synthesis in animal cells. *Journal of Biochemistry* 74: 285-292.
- United States Department of Agriculture. 2014. *Hippophae rhamnoides* L. seaberry. Available at <http://plants.usda.gov/>: Accessed 2016-03-21.
- Upadhyay NK, Kumar MSY, Gupta A. 2010. Antioxidant, cytoprotective and antibacterial effects of Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) leaves. *Food and Chemical Toxicology* 48: 3443-3448.
- Upadhyay NK, Kumar R, Mandotra SK, Meena RN, Siddiqui MS, Sawhney RC, Gupta A. 2009. Safety and healing efficacy of Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) seed oil on burn wounds in rats. *Food and Chemical Toxicology* 47: 1146-1153.
- Upadhyay NK, Kumar R, Siddiqui MS, Gupta A. 2011. Mechanism of Wound-Healing Activity of *Hippophae rhamnoides* L. Leaf Extract in Experimental Burns. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*: 659705.

Utioh A. 2009. Current and Emerging Processing Technologies for Seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) and its products. McKenzie DB, Cenkowski S editors. 3rd International Seabuckthorn Association Conference. Canada: Université Laval Québec, p83-91.

Valíček P, Havelka EV. 2008. Rakytník řešetlákový: Rostlina budoucnosti. Benešov: Start. 86p.

Verma H, Chahota R, Palial A, Sharma M. 2011. Antibacterial properties of seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) leaf extracts against common skin and wound bacteria. Indian J. Vet. Res. 20: 38-41.

Verma H, Sharma M, Chahota R, Palial A. 2013. Assessment of antimycotic activity of seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides*) leaf extracts against common fungi associated with skin dermatitis. Vet. World 6: 205-208.

Wang B, Lin L, Ni Q, Su CL. 2011. *Hippophae rhamnoides* Linn. For treatment of diabetes mellitus: A review. J Med Plant Res. 5: 2599-2607.

Wang J, Zhang W, Zhu D, Zhu X, Pang X, Qu W. 2011. Hypolipidaemic and hypoglycaemic effects of total flavonoids from seed residues of *Hippophae rhamnoides* L. in mice fed a high-fat diet. Journal of Science of Food and Agriculture 91: 1446-1451.

Wang LJ. 1992. Sea buckthorn oil and chymotrypsin are effective in treating ulcerative stomatitis of children. Hippophae 5: 32-34.

Weiss TJ. 1970. Food Oils and their Uses. Basic Processing of Fats and Oils. Westport, CT: Publ. Co. Inc., p47-67.

Wu D, Meng Z. 2003. Effect of Sulfur Dioxide Inhalation on the Glutathione Redox System in Mice and Protective Role of Sea Buckthorn Seed Oil. Arch. Environ. Contam. Toxicol. 45: 423-428.

Xing J, Jinyao S, Hu S, Wang B, Dong Y, Yang B, Kallio HP. 2012. Effect of sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) pulp oils on the gastric secretion, gastric emptying and its analgesic activity. Journal of Medicinal Plants Res. 6: 3240-3245.

Xu M. 1994. The medical research and exploitation of sea buckthorn. Hippophae 7: 32-84.

Yang B, Ahotupa M, Määttä P, Kallio H. 2011. Composition and antioxidative activities of supercritical CO₂-extracted oils from seeds and soft parts of northern berries. Food Res. Int. 44: 2009-2017.

- Yang B, Kalimo KO, Mattila LM, Kallio SE, Katajisto JK, Peltola OJ, Kallio HP. 1999. Effect of dietary supplementation with sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*) seed and pulp oils on atopic dermatitis. *J. Nutr. Biochem.* 10: 622-630.
- Yang B, Kalimo KO, Tahvonen RL, Mattila LM, Katajisto JK, Kallio HP. 2000. Effect of dietary supplementation with sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides*) seed and pulp oils on the fatty acid composition of skin glycerophospholipids of patients with atopic dermatitis. *J. Nutr. Biochem.* 11: 338-340.
- Yang B, Kallio H. 2001a. Composition and physiological effects of sea buckthorn (*Hippophaë*) lipids. *Trends in Food Science & Technology* 13: 160-167.
- Yang B, Kallio H. 2001b. Fatty acid composition of lipids in Sea Buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) berries of different origins. *J Agric Food Chem* 49: 1939-1947.
- Yang B, Kallio H. 2002. Effects of harvesting time on triacylglycerols and glycerophospholipids of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) berries of different origins. *Journal of Food Composition and Analysis* 15: 143-157.
- Yang B, Karlsson RM, Okaman PH, Kallio HP. 2001. Phytosterols in sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) berries: Identification and effects of different origins and harvesting times. *J. Agr. Food Chem.* 49: 5620-5029.
- Yang C. 1995. A clinical study of reducing fat and antioxidation of dried *Hippophae* emulsion. *Hippophae* 8: 33-35.
- Yang HZ, Liu YL, Huo SH, Zhang GL. 1992. The dynamic changes in the oil content and fatty acid composition of sea buckthorn fruit during the ripening period. *J. Beijing Forestry Univ.* 14: 68-73.
- Yao Y, Tigerstedt PMA, Joy P. 1992. Variation of vitamin C concentration and character correlation between and within natural sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) populations. *Acta Agr. Scand.* 42: 12-17.
- Yao Y, Tigerstedt PMA. 1993. Isozyme studies of genetic diversity and evolution in (*Hippophae rhamnoides* L.). *Genetic Resources and Crop Evolution* 40: 12-17.
- Yao Y, Tigerstedt PMA. 1994. Genetic diversity in *Hippophae* L. and its use in plant breeding. *Euphytica* 77: 165-169.
- Yao Y, Tigerstedt PMA. 1995. Geographical Variation of Growth Rhythm, Height, and Hardiness, and Their Relations in *Hippophae rhamnoides*. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 120(4): 691-698.

- Yao Y. 1994. Genetic diversity, evolution and domestication in sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) [PhD.]. Finland: Helsinki University. 102p.
- Yuzhen Z, Fuheng W. 1997. Seabuckthorn flavonoids and their medicinal value. *Hippophae* 10: 39-41.
- Zadernowski R, Nowak-Polakowska H, Lossow B, Nesterowicz J. 1997. Sea buckthorn lipids. *J. Food Lipids* 4: 165-172.
- Zeb A, Hussain S. 2014. Sea buckthorn seed powder provides protection in the oxidative stress produced by thermally oxidized sunflower oil in rabbits. *Journal of Food Biochemistry* 38: 498-508.
- Zeb A. 2004. Chemical and nutritional constituents of sea buckthorn juice. *Pakistan Journal of Nutrition* 3: 99-106.
- Zeb A. 2006. Anticarcinogenic Potential of Lipids from *Hippophae* – Evidence from Recent Literature. *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention* 7: 32-34.
- Zhang P, Ding X, Mao L, Li D, Li L. 1989b. Anticancer activities of seabuckthorn seed oil and its effect on the weight of immune organs. *Seabuckthorn* 2: 31-34.
- Zhang P, Mao YC, Sun B, Qian M, Qu WJ. 2005. Changes in apoptosis-related genes expression profile in human breast carcinoma cell line Bcap-37 induced by flavonoids from seed residues of *Hippophae Rhamnoides* L. *Chinese Journal of Cancer* 24: 454-460.
- Zhang W, Yan J, Duo J, Ren B, Guo J. 1989a. Preliminary study of biochemical constituents of berry of sea buckthorn growing in Shanxi Province and their changing trend. *Proceeding of International Symposium on Sea Buckthorn (H. rhamnoides L.)*. China: Xian, p96-105.
- Zhang Y, Yu N. 1989. Research on the centrifuge technology of sea buckthorn juice and oil. *Proceeding of International Symposium on Sea Buckthorn (H. rhamnoides L.)*. China: Xian, p307-310.
- Zhao W, Chen X, Yan CH, Liu H, Zhang Z, Wang P, Su J, Li Y. 2012. Effect of Sea Buckthorn Leaves on Inosine Monophosphate and Adenylosuccinatellyase Gene Expression in Broilers during Heat Stress. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 25: 92-97.
- Zhao Y. 1994. Clinical effects of *Hippophae* seed oil in the treatment of 32 burn cases. *Hippophae* 7: 36-37.
- Zheng XW, Song XJ. 1992. Analysis of the fruit nutrient composition of nine types of sea buckthorn in Liaoning, China. *Northern fruit of China* 3: 22-24.

Zhong F. 1989. Study on the immunopharmacology of the components extracted from *Hippophae rhamnoides* L. Proceedings of International Symposium on Seabuckthorn. China: Xian, p368-370.

Zhou X, Chen C. 1989. Research on the process technology of turbidity type sea buckthorn beverage. Proceeding of International Symposium on Seabuckthorn. China: Xian, p310-313.

Zimmerman HJ, Ishak KG. 1994. Hepatic injury due to drugs and toxins. Sween R, Anthony PP, Scheuer PJ, Burt AD, Portman BC editors. Pathology of Liver. Edinburgh: Churchill Livingstone, p563-634.

Ziprin RL, Elissalde MH. 1990. Effect of T-2 toxin on resistance to systemic *Salmonella typhimurium* infection of newly hatched chicken. American Journal of Veterinary Research 51: 1869-1872.

Přílohy

Seznam příloh

Příloha 1: Sušené rakytníkové plody	
Příloha 2: Sušené rakytníkové listy	
Příloha 3: Rakytníková šťáva.....	
Příloha 4: Sušená rakytníková dužina a semena	
Příloha 5: Olej z rakytníkové dužiny	
Příloha 6: Rozdíl v barevnosti olejů z dužiny a semen.....	
Příloha 7: Kombajn při řezu větví rakytníku	
Příloha 8: Detail seřezaných keřů rakytníku	
Příloha 9: Ventilátory rozhánějící dusík v mrazícím tunelu.....	
Příloha 10: Oddělovač listů a nečistot od plodů.....	

Příloha 1: Sušené rakytníkové plody (Superdibles, 2016)



Příloha 2: Sušené rakytníkové listy (21 Food & Beverage Online, 2016)



Příloha 3: Rakytníková šťáva (Hippophae, 2014a)



Příloha 4: Sušená rakytníková dužina a semena (Hippophae, 2014b)



Příloha 5: Olej z rakytníkové dužiny (Sea Buckthorn Insider, 2014)



Příloha 6: Rozdíl v barevnosti olejů z dužiny a semen (Mont Echo Naturels, 2011)



Příloha 7: Kombajn při řezu větví rakytníku (Plná zahrada, 2013)



Příloha 8: Detail seřezaných keřů rakytníku (Plná zahrada, 2013)



Příloha 9: Ventilátory rozhánějící dusík v mrazícím tunelu (Plná zahrada, 2013)



Příloha 10: Oddělovač listů a nečistot od plodů (Plná zahrada, 2013)

