

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra chemie



Rostlinné oleje z divokých rostlin

Bakalářská práce

Autor práce: Martina Foltýnová

Vedoucí práce: Ing. Matyáš Orsák, Ph.D.

© 2015 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Rostlinné oleje z divokých rostlin" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne: 15.4.2015

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Matyáši Orsákovi, Ph.D. za odborné vedení při zpracování této bakalářské práce. Chtěla bych mu také poděkovat za umožnění provést jednotlivé analýzy v laboratoři na katedře chemie České zemědělské univerzity v Praze a za poskytnutí cenných a užitečných rad při této práci.

Rostlinné oleje z divokých rostlin

Souhrn

Cílem této bakalářské práce bylo zjištění dostatku informací o zastoupení mastných kyselin ve vybraných plevelných a lučních rostlinách. Pro přiblížení tématu bylo do literárního přehledu zařazeno pojednání o lipidech, jejich rozdělení, metabolismus a využití. Dále jsou popisovány mastné kyseliny, které tvoří hlavní složku lipidů. Mezi lipidy řadíme tuky a jejich tekutou formu oleje. V další části se nachází charakteristika tuků a olejů, jejich získávání, úprava a použití. Tato práce pojednává především o rostlinných zdrojích tuku, jelikož byly sledovány rostlinné oleje těchto divokých rostlin: smetánka lékařská (*Taraxacum sect. Ruderalia*), jitrocel kopinatý (*Plantago lanceolata*), jitrocel větší (*Plantago major*), šťovík tupolistý (*Rumex obtusifolius*), hrachor hlíznatý (*Lathyrus tuberosus*) a vlašovičnick větší (*Chelidonium majus*). Další část je věnována podrobné charakteristice zmíněných rostlin.

V semenech těchto rostlinných druhů bylo laboratorně stanoveno: obsah sušiny, obsah popelovin v sušině a celkový obsah tuku v sušině. V literárním přehledu jsou zařazeny analytické metody související s výše uvedenými stanoveními. Sušina byla stanovena metodou sušení, vzorky byly sušeny v sušárně při 105 °C do konstantní hmotnosti. Obsah popelovin byl zjištěn metodou vázkového stanovení popela. Rostlinný materiál byl spalován při 550 °C v muflové peci. Obsah tuku byl analyzován metodou extrakce dle Soxhleta. Homogenizované vzorky byly vloženy do extrakčních patron, utěsněny vatou a následně umístěny do extraktoru. Jako rozpouštědlo byl použit hexan.

Průměrný obsah sušiny je 80 – 90 %, analyzované rostliny obsahovaly sušinu v rozmezí 87,9 – 95,7 %. Nejvyšší obsah sušiny byl nalezen ve vlašovičnicku větším (95,7 %). Obsah popelovin v sušině ve vybraných rostlinách je 2,1 – 8,3 %. Nejvíce popela je zastoupeno opět ve vlašovičnicku (8,3 %). Obsah tuku v sušině se pohyboval v rozmezí 1,0 – 38,4 %. Nejvíce je ho zastoupeno znovu ve vlašovičnicku (38,4 %). Poměrně velké množství tuku bylo také zjištěno u smetánky lékařské (kolem 30 %).

Výsledky ukazují, že obsah tuku se velmi liší u jednotlivých rostlinných druhů. Množství sušiny a popela je také závislé na druhu rostliny.

Klíčová slova: lipidy, oleje, mastné kyseliny, extrakce, sušina, popel, divoké rostliny

Vegetable oils from wild plants

Summary

The purpose of this bachelor thesis was securing enough information about representation of fatty acids in selected meadow and weed plants. To cover the subject matter, the texts about lipids, their severance, metabolism and use were used. Description of fatty acids, which is the main component of lipids. Fat ranks among lipids as well as their liquid form. The next part contains characteristics of fats and oils, its acquisition, treatment and application. This thesis follows sources of fat in plants, as oils of these wild plants were observed: dandelion (*Taraxacum sect. Ruderalia*), ribwort plantain (*Plantago lanceolata*), broadleaf plantain (*Plantago major*), broad-leaved dock (*Rumex obtusifolius*), tuberous pea (*Lathyrus obtusifolius*), greater celandine (*Chelidonium majus*). Another part is dedicated to detailed characteristic of mentioned plants.

In the seeds of these plants, was through laboratory observation stated: amount of the dry matter, amount of ashes in the dry matter and overall volume of fat in the dry matter. Analytic methods related to those statements are included in the literary review. The dry matter was stated using a method of drying in dry klin at 105 °C temperature until the constant weight has been reached. Amount of the ashes was established by gravimetric analysis. Vegetal material has been burned in muffle furnace at 550 °C temperature. Fat content has been analyzed by extraction method according to Soxhlet. Homogenized samples were put into extraction cartridge, sealed with cotton and placed into extractor. Hexan has been used as a dissolvement.

Average amount of dry matter is 80 – 90 %, analyzed plants contained dry matter in range from 87,9 – 95,7 %. The largest amount of dry matter has been found in greater celandine. Amount of ashes in dry matter of selected plants is 2,1 – 8,3 %. The largest amount of ashes has been found again in greater celandine. Amount of fat in dry matter varied in range from 1,0 – 38,4 %. The largest amount has been found once again in greater celandine (38,4 %). Quite a big amount has been also found in dandelion (around 30 %).

Results shows, that amount of fat differs between each of plant species. Amount of dry matter and amount of ashes also varies on plant species.

Keywords: lipids, oils, fatty acids, extraction, dry matter, ashes, wild plants

Obsah

1 Úvod	9
2 Cíl práce	10
3 Literární přehled	11
3.1 Lipidy.....	11
3.2 Klasifikace lipidů.....	11
3.3 Mastné kyseliny.....	12
3.3.1 Nasycené a nenasycené mastné kyseliny	13
3.3.2 Mastné kyseliny konjugované	14
3.3.3 Mastné kyseliny s kyslíkatou funkční skupinu.....	14
3.3.4 Destilace mastných kyselin	14
3.4 Tuky a oleje.....	14
3.4.1 Žluknutí tuků	15
3.4.2 Hydrogenace tuků (ztužování).....	16
3.4.3 Emulzifikace tuků.....	16
3.4.4 Štěpení tuků	16
3.4.5 Použití tuků a olejů	17
3.4.6 Zkoušení tuků a olejů	18
3.4.6.1 Číslo kyselosti.....	19
3.4.6.2 Číslo jodové	19
3.4.6.3 Číslo zmydelnění.....	19
3.4.6.4 Obsah nezmýdelnitelných látek	20
3.4.7 Získávání rostlinných tuků a olejů.....	20
3.4.8 Zpracování olejnatých semen	21
3.4.9 Rafinace rostlinných olejů.....	21
3.5 Vosky	22
3.6 Metabolismus lipidů	22
3.6.1 Syntéza nasycených mastných kyselin.....	23
3.6.2 Syntéza vyšších esenciálních mastných kyselin	23

3.6.3 Odbourávání mastných kyselin.....	23
3.6.4 Citrátový cyklus.....	23
3.7 Vybrané analytické metody.....	24
3.7.1 Stanovení sušiny sušením.....	24
3.7.2 Refraktometrické stanovení rozpustné sušiny	25
3.7.2 Vázkové stanovení popela.....	25
3.7.3 Stanovení tuku extrakcí podle Soxhleta.....	26
3.7.4 Plynová chromatografie	26
3.7.5 Kapalinová chromatografie	28
3.7.6 Papírová a tenkovrstvá chromatografie.....	29
3.8 Charakteristika vybraných druhů plevelných a lučních rostlin	29
3.8.1 Smetánka lékařská (Taraxacum sect. Ruderalia, dříve T. officinale)	29
3.8.2 Jitrocel kopinatý (Plantago lanceolata)	32
3.8.3 Jitrocel větší (Plantago major)	34
3.8.4 Šťovík tupolistý (Rumex obtusifolius).....	36
3.9.5 Hrachor hlíznatý (Lathyrus tuberosus).....	37
3.9.6 Vlačovičnick větší (Chelidonium majus).....	38
4 Metodika	40
4.1 Použitý rostlinný materiál (sběr, lokalita).....	40
4.1.1 Smetánka lékařská (Taraxacum sect. Ruderalia, dříve T. officinale)	40
4.1.2 Jitrocel kopinatý (Plantago lanceolata)	41
4.1.3 Jitrocel větší (Plantago major)	41
4.1.4 Šťovík tupolistý (Rumex obtusifolius).....	41
4.1.5 Hrachor hlíznatý (Lathyrus tuberosus).....	41
4.1.6 Vlačovičnick větší (Chelidonium majus).....	41
4.2 Příprava vzorků semen.....	41
4.3 Analytická stanovení u vybraných vzorků semen plevelných rostlin	42
4.3.1 Stanovení sušiny	42
4.3.2 Stanovení popelovin.....	42
4.3.3 Stanovení tuku – extrakce dle Soxhleta	42

5	Výsledky	43
5.1	Stanovení sušiny	43
5.2.	Stanovení popelovin v sušině	44
5.3	Stanovení tuku – extrakce dle Soxhleta	46
6	Diskuse	48
7	Závěr	50
8	Seznam literatury	51

1 Úvod

Získávání olejů z rostlinného materiálu je velice důležité jak pro potravinářské účely, tak i pro jiná odvětví. Olej se získává z rozdrčených semen lisováním a následnou extrakcí pomocí extrahovala, nejčastěji hexanu. Široké uplatnění mají rostlinné oleje nejen při výrobě olejů pro konzumní použití, jako jsou například nejpoužívanější řepkový, palmový či slunečnicový olej, ale také se tyto rostlinné produkty používají například ve farmaceutickém, kosmetickém a textilním průmyslu. Rostlinné oleje obsahují velké množství nenasycených mastných kyselin, zatímco v živočišných tucích je převaha méně prospěšných nasycených mastných kyselin.

Pojem „olej“ znamená tekutý tuk za normální teploty. Tuky jsou složeny z glycerolu a vyšších mastných kyselin, jedná se tedy o estery glycerolu. Tuky mohou být živočišného nebo rostlinného původu. Jsou důležitým zdrojem energie, mají také ochrannou a zásobní funkci a jsou nezbytné pro správný a zdravý vývoj jedince. Tuky se řadí do skupiny lipidů, jsou to přírodní organické sloučeniny, které se jen omezeně rozpouští ve vodě.

Tato bakalářská práce se zabývá rostlinnými tuky z divokých rostlin. V potravinářském průmyslu se využívají na výrobu olejů zemědělské plodiny s vyšším obsahem oleje, tzv. olejniny. Mezi ně patří například řepka olejka, slunečnice roční, len olejný, mák setý, ve středomoří známý olivovník evropský, a další. Z řepky se vyrábí nejen jedlý olej, ale používá se také jako přídavek do biopaliv a nátěrových hmot. Tyto rostliny obsahují zhruba 40 % tuku. Jsou pěstovány přímo pro produkci oleje. V této práci byl zjišťován obsah tuku a zastoupení jednotlivých mastných kyselin v semenech vybraných planě rostoucích rostlin. Dále byly stanoveny sušina a popel. Vše bylo analyzováno v semenech těchto rostlin: smetánka lékařská, jitrocel kopinatý, jitrocel větší, hrachor hlíznatý, šťovík tupolistý a vlašovičnick větší.

Je zřejmé, že obsah oleje se bude lišit mezi jednotlivými druhy rostlin. Množství sušiny a popela je také závislé na rostlinném druhu. Některé luční byliny mohou obsahovat poměrně vysoké množství tuku, podobně jako olejniny. Například vlašovičnick větší má v semenech 40 – 60 % technicky použitelného oleje. Některé tyto rostliny jsou již v lékařství využívány, ale řada dalších je z nedostatečného výzkumu nevyužita.

2 Cíl práce

Cílem práce je:

- 1) Zajistit dostatek informací o zastoupení mastných kyselin v tucích olejnatých semen plevelných a lučních rostlin.
- 2) U vybraných druhů rostlin (plevelných, lučních) stanovit sušinu, popeloviny a obsah tuku.

Hypotéza: 1) Obsah tuku v semenech se bude lišit mezi jednotlivými druhy.

- 2) Obsah sušiny a popelovin v semenech je závislý na druhu rostliny.

3 Literární přehled

3.1 Lipidy

Lipidy jsou přírodní organické molekuly, které se omezeně rozpouští ve vodě a mohou se izolovat extrakcí nepolárními organickými rozpouštědly z buněk a tkání organismů. Obsahují esterově vázané mastné kyseliny. Jsou to významné složky potravin, mají velkou úlohu ve výživě člověka a jsou důležité pro zdraví a vývoj organismu. Hlavními skupinami lipidů jsou tuky, oleje a vosky. V praxi se také mezi lipidy řadí netěkavé lipofilní sloučeniny, nazývající se doprovodné látky lipidů. Do této skupiny náleží velké množství látek, např. terpenoidy, steroly, lipofilní vitamíny, karotenoidy, barviva, některé hormony, přírodní antioxidanty a nebílkovinné látky buněčných membrán. Lipidy jsou definovány na základě fyzikální vlastnosti, tedy rozpustnosti, oproti jiným organickým sloučeninám jako jsou sacharidy, bílkoviny, apod.; ty se definují na základě struktury (McMurry, 2004; Velíšek, 2002).

Velmi důležitou skupinou lipidů jsou fosfolipidy ze skupiny heterolipidů (složené lipidy). Jsou součástí všech biologických membrán, tvoří tzv. dvojvrstvu fosfolipidů. Spolu s vloženými proteiny vytváří základní strukturu membrán. U rostlin jsou lipidy součástí i kutikuly (Metzler, 2012).

3.2 Klasifikace lipidů

Dle chemického složení se lipidy dělí do tří hlavních skupin: homolipidy, heterolipidy a komplexní lipidy. Homolipidy jsou sloučeniny alkoholu a mastných kyselin. Podle struktury navázaného alkoholu se mohou ještě dále dělit. Heterolipidy jsou lipidy obsahující kromě alkoholu a mastných kyselin ještě kovalentně vázanou sloučeninu, např. ve fosfolipidech je navázána kyselina fosforečná nebo v některých glykolipidech může být navázána např. D-galaktosa. Komplexními lipidy se rozumí sloučeniny obsahující jak homolipidy, tak heterolipidy a některé složky nemusí být vázány jen kovalentní vazbou, ale mohou být připojeny jinými fyzikálními vazbami, např. vodíkovými nebo hydrofobními interakcemi. V praxi se nejčastěji setkáme s označením nepolární a polární lipidy. Mezi neutrální lipidy se řadí estery glycerolu, steroly a jejich estery a volné mastné kyseliny (ačkoli nejsou neutrální). Do polárních lipidů se zařazují fosfolipidy a mnohé další heterolipidy. Toto třídění je založeno na chování sloučenin při chromatografickém dělení. V technologické a

potravinářské praxi se s pojmem lipidy ani nesetkáme, rozeznávají se jen tuky, oleje, vosky, lecitin a mastné kyseliny, ty mají využití v průmyslu (Velíšek, 2002).

Dalším dělením lipidů je rozdělení na dvě základní skupiny: hydrolyzovatelné a nehydrolyzovatelné. Hydrolyzovatelné lipidy mají v molekule esterovou vazbu, kterou lze hydrolyticky štěpit (např. tuky a vosky). Nehydrolyzovatelné lipidy neobsahují esterovou vazbu (např. cholesterol a jiné steroidy). Nejvýznamnější lipidy jsou živočišné tuky a rostlinné oleje. Živočišné tuky (máslo, sádlo, atd.) jsou látky tuhé, zatímco rostlinné oleje jsou kapalného charakteru, avšak obě skupiny lipidů mají velmi podobnou strukturu. Chemicky jsou to triacylderiváty glycerolu (triacylglyceroly), tedy estery glycerolu se třemi karboxylovými kyselinami s dlouhým uhlíkatým řetězcem. Hydrolýzou tuků a olejů vzniká glycerol a tři mastné kyseliny. Mastné kyseliny mají většinou nerozvětvený řetězec se sudým počtem atomů uhlíku, převážně 12 – 20 (McMurry, 2004).

3.3 Mastné kyseliny

Mastné kyseliny jsou nejvýznamnější a nejdůležitější složkou lipidů. Dle názvosloví v organické chemii jsou to karboxylové kyseliny s alifatickým uhlovodíkovým řetězcem. Avšak některé mastné kyseliny vázané v lipidech mohou být alicyklické nebo i aromatické sloučeniny. Mastné kyseliny se v odborné literatuře značí C N:M, kde N je počet atomů uhlíku v molekule a M je počet dvojných vazeb, příkladem je C 18:2, což je mastná kyselina s osmnácti uhlíky a s dvěma dvojnými vazbami (oktadekadienová). Umístění dvojných vazeb se v literatuře označuje symbolem $\Delta^{a,b,c,d}$, kde písmena udávají rozložení dvojných vazeb. Příkladem je $\Delta^{9,2}$, což znamená, že dvojně vazby jsou na 9. a 12. uhlíku od karboxylu. Tedy C 18:2 $\Delta^{9,2}$ je příkladem kyseliny linolové (Velíšek, 2002).

Tab. 1 MASTNÉ KYSELINY OMEGA-3 A OMEGA-6	
	Methylového konce
Alfa - linolenová kyselina (ALA, C18:3, omega-3)	
Eikosapentaenová kyselina (EPA, C20:5, omega-3)	
Dokosahehexaenová kyselina (DHA, C22:6, omega-3)	
Linolová kyselina (LA, C18:2, omega-6)	
Arachidinová kyselina (AA, C20:4, omega-6)	

Zdroj: <http://www.eufic.org/article/cs/nutrition/fats/artid/omega-3-a-omega-6/>

3.3.1 Nasycené a nenasycené mastné kyseliny

Mastné kyseliny se dělí na nasycené a nenasycené. Nenasycené můžeme dále rozdělit na dva typy: mononenasycené a polynenasycené, podle počtu dvojných vazeb. Nejčastějšími nasycenými mastnými kyselinami jsou kyseliny myristová (C 14), palmitová (C 16) a stearová (C 18). Mezi nejběžnější mononenasycené (jedna dvojná vazba) mastné kyseliny patří kyselina olejová (C 18:1), a eruková (C 22:1), ta se vyskytuje poměrně ve velkém množství hlavně v rostlinných semenech čeledi brukvovitých (řepka, hořčice). Polynenasycené mastné kyseliny obsahují dvě a více dvojných vazeb a patří sem omega-3 a 6 mastné kyseliny, to jsou např. kyselina linolová (C 18:2), linoleová (C 18:3), arachidonová (C 20:4) a další. Omega-3 polynenasycené mastné kyseliny jsou esenciální, tělo je neumí syntetizovat a musí se přijímat s potravou (Gazem et al., 2014).

Ve vyšších rostlinách převládají tyto mastné kyseliny: palmitová, olejová a linolová. Kyselina stearová téměř chybí a kyseliny C 20 – C 24 jsou jen vzácně přítomny, vyskytují se jen ve vnější pokožce listů. Některé rostliny obsahují i neobvyklé mastné kyseliny, jako jsou acetylenové a hydroxy kyseliny. Příkladem hydroxy kyseliny je ricinolejová kyselina, která se nachází například u rostlinného druhu skočec obecný (Metzler, 2012).

Nechemici označují mastné kyseliny jako saturevané. Mohou obsahovat 4 – asi 60 atomů uhlíku, mají rovný, nerozvětvený řetězec, převážně o sudém počtu atomů uhlíku. Nejčastější nasycenou mastnou kyselinou je palmitová kyselina. Nenasycené mastné kyseliny s jednou dvojnou vazbou se také nazývají monoenoové. Jednotlivé monoenoové kyseliny se liší počtem uhlíků, dvojných vazeb a jejich prostorovou konfigurací. Nejčastější nasycenou mastnou kyselinou s jednou dvojnou vazbou je kyselina olejová. Prostorová konfigurace se značí cis (Z) a trans (E). Ve výživě jsou velice důležité nenasycené mastné kyseliny s dvěma dvojnými vazbami. Nejvýznamnější z nich je kyselina linolová. Z kyselin se třemi dvojnými vazbami je nejdůležitější kyselina linolenová, vzácněji se vyskytují kyseliny se čtyřmi až šesti dvojnými vazbami. Patří k řadám označovaných n-3 a n-6, tzv. omega-3 a omega-6 mastné kyseliny. Nejznámější kyselinou, která má čtyři dvojně vazby a je řady n-6, je kyselina arachidonová. Z řady n-3 je známá kyselina klupanodonová, ta má pět dvojných vazeb (Velíšek, 2002).

V rostlinných olejích je převaha nenasyceným mastných kyselin, ty mají nižší teploty tání, a proto mají rostlinné oleje nižší teploty tání. U živočišných tuků je to přesně naopak. Dvojně vazby mezi atomy uhlíků v nenasycených mastných kyselinách se mohou katalyticky

hydrogenovat (tzv. ztužování tuků) a tak vznikají margaríny a další tuhé pokrmové tuky (McMurry, 2004).

3.3.2 Mastné kyseliny konjugované

Konjugovaná vazba vzniká střídáním vazeb dvojná – jednoduchá – dvojná – jednoduchá – atd. Konjugované mastné kyseliny a jejich glyceridy se oproti nekonjugovaným oxidují a polymerizují snadněji. Pomocí katalyzátorů se nekonjugované kyseliny mění na konjugované a tím se dosáhne snadnější oxidace a polymerizace a takto připravené oleje snadněji vysychají, houstnou a přibývají na váze (Bruža, 1951).

Od mastných kyselin s izolovanými dvojnými vazbami se liší reaktivitou a fyziologickými vlastnostmi (Velíšek, 2002).

3.3.3 Mastné kyseliny s kyslíkatou funkční skupinou

Tyto mastné kyseliny se označují jako hydroxykyseliny, v přírodě se nacházejí v docela velkém počtu, avšak berou se jako méně významné mastné kyseliny. Nejznámější nenasycenou hydroxykyselinou je ricinolejová kyselina. Největší význam z polyhydroxykyselin má kyselina sativová, která je odvozena od kyseliny linolové. Tyto hydroxykyseliny vznikají oxidací mastných kyselin. Dalšími kyslíkatými substituenty mohou být ketoskupina nebo epoxidová skupina (Velíšek, 2002).

3.3.4 Destilace mastných kyselin

Po saturaci a autoklávové metodě se musí odštěpené mastné kyseliny destilovat, aby se oddělily od destilačního zbytku. Pokud se tuky rozkládají pomocí kyseliny sírové, musí se následně destilovat. Destilovat se mohou také mastné kyseliny, které jsou určeny pro výroby mýdla. Destilace se provádí přehřátou vodní parou buď ve vakuu, nebo bez vakua. Ve vakuu se spotřebuje poloviční množství páry. Výtěžek destilace je zhruba 96 až 97 % mastných kyselin a 2 až 3 % zbytku (stearinový dehet). Provádí se při 220 °C, nejživější je při 250 až 270 °C. Při vyšších teplotách dochází k hnědnutí destilátu (Bruža, 1951).

3.4 Tuky a oleje

Tuky se nachází v semenech a plodech rostlin a v tělech živočichů. V lidské výživě přináší tuky tělu energii a spolu se sacharidy (př. cukry a škrob) dodávají nezbytné látky potřebné např. pro činnost svalstva, nervové soustavy a mnoho dalších biochemických

pochodů odehrávajících se v lidském těle. Přímo se neúčastní stavby těla, jako je tvoření tkání, svalových buněk, kostí atd., ale jsou důležitým průvodcem, bez nich by život lidského těla nebyl myslitelný. Mají vysokou kalorickou hodnotu, v těle se spalují buď přímo, nebo se ukládají jako zásobní látky, které jsou použity v případě nedostatku jiných zdrojů energie (Bruža, 1951).

Tuky a oleje jsou estery glycerolu, potravinářsky nejvýznamnější lipidy. Pojem „olej“ vyznačuje tuk tekutý při normální teplotě kolem 15 °C. Vlastnosti tuků jsou dány vlastnostmi mastných kyselin, které jsou v nich obsaženy. Jodové číslo udává stupeň nenasycenosti kyselin, které jsou obsaženy v tuku. Na molekulu glycerolu může být navázána jedna mastná kyselina, tak vznikají monoacylglyceroly (dříve monoglyceridy). Pokud má molekula glycerolu navázány dvě mastné kyseliny, jedná se o diacylglyceroly (dříve diglyceridy), ty převládají v přírodních tucích. Jsou-li na glycerolu navázány tři mastné kyseliny, vznikají tak triacylglyceroly (triglyceridy). Triacylglyceroly se dělí na jednoduché a smíšené. Jednoduché mají všechny tři mastné kyseliny stejné, zatímco smíšené jsou složeny ze dvou stejných a jedné jiné mastné kyseliny anebo ze tří různých mastných kyselin. Triacylglyceroly vznikají syntézou mastných kyselin a glycerolu za účasti enzymu lipázy (Bruža, 1951; Velíšek, 2002).

3.4.1 Žluknutí tuků

Působením vzduchu, světla, enzymů nebo mikroorganismů se tuky kazí a získávají tak nepříjemnou chuť a vůni. Tuky se štěpí, uvolňují se mastné kyseliny a vznikají vedlejší produkty. Tuky, které obsahují nenasycené mastné kyseliny, žluknou dříve než tuky obsahující nasycené mastné kyseliny (Bruža, 1951).

Existuje několik typů žluknutí: **1) hydrolytické** – při hydrolýze tuků dochází k uvolňování mastných kyselin, ty ve většině případů nezpůsobují žluknutí. Nepříjemné sensorické změny způsobují hlavně mastné kyseliny s krátkým uhlíkatým řetězcem, např. z másla uvolňující se kyselina máselná. **2) oxidační** – při oxidaci tuků vznikají hydroperoxydy, ty nemají vliv na sensorické vlastnosti, ale až jejich produkty zhoršují chuť. Jiné oxidační reakce mohou být žádoucí, vedou ke vzniku charakteristických aromatických látek některých potravin. **3) ketonové** – toto žluknutí vzniká především v másle, uvolněné mastné kyseliny se enzymově oxidují a po odtrhnutí karboxylové skupiny vznikají methylketony (2-alkanony). Tyto sloučeniny mají specifickou příchut'. **4) chuťová reverze** – typická pro oleje obsahující linoleovou kyselinu, např. u řepkového oleje. Vzniká chuť po trávě a fazolích. Tato vada lze odstranit rafinací, ale je vratná (reverze) (Velíšek, 2002).

3.4.2 Hydrogenace tuků (ztužování)

Oleje (tekuté tuky) obsahují dvojnásobné vazby, které se mohou sytit pomocí vodíku a tím vznikají nasycené mastné kyseliny, tedy tuhé tuky. Tato reakce se provádí za přítomnosti vhodných katalyzátorů, nejvíce niklu (Bruža, 1951).

3.4.3 Emulzifikace tuků

Rostlinné tuky se emulgují, aby se podobaly složením máslu. Nejznámějším emulgovaným tukem je margarín, obsahuje 80 % tuku a 20 % vody. Jedná se o emulzi typu voda v oleji. Dnes se vyrábějí emulgované tuky s nižším obsahem tuku (75 %, 60 % nebo i jen 40 %), jako tukové pomazánky. Majonézy, jako jiný typ emulgovaného tuku, jsou ochucené emulze oleje a vody, kde emulgátorem je vaječný žloutek. Jedná se o emulzi typu olej ve vodě (Velíšek, 2002).

3.4.4 Štěpení tuků

Při štěpení tuků se tuk rozdělí na glycerin a mastné kyseliny. Tuky můžeme štěpit pěti hlavními způsoby: **1) Metoda autoklávová** – rozklad tuku pod tlakem při katalytickém působení zásaditého činidla (např. kysličník vápenatý, zinečnatý nebo hořečnatý). Z tuku se musí nejprve odstranit slizy, což se provádí tzv. supurací (účinkem zředěné kyseliny sírové). Aby se z tuku odstranila kyselina, musí se několikrát vyprat vodou, přitom se zahřívá parou, která nesmí přesáhnout 70 °C. Výhody autoklávování: autokláv má velkou výkonnost, nevznikají ztráty glycerinu ani tuku, mastné kyseliny jsou světlé. Nevýhody autoklávování: vysoká investice na autoklávy, velké množství poolovených nádob a po 6 až 8 hodinách se dosáhne rozštěpení tuku jen na 90 – 94 %, při delší době zahřívání za zvýšeného tlaku by mastné kyseliny ztmavly. **2) Štěpení kyselinou sírovou (acidifikace = sulfurace)** – při této metodě se tuk rozštěpí na 100%, je tužší a má vyšší bod tání. Nevýhodou je, že tuk tmavne, a tak se před dalším zpracováním musí mastné kyseliny predestilovat. Postup štěpení: Zahříváním tuku na 100 až 120 °C se odstraní voda. Pokud byl tuk nečistý, vypere se kyselinou sírovou při 100 °C. Následně se přidá 4 – 7 % kyselina sírová při teplotě 100 °C a dojde k zahřátí na 120 °C. Za stálého míchání se nechá kyselina působit 20 minut až 2 hodiny. Po vypuštění do kádí se obsah vypere vodou. Výhody sulfurace: probíhá rychle, tuk se štěpí úplně a je spolehlivá. Nevýhody sulfurace: dochází k malým ztrátám – část tuku se spálí, mastné kyseliny jsou tmavé – nutno predestilovat a vzniklý glycerin má horší kvalitu. **3) Metoda Twitchellova** – používá se Twitchellovo činidlo (mastně-aromatická sulfokyselina).

Nejprve se tuk dobře vyčistí kyselinou sírovou. Vzniklé mastné kyseliny mají dobrou jakost, pro další zpracování se ještě destilují. Výtěžek štěpení je 95 až 98 %. Výhody této metody: nízký tlak páry a malé pořizovací náklady. Nevýhodou jsou: dlouhá doba trvání, tmavnutí mastných kyselin a používání dřevěných nádob, které jsou později nepotřebné. **4) Štěpení fermentativní (enzymatické):** Enzymy jsou rozpustné látky, které se nachází v živých buňkách, zrychlují chemické pochody. Tuky se štěpí pomocí enzymů lipáz, které se nachází v mnoha olejnatých semenech. Výhody fermentativní metody: vznikají světlé kyseliny a glycerin, malá spotřeba páry a jednoduché zařízení. Nevýhody fermentativního štěpení: nevhodné pro pevné tuky, obtížnější rafinace glycerinu, hůře se rozděluje emulze. **5) Štěpení způsobem Krebitzovým** - dnes málo používaná metoda. Nejprve se tuk musí rozložit vápenným mlékem a vzniká vápenaté mýdlo, které se převede na mýdlo sodné. Z vápenatého mýdla se pomocí teplé vody vylouhuje glycerin. Při změně vápenatého mýdla na sodné se na dně usazuje uhličitan vápenatý. Nevýhody této metody: vznikají ztráty, uhličitan vápenatý strhuje hodně mýdla, nutnost odborných kontrol. Výhodami jsou: vznik světlého mýdla, čistý glycerin díky nízkým teplotám (Bruža, 1951).

3.4.5 Použití tuků a olejů

Velká část tuků se využívá ve výživě člověka nebo jako krmivo pro zvířata. Používají se přímo anebo se izolují z potravinářských surovin (Velíšek, 2002).

1) Ve výživě: Část tuků se konzumuje spotřebitelem po přidání do pokrmů, při smažení nebo v podobě pomazánek, tzv. zjevný tuk. A část tuků je konzumována jako skrytý tuk, ten je součástí rostlinných pletiv a živočišných tkání. Poměr obou typů tuků je v lidské stravě 1:1. **Jedlé oleje** - po rafinaci přecházejí do distribuce. Nejčastěji se používají oleje slunečnicový, podzemnicový, řepkový, sezamový, atd. Obvykle mají obsah volných mastných kyselin do 0,1 %, avšak dlouhodobým skladováním může tato hodnota stoupnout až na 0,25%, bez změny na jakosti oleje (do hodnoty 1 % volných mastných kyselin je olej požitelný). Jedlé oleje se používají především na pečení, smažení, k přípravě salátů. **Margaríny** – pokrmový, pečivový, neboli úsporný tuk, který se vyrábí průmyslově. Je to tuková směs, která má bod tání kolem 28 až 37 °C. Násada pro letní dobu: 80 až 85 % rafinovaných olejů ztužených do 42 °C včetně loje a tuhých tuků, zbytek jsou rafinované tekuté oleje. Násada pro zimní dobu: 60 až 70 % rafinovaných olejů ztužených do 36 °C včetně tuhých tuků a loje, zbytek jsou tekuté rafinované oleje. Rafinované tuhé tuky, kokosový, palmojádrový, palmový, balsový se ztužují na 26 až 28 °C. Tyto tuky se ztužují kvůli delší trvanlivosti, a aby měly hladký máselný vzhled. Ztužený podzemnicový olej

vypadá jako husí sádlo, má krupičkovitý vzhled. Ztužováním se zvyšuje trvanlivost margarínů. Do emulze se přidává zhruba 20 až 22 % vody. Jako přísady se používají emulgátory a barviva. Hotový margarín by měl obsahovat 18 % vody. **Tuky pečivové** – jsou margaríny s tažnou konzistencí (jako sádlo). Násada se řídí podle toho, aby měl tuk bod tání kolem 24 až 28 °C, nejčastěji se využívá tvrzený podzemnicový olej. **Tuky pokrmové** – oleje kokosový, balsový, palmojádrový, které jsou ztuženy do 28 °C, v létě 28 až 32 °C. Tyto tuky jsou bez vody. **Tuky úsporné** – směs rostlinných tuků (obsah tuku 50 až 80 %). Zbytkem jsou organické látky, jako syntetické estery a vosky. Využívají se hlavně při výrobě pečiva a vymazávání plechů. **Umělé sádlo** – je směs tvrzeného kokosového a podzemnicového oleje (nebo také bavlníkového, či sójového) s tekutým olejem. Aby mělo umělé sádlo sádelnou chuť, přimíchávají se do něj škvarky, které se následně oddělí (Bruža, 1951; Velíšek, 2002).

2) V ostatních odvětvích: Pokud tuky nevyhovují z hlediska jakosti pro potravinářské účely, jsou využívány v jiných odvětvích, jako jsou kosmetika, farmaceutický průmysl, strojírenský, textilní, gumárenský průmysl a další. **Kosmetika** – v tomto odvětví se používají tuky hlavně při výrobě krémů, šampónů, mýdel, tyčinek na rty, méně ve formě olejů. **Textilní průmysl** – zde se tuky používají jako mastidla na vlákna, při barvení jako pomocný prostředek a jako smáčidla při předení a tkaní, za spoluúčasti syntetických saponátů – detergentů. **Kožedělný průmysl** – použití hlavně rybího oleje jako mastidla a pomocného prostředku. **Strojírenský průmysl** – v tomto průmyslu se tuky využívají jako prostředky ochranné, čistící, ke kalení, broušení. **Kvasný průmysl** – využívá tuků ke srážení kvasné pěny. **Gumárenský průmysl** – tuky jako zásyp a ochranná vrstva. **Farmaceutický průmysl a lékařství** – využívá tuky jako nosiče (substráty) různých léčiv a jako ochranné prostředky. **Jemná mechanika** – používá tuky jako mazadla, čistidla a ochranné vrstvy proti korozi (Bruža, 1951; Velíšek, 2002).

3.4.6 Zkoušení tuků a olejů

Zkoušení tuků a olejů se provádí k rozeznání druhů, které mají podobnou hustotu, barvu, chuť, atd. a také proto, že některé nedostatky se můžou rozeznat jen chemickým rozborem. To je nutné k správnému ocenění materiálu. Nejdůležitější sledované hodnoty jsou: číslo kyselosti, číslo jodové, číslo zmýdelnění a nezmýdelnitelné látky (Bruža, 1951).

3.4.6.1 Číslo kyselosti

Čistý tuk či olej obsahuje mastné kyseliny, které jsou vázány na glycerin. Působením např. mikroorganismů, enzymů, světla, vzduchu se část tuků rozkládá na volné mastné kyseliny a glycerin, a tak se tuk stává kyselým, tedy žlukne. Ke stanovení volných mastných kyselin se využívá toho, že se kyseliny pojí se zásadou (louhem) a vytváří tak mýdla. Pokud známe množství zásady, potřebné ke zmýdelnění volných mastných kyselin (neutralizaci), můžeme vypočítat obsah mastných kyselin ve vzorku tuku. Číslo kyselosti je počet miligramů KOH, potřebných k neutralizaci volných mastných kyselin v jednom gramu tuku (Bruža, 1951).

Vzorek se rozpouští v polárním rozpouštědlovém systému a následně se filtruje roztokem hydroxidu draselného (přechod v mírně alkalické oblasti). Tato metoda je vhodná pro tuky, oleje a mastné kyseliny. Číslo kyselosti se vyjadřuje v mg hydroxidu draselného potřebného k neutralizaci 1 g vzorku. Často se kyselost tuku vyjadřuje v % obsažených mastných kyselin. Číslo kyselosti stanovuje volné karboxylové kyseliny, kritériem kvality surovin k výrobě jedlých tuků (Davídek, 1981).

3.4.6.2 Číslo jodové

Každý tuk váže jod v různé míře. Udává množství jodu, které se váže se 100 díly tuku. Tuhé tuky mají nízké jodové číslo, zatímco tekuté tuky (rostlinné a rybí oleje) mají vysoké číslo jodové. Čím je toto číslo vyšší, tím tuk obsahuje více nenasycených mastných kyselin (Bruža, 1951).

Stanovení jodového čísla: na dvojně vazby mastných kyselin se váže halogen a pomocí titrace se stanoví nespotřebované množství halogenu. Jodové číslo je procentuální množství halogenu, vyjádřeného jako jod, vázaného na tuk za podmínek metody. Adice halogenů se zrychlí po přidavku rtuťnatých solí ve funkci katalyzátorů. Tato metoda je vhodná pro všechny tuky i oleje, kromě oxidovatelných nebo polymerovaných olejů. Jodové číslo stanovuje dvojně vazby, dává kontrolu při plynové chromatografii (Davídek, 1981).

3.4.6.3 Číslo zmýdelnění

Dříve se mýdla vyráběla hydrolýzou triacylglycerolů v alkalickém prostředí, dnes se nejprve triacylglyceroly štěpí vodou na mastné kyseliny za vysoké teploty a tlaku a až následně se neutralizují uhličitanem sodným (Velíšek, 2002).

Za studena lze louhem okamžitě zmýdelnit jen mastné kyseliny. Glyceridy (neutrální tuky) se mohou zmýdelnit pouze za tepla a zponenáhla. Číslo zmýdelnění je počet miligramů KOH, potřebných ke zmýdelnění jednoho gramu tuku. Podle tohoto čísla lze pouze přibližně stanovit druh tuku a z jakých druhů se skládá. Některé tuky (jako kokosový) lze zmýdelnit i za studena, ale mnohem pomaleji než za tepla (Bruža, 1951).

Titrační stanovení čísla zmýdelnění na dvojí indikátor: vzorek tuku se zmýdelní a vzniklý přebytečný hydroxid draselný se zneutralizuje roztokem kyseliny chlorovodíkové (indikátor fenolftalein). Množství draselných iontů, které jsou vázané jako mýdlo, se stanoví další titrací (indikátor bromfenolová modř). Tato metoda je vhodná pro tuky i oleje, stačí několik desetin gramu vzorku. Číslo zmýdelnění je počet miligramů hydroxidu draselného, které jsou potřeba k neutralizaci volných i vázaných mastných kyselin v 1 g vzorku. Číslo zmýdelnění stanovuje volné i vázané karboxylové deriváty (Davídek, 1981).

3.4.6.4 Obsah nezmýdelnitelných látek

V každém tuku se nachází malá část látek, které nelze zásadou zmýdelnit, tyto látky nazýváme nezmýdelnitelné. Jsou to například cholesterolin, fytosterin, oxykyseliny, jsou jen zřídka obsaženy v tucích a olejích, zhruba do 1 %. Tyto malé obsahy nezmýdelnitelných látek přechází do mýdla při zmýdelnění tuků. Obsah nezmýdelnitelných látek se zjišťuje tak, že se tuk smísí s louhem a zahřívá se. Nezmýdelnitelné látky zůstanou v nezměněné podobě, mýdelný roztok (zmýdelněný tuk) se protřepává s petroléterem a v něm se rozpustí nezmýdelněné části. Pak se oddělí petroléterový roztok od mýdla a po odpaření petroléteru zůstávají látky nezmýdelněné, ty se přesně zvaží. Výpočtem se zjistí % obsah nezmýdelnitelných látek tuku. Pokud chceme zjistit, z čeho se nezmýdelnitelné části skládají, musí se provést další rozbor (Bruža, 1951).

Stanovení nezmýdelnitelných látek extrakcí petroletherem: nezmýdelnitelné látky jsou nerozpustné ve vodě a rozpustné v tukových rozpouštědlech po zmýdelnění vzorku (Davídek, 1981).

3.4.7 Získávání rostlinných tuků a olejů

Nejvíce rostlinných tuků a olejů se získává ze semen olejnin. Zpracování tuku v olejninách se provádí lisováním za vysokého tlaku a extrakcí rozpouštědly, nejvíce hexanem, ale také benzínem, etanolem, trichlóretylénem. Nejstarším extrahovadlem je sirouhlík (CS₂), který se nyní používá jen zřídka. V praxi se obě metody kombinují. Nejprve

se semena drtí, následně zahřívají a poté se lisují v kontinuálních šnekových lisech. Pokrutiny, které vzniknou z extrakce, se nazývají extrahované šroty, ty by neměly zapáchat extrahovadlem. Vytvořené šroty obsahující 15 – 20 % tuku se extrahují v extraktorech. Zbytkový extrahovaný šrot má 2 - 3 % tuku, obsahuje především heterolipidy. Po extrakci vzniká roztok o obsahu 20 - 30 % oleje v hexanu (miscela), rozpouštědlo se z roztoku musí oddestilovat a zbytky se odstraní destilací s vodní parou. Panenské oleje se lisují za studena, nepředchází zahřev, především olivový olej (Velíšek, 2002; Bruža, 1951).

3.4.8 Zpracování olejnatých semen

Olejnatá semena se suší do konstantní hmotnosti, aby se zabránilo plesnivění, klíčení a zapaření. Uskladňují se v silech nebo na sýpkách. Sýpky jsou budovy, které mají několik poschodí, jsou dobře větratelné. Silo je vysoká šachta, která se plní shora a vyprazdňuje spodem. Plní se semeny dobře usušenými, protože k nim nemá vzduch přístup a semena se nedají přehazovat jako v sýpce. Semena se čistí pomocí sít, ventilátorů, třidičů, strojů magnetových a kartáčových. Přes síta se oddělí hrubé nečistoty, prach a zůstává jen čisté semeno. Ventilátory vhánějí do sypajícího se semene vzduch a tím se oddělují prach a nečistoty. V třidičích se rozdělují semena na vejčitá a kulatá. Magnetové stroje slouží k odstranění kousků železa, které by mohly znečišťovat olej a být nebezpečné pro zvířata. Kartáčové stroje čistí ulpělý prach a hlínu na semenech. Před lisováním a extrakcí se musí semena nejdříve rozmělnit. Nejdůležitějšími stroji k rozmělnění semen jsou stroje válcové. Dva válce otáčející se proti sobě, při stejné velikosti a rychlosti otáčení vzniká tlak, kterým se semena rozdrťí. Následuje lisování, po nahřátí přichází rozmělněné semeno do lisů, z kterých odtéká vylisovaný olej. Zbytky po lisování semen se nazývají pokrutiny (Bruža, 1951).

3.4.9 Rafinace rostlinných olejů

Rostlinné oleje získané po lisování a extrakci mají špatné organoleptické vlastnosti, proto se rafinují, pro větší přijatelnost spotřebiteli. 4 fáze rafinace olejů: 1) **Odslizení (hydratace)** – surový olej se zbaví tuhých částí filtrací, odstředěním a odsazením. Olej se zahřívá s vodou nebo roztoky kyselin. 2) **Odkyselení (neutralizace)** – zbavení oleje volných mastných kyselin, neutralizace hydroxidem nebo uhličitánem sodným. 3) **Bělení** – odstranění barviv (karotenoidy, chlorofyly, atd.) a zbytků mýdel. 4) **Deodorace** – odstranění těkavých

látek destilací s vodní párou za sníženého tlaku, vznik sensoricky neutrálních olejů (Velíšek, 2002).

3.5 Vosky

Vosky jsou triviálním označením esterů mastných kyselin s jednosytnými alkoholy. Z přírodních látek jsou významné estery mastných kyselin s alifatickými alkoholy (dříve ceridy) a s alicyklickými alkoholy (steridy). Termín „vosky“ nemusí označovat jen čisté sloučeniny, ale mohou to být i přírodní produkty jak živočišného, tak i rostlinného původu, jejichž součástí jsou estery mastných kyselin s jednosytnými alkoholy a další lipofilní látky. Ve voscích jsou vázány většinou nasycené mastné kyseliny s dlouhým uhlíkatým řetězcem, často mastné kyseliny obsahující hydroxylovou skupinu. Význačnými primárními alkoholy vázanými ve voscích jsou karotenoidy s alkoholovou skupinou (xantofyly). Jejich hlavní funkcí je tvorba hydrofobní vrstvy na povrchu organismů (živočichů i rostlin). Zabraňují ztrátám vody při transpiraci a slouží jako ochrana hmyzu, parazitům a vlivům prostředí. Příkladem rostlinných vosků jsou: kutikulární vosky, kutin, suberin. Tvoří se esterifikací složek za katalytického působení lipáz. Ve výživě člověka nemají skoro žádné uplatnění. Z živočišných vosků jsou známé: vorvaňovina (vosk v dutině lebeční vorvaně a jiných kytovců), včelí vosk a vosk z ovčí vlny, po přečištění a vybělení se označuje jako lanolin. Vosky jsou většinou tvrdé a nemastící látky, nerozpustné ve vodě a špatně se rozpouští v organických rozpouštědlech. Využití vosků: v potravinářství (hydrofobizace povrchu ovoce, zlepšení vzhledu a leštění cukrovinek), v kosmetickém a farmaceutickém průmyslu, výroba svíček, leštidel, zápalek (Velíšek, 2002).

3.6 Metabolismus lipidů

Člověk přijímá s potravou jen malé množství volných mastných kyselin. Lipidy, které jsou součástí potravy, se začínají štěpit již v menší míře v žaludku a následné hlavní štěpení lipidů probíhá v tenkém střevě za pomoci enzymů a vstřebávají se střevní stěnou. Člověk dokáže některé nasycené a nenasycené mastné kyseliny syntetizovat. Avšak nedokážeme syntetizovat polynenasycené mastné kyseliny řady n-3 a n-6, jsou to esenciální mastné kyseliny (nezbytné pro život), a tak se musí v dostatečném množství přijímat potravou (Velíšek, 2002).

3.6.1 Syntéza nasycených mastných kyselin

Nasycené mastné kyseliny se syntetizují z acetyl-CoA. Řetězec mastné kyseliny se prodlouží při každém cyklu o dva atomy uhlíku, a proto se v lipidech vyskytují daleko častěji mastné kyseliny se sudým počtem uhlíků. Jakmile se při reakci dosáhne počtu 16 – 18 uhlíků, tak se většinou syntéza zastaví (Velíšek, 2002).

3.6.2 Syntéza vyšších esenciálních mastných kyselin

Spolu s potravou se přijímají hlavně prekurzory, nejčastěji linolová a α -linolenová kyselina, ty neumí naše tělo syntetizovat. Tyto kyseliny se v lidském organismu prodlouží o 2 až 4 atomy uhlíky, dochází k tzv. elongaci (prodloužení řetězce) a vznikají další dvojné vazby, tomu se říká desaturace. Nejvýznamnější sloučeninou u člověka je arachidonová kyselina, ta se ukládá do biologických membrán. Esenciální mastné kyseliny jsou prekurzory biologicky aktivních látek a jsou součástí biologických membrán, zajišťují jejich fluiditu a flexibilitu. Elongaci a denaturaci provádí enzymy, snadněji probíhají u řady n-3. Enzym způsobující denaturaci se nazývá desaturasa, která může být negativně ovlivněna některými faktory: věk, výživa (příjem etanolu, nedostatek některých vitamínů a minerálních látek, vyšší příjem trans-nenasycených mastných kyselin), stres, virová onemocnění (Velíšek, 2002).

3.6.3 Odbourávání mastných kyselin

Nejčastěji se mastné kyseliny v lidském těle odbourávají reakcí zvanou β -oxidace mastných kyselin. Z molekuly se odštěpuje acetyl-CoA a řetězec se tak zkracuje vždy o dva atomy uhlíku. Nejdříve vzniká z mastné kyseliny, která je vázaná na koenzym A, trans-mastná kyselina, následně vznikají 3-hydroxykyselina a 3-ketokyselina. Až dochází ke štěpení na kyselinu o dva atomy uhlíku kratší a acetyl-CoA (Velíšek, 2002).

3.6.4 Citrátový cyklus

Citrátový cyklus (zvaný také Krebsův cyklus) je řada složitých reakcí tvořících společnou metabolickou dráhu při aerobní oxidaci sacharidů, lipidů i bílkovin, které vytváří biosyntetické prekurzory. Do reakce vstupuje Acetyl – CoA, který spolu s oxalacetátem vytváří citrát. Citrát se několika reakcemi za vzniku různých meziproduktů přeměňuje na výsledný oxalacetát + NADH + H⁺. Tento složitý děj probíhá u eukaryotických buněk v matrixu v mitochondriích. V citrátovém cyklu dochází k oxidační degradaci u eukaryotických a

prokaryotických buněk. V tomto cyklu se dějí jak anabolické tak katabolické reakce, což bývá značeno jako amfibolický metabolismus (Kotyza, 2007; Voet D. and Voet J.G, 2010).

3.7 Vybrané analytické metody

3.7.1 Stanovení sušiny sušením

Sušina je pevný zbytek po odstranění vody a těkajících látek při různých teplotách, pomocí sušiny lze zjistit, jaké množství sledované komponenty je obsaženo v potravinách o různém obsahu vody (Davídek, 1981).

Princip metody: Vhodně upravený vzorek se suší v sušárně při 105 °C do konstantní hmotnosti a následně se zváží (Davídek, 1981).

Použitelnost metody: Metoda se používá pro materiály, které neobsahují velké množství cukrů. Materiály, u nichž nelze dosáhnout konstantní hmotnosti, se suší do konstantního úbytku nebo se k navážce i teplotě předpisuje i doba sušení (Davídek, 1981).

Pracovní postup: Při stanovení sušiny se používá hliníková miska, která se před sušením vzorku musí nejprve vysušit s odkrytým víčkem při teplotě 105 °C a následně po vychladnutí v exsikátoru se i s víčkem zváží. Co nejrychleji se do ní naváží 5 až 10 g rozemletého vzorku (zaokrouhluje se s přesností na čtyři desetinná místa). Miska se umístí do předehřáté sušárny na 105 °C a suší se 2 až 3 hodiny, občas se obsah vzorku musí promíchat. Následně se miska uzavře víčkem a nechá se 30 minut chladnout v exsikátoru. Potom můžeme misku zvážit a znovu vložit do sušárny na 30 minut, nechat vychladnout a opět zvážit. Takto se postup opakuje, dokud není rozdíl mezi dvěma posledními váženími menší než 1 mg. Pokud u tuků a látek bohatých na tuk trvá sušení dlouho a hmotnost misky naopak vzrůstá (vlivem oxidace kyslíkem), vzorek se dále nevysušuje a k výpočtu se vezme nejnižší dosažená hmotnost. U materiálů, které tvoří škráloupy, se vzorek pro lepší sušení promíchává se zváženým množstvím písku. Rozdíl hmotnosti vzorku před a po vysušení udává množství vody a těkavých látek, tato hodnota se přepočítá na 100 g vzorku a vyjádří se v procentech. Od 100 % se odečte vypočtená hodnota a získá se tzv. sušina. Výsledek se uvádí na dvě desetinná místa. Dvě souběžná stanovení by se neměla lišit o více jak 0,10 % (Davídek, 1981).

3.7.2 Refraktometrické stanovení rozpustné sušiny

Refraktometrické stanovení rozpustné sušiny je založeno na principu měření indexu lomu analyzovaného roztoku. Při průchodu světelného paprsku z jednoho optického prostředí do druhého se mění rychlost a směr šíření paprsku a dochází k lámání paprsku. Index lomu je bezrozměrná veličina a závisí na vlnové délce záření a teplotě. Jeho hodnotu ovlivňuje kolik je v roztoku rozpuštěno látek, toho se totiž využívá při refraktometrii. Při praktickém měření bývá jedním prostředím vzduch a druhým roztok analyzované látky (Opekar a kol., 2003).

Měření indexu lomu se provádí pomocí refraktometrů. Nejvyužívanějším refraktometrem je univerzální Abbeho refraktometr. Princip: Mezi dva hranoly se nanese kapka vzorku a rozetře. Hranoly se následně přiklopí a nastaví se nitkový kříž přesně na rozhraní světla a stínu. Na stupnici refraktometru se odečte index lomu. V příslušných tabulkách se vyhledá odpovídající procentuální obsah rozpuštěných látek ve vzorku podle hodnoty indexu lomu. Většinou se obsah látek uvádí v procentech sacharosy. Pokud se měření neprovádí při standardní teplotě 20 °C, musí se provést korekce na teplotu měření (Hálková a kol., 2000).

3.7.2 Vážkové stanovení popela

Princip metody: Navážka vzorku se spaluje v muflové peci při teplotě 550 °C a po vychladnutí se popel zváží (Davídek, 1981).

Použitelnost metody: Metoda se využívá prakticky pro všechny druhy potravinářského materiálu (Davídek, 1981).

Pracovní postup: Pokud se stanovuje popel u materiálů s vyšším obsahem fosforečnanů a těžkých kovů, je lepší používat porcelánové misky než misky platinové, u nich hrozí poškození. Porcelánová miska se musí nejprve vyžít při 550 °C a po jejím vychladnutí v exsikátoru se zváží. Následně se do misky naváže 5 až 10 g homogenizovaného vorku (zaokrouhluje se s přesností na čtyři desetinná místa) a nad kahanem se obsah misky zuhelní. Jakmile se přestane vyvíjet dým, vloží se miska do muflové pece předehřáté na 550 °C. Občas se obsah misky promíchává a vzniklé větší kousky zuhelnatělého popela se musí drtit. Každý materiál se spaluje jinak dlouho. Pro lepší zpopelnění malých uhlíkatých částic do sucha a následně vyžít v peci. Spalování se ukončí po zmizení černých uhlíkatých částic. Po spálení v peci miska vychladne v exsikátoru a zváží se. Hmotnost popela, který připadá na navážku, se přepočítá na 100 g sušiny nebo původní látky a vyjádří v procentech.

Výsledek se vyjadřuje zaokrouhleně na dvě desetinná místa. Dvě souběžná stanovení by se neměla lišit o víc jak 0,03 % (Davídek, 1981).

3.7.3 Stanovení tuku extrakcí podle Soxhleta

Princip metody: Tuky jsou všechny netěkavé látky, které se vyextrahují za podmínek metody z analyzovaného materiálu nepolárním rozpouštědlem (Davídek, 1981).

Použitelnost metody: Tato metoda je vhodná na analýzu olejnin a látek bohatých na neutrální lipidy a s nízkým obsahem vody. Pro materiály obsahující hodně sacharidů se používá metoda podle Grossfelda (Davídek, 1981).

Pracovní postup podle Soxhleta: Odebraný vzorek (množství různé podle typu materiálu) se rozemele na mlýnku nebo se rozdrť v třecí misce a následně se naváží 10 g do extrakční patrony. Extrakční patrona se utěsní vatou a vloží se extraktoru podle Soxhleta, připojí se baňka o obsahu 250 ml, která je předem vysušená a zvážená a napojí se zpětný vodní chladič. Do extraktoru se nalije 150 ml rozpouštědla, nejlépe n-pentan nebo n-hexan, pokud není ani jeden z nich, použije se petrolether, popřípadě diethylether. Výsledek záleží na použitém rozpouštědle, proto se musí uvést, jakým rozpouštědlem bylo extrahováno. Baňka se zahřívá vodní lázní, rozpouštědlo musí jen mírně vřít, extrahuje se 4 hodiny, následně se extrakce přeruší a přístroj se zchladí. Poté se vyjme extrakční patrona z extraktoru, materiál se znovu rozetře v třecí misce spolu s 10 g přežíhaného mořského písku, vzniklá směs se znovu umístí do patrony a extrahuje se ještě 2 hodiny. Z baňky se oddestiluje rozpouštědlo, baňka se pak vloží do sušárny (okolo 105 °C), 20 minut se zahřívá, ochladí se v exsíkátoru a zváží se. Hmotnost extraktu se vztahuje na hmotu semen nebo sušinu semen, výsledek se uvádí v %. Pokud analyzovaný vzorek obsahuje více jak 10 % vody, musí se předsušit při teplotě nepřesahující 103 °C (Davídek, 1981).

3.7.4 Plynová chromatografie

Princip metody: Mastné kyseliny nebo estery glycerolu se přemění v methylestery, které se rozdělí při plynové chromatografii za použití polyesterů, ty jsou složkou stacionární fáze. Jednotlivé kyseliny se identifikují na základě elučních časů a z plochy zón se vypočítá zastoupení jednotlivých kyselin v hmotnostních procentech (Davídek, 1981).

Použitelnost metody: Tato metoda je vhodná pro běžné tuky a oleje, nesprávné výsledky však mohou vznikat, pokud jsou přítomny některé z těchto látek: oxidovatelné mastné kyseliny, vosky, cyklické kyseliny, hydroxykyseliny nebo více nezmýdelnitelných

látek. Zmýdelněním se dají odstranit nezmýdelnitelné látky, okyselením izolovat mastné kyseliny a přeměnit je v methylestery. Tento postup metody není vhodný pro tuky, které obsahují mastné kyseliny s krátkým řetězcem, např. mléčný tuk (Davídek, 1981).

Značí se písmeny GC, jde o separaci těkavých sloučenin a následné převedení do plynné fáze (mobilní fáze) a stacionární fáze, kterou je kapalina. Existují dvě metody této techniky: chromatografie plyn – kapalina (GLC) nebo chromatografie plyn - pevná látka (GSC). Více využívanou metodou je GLC, kdy se jednotlivé složky rozdělí mezi nosný plyn a stacionární fázi (netěkavé rozpouštědlo), nanesené na nosiči. Upřednostňuje se eluční technika separace (Davídek, 1981).

Vzorek se aplikuje do proudu plynu přes injekční port. Mobilní fází je nosný plyn, pomocí něhož jsou částice unášeny. Pokud chceme vzorek použít pro plynovou chromatografii, musí být nejprve převeden na plynné skupenství. Je to separační, analytická metoda, vhodná pro stanovení plynů a těkavých látek již z malého množství vzorku a určit daný obsah složky. Důležitá je regulace průtoku nosného plynu, který odnáší vzorek do kolony, detektoru a následuje zpracování údajů. Výsledky jsou zaznamenány jako plochy píků v tzv. chromatogramu. Kolona se nachází v termostatu z důvodu udržení teploty. Z detektoru se vyhodnocuje signál, z jehož časového průběhu intenzity se určuje množství a druh ve vzorku (Murphy et al., 2003).

Metodou plynové chromatografie se stanovují jen ty látky, které mají nízkou molekulovou hmotnost a jsou stále vůči teplotě. Používá se k oddělení plynů, nedisociovaných kapalin a pevných organických molekul. Nedá se použít pro separaci anorganických i organických solí a makromolekul (Wankat, 1986).

Nosným plynem v mobilní fázi bývá nejčastěji helium. Je to inertní bezbarvý plyn, bez zápachu, který tvoří jednoatomové molekuly a patří do skupiny vzácných plynů. Nejprve je tedy vzorek převeden na plyn, aby mohl být transportován mobilní fází. V koloně se složky separují na základě schopnosti poutat se na stacionární fázi. Složky, které opouštějí kolonu, jsou zachyceny detektorem. Detektor vyhodnocuje signál a z časového průběhu intenzity signálu se určuje kvantitativní zastoupení jednotlivých složek (Klouta, 2003).

Zdrojem nosného plynu je tlaková láhev, která obsahuje různé plyny. Každý plyn má však jiné vlastnosti. Plyn nese vzorek kolonou a musí být inertní proti ostatním složkám. Nosným plynem mohou být tyto látky: helium, argon, dusík, vodík nebo oxid uhličitý. Důležitou složkou je také čistící zařízení, které zbavuje nosný plyn nežádoucích jiných plynů, jedná se především o reaktivní kyslík, ten může poškodit stacionární fázi. Dále zachycuje vlhkost a nečistoty obsažené v nosném plynu (Koleske, 1995).

Regulátor průtoku slouží k udržení konstantní průtokové rychlosti plynu v koloně. Průtok plynu není závislý na teplotě, nosném plynu ani rozměru kolony. Do proudu nosného plynu zavádí vzorek tzv. dávkovač neboli injektor. Roztoky se dávkujej injekční stříkačkou přes pryžové septum oddělující vnitřní prostor od vnějšího injektoru. Součástí injektoru je skleněná vložka sloužící k odpaření vysoké teploty vzorku a k promíchání par vzorku s nosným plynem (Klouda, 2003; Wankat, 1986).

Před kolonou je dělič toku, který do kolony dostane jen část nastříkovaného množství. V plynové chromatografii se používají dva typy kolon – náplňové a kapilární. Náplňové kolony obsahují sorbenty pokrytými kapalnou fází. Jsou vyrobeny z oceli nebo skla. Náplň sorbentů může být tyto látky: např. silikagel nebo grafitové saze. Separace složek mezi nosným plynem a stacionární kapalnou fází probíhá jen rozdělovacím principem. U kapilární kolony je většinou nosičem její vnitřní stěna. Menší průměry kolon mají za výsledek vyšší účinnost, ale snižují se kapacita. Z tohoto důvodu se dnes používají krátké kolony, kvůli kratší době separace (Klouda, 2003).

Výsledky vyhodnocuje detektor - plamenově ionizační detektor, v něm proudí plyn přes dvě elektrody, mezi nimiž vzniká elektrické napětí. Molekuly plynu jsou ionizovány v kyslíkovodíkovém plameni. Než vstoupí nosný plyn do hořáku, musí se nejprve smístit s vodíkem, vzduch je přiváděn z venku. Nejvhodnějším nosným plynem je dusík, který detekuje všechny složky, jen ne anorganické plyny a páry. Dalším detektorem může být - tepelně vodivostní detektor, který pracuje na principu tepelné vodivosti. Detektor bývá z platinové spirály, která je zasunuta do kovového bloku. Ve spirále teče elektrický proud a ten spirálu žhaví. Složky, které jsou přítomny, mění tepelnou vodivost prostředí okolo žhaveného vlákna. A díky tomu vzniká elektrický odpor. Konstrukce tepelně vodivostního detektoru bývá ze dvou spirál, měrnou spirálou prochází nosný plyn s rozdělenými složkami a druhou spirálou putuje čistý plyn (Klouda, 2003; Murphy et al., 2003).

3.7.5 Kapalinová chromatografie

V kapalinové chromatografii je mobilní fází kapalina. Rozdílem mezi plynovou chromatografií je interakce mezi stacionární fází, používá se však i mobilní fáze. Složka, která se analyzuje, se během separace rozdělí na mobilní a stacionární fázi. Afinita analytu je závislá na čase stráveném buď v jedné, nebo v druhé části. Díky vlivu působení gravitační síly postupují částice kolonou, vzorky se od sebe oddělují a v různých částech opouštějí kolonu. Kapalinový chromatogram se skládá z několika částí: Čerpadlo - čerpá vodu díky membránovými nebo pístovými čerpadly. U membránového čerpadla je většinou vyhrazen

prostor mezi pístem, ten je naplněný pracovní kapalinou, která je takto oddělena od prostoru s mobilní fází. Pístové čerpadlo funguje na principu sání a výtlačku. Dávkovač – dávkuje se pomocí injekčního zařízení, to může být automatické nebo i ruční. Injekční zařízení bývá většinou z inertních materiálů, jako je například nerezová ocel. Kolony - v kapalinové chromatografii se používají kolony náplňové, plněné nosiči nebo sorbenty, které jsou pokryty kapalnou fází. Principem oddělení (separace) je rozdělení složek na stacionární a mobilní fáze. Výhoda této chromatografie je, že nepotřebuje termostat a pracuje tak při laboratorní teplotě. Detektor – v kapalinové chromatografii se využívá více druhů detektorů, např.: fotometrický detektor měří eluát vycházející z kolony. Refraktometrický detektor měří rozdíly indexu lomu čisté mobilní fáze a eluátu. Fluorescenční detektor pracuje na principu absorpce ultrafialového záření a následně vysílá záření o vyšší vlnové délce (Klouda, 2003).

3.7.6 Papírová a tenkovrstvá chromatografie

V těchto chromatografiích je stacionární fáze umístěna na ploše. V papírové chromatografii bývá stacionární fází kapalina (nejčastěji voda), která je zachycena na papíře. Mobilní fází tvoří kapalina, která je zachycena na tenké vrstvě. Mobilní fází bývají organická rozpouštědla nebo také jejich směsi, které se nemísí s vodou vůbec anebo jen částečně. Velmi jednoduchou a také rychlou chromatografickou metodou je tenkovrstvá chromatografie. Ta bývá charakterizována jako chromatografie na otevřené koloně. Často používanou stacionární fází bývá oxid hlinitý nebo silikagel. Stacionární fáze se nanáší na hliníkové fólie a na skleněné desky. Principem těchto chromatografií je nanesení vzorku na vrstvu papíru pomocí mikropipety. Mobilní fáze vzlíná díky kapilárním silám. Separované látky vzorku se zpožďují rozpuštěním nebo adsorpcí se stacionární fází a tím se tak vzájemně dělí (Klouda, 2003).

3.8 Charakteristika vybraných druhů plevelných a lučních rostlin

3.8.1 Smetánka lékařská (*Taraxacum sect. Ruderalia*, dříve *T. officinale*)

Smetánka je obecně rozšířená vytrvalá plevelná bylina, 20 – 40 cm vysoká. Kvete od dubna do srpna. Tato rostlina má přízemní růžici kracovitých listů a dutý stvol, který nese jeden úborový květ žluté barvy. Stvoly jsou 10 – 45 cm dlouhé, obvykle pod úborem chlupaté. Smetánka obsahuje v pletivech článkované mléčnice vypouštějící bílou hořkou šťávu, zvanou latex. Má bezpalistnaté listy v přízemní růžici nebo se listy mohou střídat. Jsou obvykle řidce chlupaté, různých zelených odstínů, čepel je v obrysu zpravidla podlouhlá až

obkopinatá, 10 – 25 cm dlouhá, 3 – 6 cm široká, interlobia bývají hluboce vykrojená, tmavě lemovaná nebo na ploše hnědofialově zbarvená, střední žilka má bledě zelenou barvu, či růžově hnědou až červenofialovou. Řapík nekřídlatý nebo široce křídlatý, který je bledě zelený až výrazně červenofialový. Květem je úbor, ve kterém jsou všechny květy buď trubkovité a oboupohlavné nebo jsou trubkovité a oboupohlavné jen v terči a na obvodu terče jsou květy jazykovité (souměrné) tvořící paprsek. Koruny trubkovitých terčových květů mají žlutou barvu, avšak koruny jazykovitých obvodových květů mohou být různé barvy (např. u kopretiny a sedmikrásky bílé). Lůžko úboru může být lysé či pokryté listeny. Kalich je přeměněn ve chmýr, osiny, zuby, šupinky či lem. Úbory jsou zpravidla velké 3 – 7 cm v průměru, mírně vypouklé, zlatožluté, vnější listeny se nachází v počtu 12 – 28, ty jsou široce čárkovité, až vejčité kopinaté, 10 – 18 mm dlouhé a 2 – 6 mm široké, často esovitě prohnuté, většinou zelené, ale mohou být i hnědočerveně až fialově naběhlé. Plodem jsou nažky, které mohou být ochmýřeny a díky tomu se mohou lépe přenášet vzduchem. Nažky jsou 2,7 – 5,0 mm dlouhé, drobně hrbokaté, zobánkaté, lysé, s kuželovitou až téměř válcovitou pyramidou, která je tmavě slámově až šedohnědě zbarvená. Chmýr bývá 6 – 7 mm dlouhý, špinavě bílý. Kořen větvenovitěho vzhledu, poměrně tlustý, bohatě větvený. Vyskytují se téměř všude po celém světě (kosmopolitní rozšíření). Řadí se do podčeledi čekankovité (*Cichoriaceae*). Tato podčeď se řadí do čeledi hvězdnicovité (*Asteraceae*). Do čeledi hvězdnicovité patří hlavně byliny, ale v tropech to mohou být i dřeviny a sukulenty. Zásobní látkou těchto rostlin je inulin (zásobní polysacharid, nahrazuje škrob). Některé rostliny mohou obsahovat i alkaloidy. Rozšíření: Evropa, západní a severní Asie, rozšířeno i do ostatních částí světa. Rostou na otevřených, travnatých stanovištích, které jsou dobře zásobeny živinami, dále je můžeme vidět na loukách, pastvinách, v sadech, trávnicích v obcích, na okrajích komunikací, hojně jako plevel na zahrádkách. Preferují oceánická území, na sušších místech vyhledávají stín. Význam: z hlediska množství i nutriční hodnoty je smetánka významnou součástí jarní biomasy na pastvinách. Kořeny se využívají k lékařským účelům. Mladé listy utržené brzy na jaře se mohou použít jako zelenina do salátů a rozkvetlé úbory se využívají k přípravě sirupů („pampeliškový med“). Na některých druzích především ze *sect. Ruderalia* jsou prováděny studie s cílem objasnit genetickou podstatu diplosporie (zárodečný vak se vyvíjí z mateřské buňky megasporu, avšak nedochází k dokonalé meiozi, chybí redukční dělení buněk a počet chromozómů zůstává neredukovaný; embryo se posléze z vaječné buňky vyvíjí partenogeneticky, bez vlivu samčího gametofytu). Rostliny se používají k léčebným účelům, farmakologické účinky jsou připisovány díky obsahu různých

polyfenolů, seskviterpenoidů, triterpenoidů, alkaloidů (indolové), taraxicinů, ty jsou netoxické (Novák a Skalický, 2012; Štěpánková a kol., 2010; Felix a kol., 1978).

Čekankovitě: Rostliny z této podčeledi jsou jednoleté až vytrvalé byliny, mají vyvinuté mléčnice v podzemních i nadzemních částech. Kořeny jsou větvené až křovité, větvené s jednoduchou nebo kořenovou hlavou, někdy může být vyvinut i oddenek. Stonek je přímý, větvený či jednoduchý, někdy ve tvaru bezlistého stvolu. Listy nemají palisty, jsou střídavé nebo v přízemní růžici, přisedlé nebo řapíkaté, celistvé nebo peřeně členěné. Květy jsou uspořádány v mnohokvětý úbor, lůžko úboru je nejčastěji bez plevek a lysé. Květy jsou 5četné, oboupohlavné, souměrné, jazykovité. Obsahují 5 tyčinek s tenkými nitkami, které jsou přirostlé bázi ke korunní trubce a prašníky jsou podélně spojené v trubičku. Semeník spodní, srostlý ze dvou plodolistů, s jediným bazálním anatropním vajíčkem. Čnělka jednoduchá, dlouhá a tenká, prorůstající prašníkovou trubičkou, s krátkými vymetajícími chlupy a dvouramennou bliznou. Plodem je nažka (*cypselá*), mívá rozmanitý tvar a zbarvení, může být s chmýrem nebo i bez něj. Existuje celkem asi 100 rodů a cca 1600 druhů, které jsou rozšířeny především v sušších a mírně vlhkých oblastech a v horách po celém světě. Chemické složení obsahových látek (sekundárních metabolitů): seskviterpenické laktony (laktucin), terpenoidy (taraxasterol), fenylypropanoidy (kyselina kávová, kyselina čiroková), kumariny (cichorin), flavonoidy (delphinidin), alkylresorcinoly (cichorioly A – D), těkavé alifatické látky a oligosacharidy. Zásobní látkou této čeledi je inulin – polysacharid (Štěpánková a kol., 2010).

Dle pákistánské studie je smetánka lékařská velmi cenná léčivá rostlina. Kořeny jsou důležitým bylinným lékem, používají se především na léčbu jater. Tato rostlina má široké uplatnění ve farmaceutickém průmyslu. Studie byla tedy zaměřena na analýzu chemických složek květin *Taraxacum officinale*. Byla provedena analýza methylesterů derivátů mastných kyselin za použití plynové chromatografie. Získané výsledky ukázaly přítomnost obou typů mastných kyselin, smetánka obsahuje jak nasycené, tak i nenasycené mastné kyseliny. Bylo identifikováno celkem 19 různých složek. Studie zjistila takovéhle obsahy mastných kyselin: palmitová 3,11 %, myristová 1,87 %, linolenová 1,67 %, kyselina stearová 0,97 %. Koncentrace ostatních identifikovaných mastných kyselin byla nižší než 1 %. Získané výsledky jsou velmi slibné, díky přítomnosti důležitých analytů v poměrně vysoké koncentraci, vede ještě k vyššímu využití této rostliny ve farmaceutickém průmyslu, na výrobu léčiv, přípravků na pleť a v kosmetickém průmyslu (Hussain et al., 2013).

Americká studie prováděla výzkum na *Taraxacum officinale*, zabývala se změnami kompozice triacylglyceridů v semenech v různých fázích zralosti. Sledování více než 40

vzorků semen pampelišek v různých stádiích zrání. Bylo zjištěno, že kompozice triglyceridů a mastných kyselin zralých a nezralých semen z jedné populace se lišily o 5 – 7 %. Získané výsledky obsahů mastných kyselin v semenech pampelišky: linolenová kyselina 1,4 – 5,0 %, linolová kyselina, 67,2 – 79,4 %, olejová kyselina 9,7 – 22,8 %, palmitová kyselina 6,0 – 9,9 % a stearová kyselina 1,1 – 2,8 % (Deineka et al., 2003).

Současná studie prováděná v Nizozemsku zjišťovala chemický obsah květů a vegetativních částí planě rostoucích rostlin *Taraxacum sect. Ruderalia*. Byly stanoveny cukry, organické kyseliny, mastné kyseliny a tokoferoly. Květy obsahovaly vyšší množství cukrů, tuků, tokoferolů a flavonoidů, měly také vyšší energetickou hodnotu, zatímco vegetativní části obsahovaly více bílkovin, popela, organických kyselin, polynenasycených kyselin a fenolových kyselin. Vegetativní části vykazovaly také vyšší antioxidační aktivitu, pravděpodobně to má souvislost s vyšším obsahem fenolických látek. Získaná data prokázala, že divoké rostliny, jako je *Taraxacum*, mohou být použity v léčbě zažívacího traktu jako zdroj biologicky aktivních látek, zejména antioxidantů. Volné cukry a organické kyseliny byly stanoveny kapalinovou chromatografií, mastné kyseliny se zjišťovaly pomocí kapalinové chromatografie a tokoferoly metodou HPLC. Získané hodnoty byly rozdílné v obou částech rostliny (květ a vegetativní části). Mnohem vyšší obsah tuků se nachází v květech rostliny (6,56 g/100g), zatímco ve vegetativních částech bylo analyzováno jen 2,96 g/100g. Vyšší obsah bílkovin se vyskytoval ve vegetativních částech rostliny 18,26 g/100g, květy 15,13 g/100g. Cukry se vyskytují ve větším množství v květech 13,4 g/100g, vegetativní části obsahují jen 6,53 g/100g. Jak květy, tak i vegetativní části obsahují z cukrů nejvíce sacharózu, vyšší obsah je však v květech. Sacharidy byly naměřeny přibližně ve stejném množství v obou částech, kolem 77 g/100g. Organických kyselin obsahují více vegetativní části, největší zastoupení z těchto kyselin měla kyselina šťavelová a kyselina jablečná. V květech bylo nalezeno až 26 druhů mastných kyselin, hlavní zastoupení má kyselina linolová a následně kyselina linolenová, avšak ve vegetativních částech bylo stanoveno jen 20 mastných kyselin, zde měla vyšší zastoupení kyselina α -linolenová a o něco méně kyselina linolová. Tato studie zjistila jak v květech, tak i ve vegetativních částech vyšší obsah polynenasycených mastných kyselin oproti nasyceným kyselinám, což je z hlediska nutričního velice dobré (Dias et al., 2014).

3.8.2 Jitrocel kopinatý (*Plantago lanceolata*)

Jitrocel kopinatý je rostlina běžně se vyskytující na pastvinách a loukách. Je to až půl metru vysoká vytrvalá trsnatá bylina s krátkým, větveným oddenkem a s několika přizemními

růžicemi. Kvete od května do září. Listy této rostliny se využívají v léčitelství. Kořeny tenké, četné, které nepřesahují 1 mm v průměru. Listy jsou v přízemní růžici, vystoupavé až vzpřímené. Čepel bývá úzce kopinatá, eliptická až obkopinatá, 2 – 30 cm dlouhá a 0,5 – 4,5 cm široká. Na vrcholu povolna špičatá, na bázi znenáhla v řapík zúžená, 3 – 7žilná, zelené až šedavě zelené barvy. Řapík je až 16 cm dlouhý, na bázi trojúhelníkovitě rozšířený, zpravidla chlupatý. Stvoly jitrocele jsou přímé až obloukovitě prohnuté, na jedné rostlině bývá 3 – 5 stvolů, které jsou 3 – 30 cm vysoké. Rostliny mají drobné, oboupohlavné, 4četné květy, které jsou uspořádány do klasovitých květenství. Mají husté klasy, válcovitého až kulovitého charakteru, 0,5 – 5,0 cm dlouhé. Listeny jsou široce vejčité, 4 – 7 mm dlouhé, lysé či chlupaté, bělavě až hnědavě prosvítavé. Korunní trubka 2 – 3 mm dlouhá, na vnější straně lysá, hnědé barvy. Tyčinky jsou viditelně delší než koruna, nitky, bělavé, prašníky 1,8 – 2,4 mm dlouhé, bělavé až žluté barvy. Plodem jitrocele je tobolka. Tobolky jsou elipsoidního tvaru, očkaté, 2,5 – 4,0 mm dlouhé, k vrcholu zúžené, hnědé až tmavě hnědé barvy, obsahující 1 – 2 semena. Semena jsou také elipsoidní, 2,0 – 3,4 mm dlouhá a 0,8 – 1,5 mm široká, opět hnědé až tmavě hnědé barvy. Na povrchu jsou lesklá a na hřbetu vnější strany mají o něco světlejší barvu. Výskyt: travnaté porosty, louky, meze, pastviny, výslunné stráně, trávníky v obcích, podél komunikací, lomy, úhory, ruderální stanoviště, písčiny, zahrady, parky, slané půdy, polní plevel apod. Jitrocel dává přednost vlhčím, hlubším, hlinitým až hlinitopísčitém půdám, často jej však můžeme nalézt i na mělkých, písčitých, kamenitohlinitých až šterkovitých půdách. Je to jeden z nejhojnějších druhů naší květeny, roste od nížin až po vysoké hory. Celkové rozšíření: Evropa, na východ plynule až po Balchaš a středoasijské republiky, z. Himálaj, v Asii, Malá Asie, Středozeří, Sýrie, Irák, Írán, Pákistán; v Africe Kanárské ostrovy, Madeira, severní Afrika. Je zavlečen do různých částí světa. Význam: Jitrocel kopinatý je důležitá rostlina pro farmaceutický průmysl, využívá se také v lidovém léčitelství. Někdy se vyskytuje jako plevel na zahradách, v zahradnictvích a na polích (Novák a Skalický, 2012; Slavík a kol., 2000; Felix a kol., 1978).

Patří do čeledi jitrocelovité (*Plantaginaceae*): Jednoleté až vytrvalé byliny s krátkými až prodlouženými, zpravidla tlustými oddenky a s pevnými adventivními kořeny. Listy mohou být střídavé, vstřícné nebo vzácněji i v přeslenech, řapíkaté až téměř přisedlé, celistvé, celokrajné, s výraznou souběžnou žilnatinou, lysé až chlupaté, bez palistů. Květenství tvoří zpravidla husté mnohokvěté klasy nebo hlávky, květy mohou být i jednotlivé na přímých až poléhavých stvolech. Květy jsou malé, oboupohlavné, vzácněji jednopohlavné (rostliny jednodomé), pravidelného tvaru, přisedlé až velmi krátce stopkaté, vyrůstající v úžlabí listenů, které jsou o málo delší nebo stejně dlouhé jako květy. Koruna trubkovitá, nejčastěji bělavá až

hnědavá, blanitá se zřetelnou, na vnější straně lysou nebo chlupatou trubkou zakončenou 4 korunními cípy. Květ obsahuje 4 tyčinky, semeník svrchní, většinou 2pouzdrý, v jednotlivých pouzdrech se nachází 1 až více vajíček. Čnělka dlouhá, přecházející v dlouhou válcovitou bliznu. Plodem je 2 až vícesemenná, pukající tenkostěnná tobolka nebo nažka. Semena bývají nepravidelně hranatá až zaoblená, elipsoidní až úzce vejcovitá, s masitým celulárním edospermem s přímým nebo mírně zakřiveným zárodkem. Existují 4 rody této čeledi s asi 300 druhy rozšířenými téměř po celém světě (Slavík a kol., 2000).

3.8.3 Jitrocel větší (*Plantago major*)

Jitrocel větší je 10 – 30 cm vysoká vytrvalá bylina s krátkým vertikálním oddenkem a s četnými pevnými adventivními kořeny, která kvete od června do října. Listy se nachází v přízemní růžici, k zemi přitisklé až vzpřímené. Čepel vejčitého tvaru, 4 – 15 cm dlouhá, 1,5 – 10,0 cm široká, na vrcholu tupá, na bázi srdčitá, obsahující 3 – 9 žilek, lysá až chlupatá, světle až tmavě zelená, mnohdy až načervenalá. Řapík je 1 – 23 cm dlouhý, plochý, na bázi rozšířený, řídce chlupatý až lysý. Stvoly přímé až vystoupavé, 2 – 33 cm vysoké, oblé, lysé či chlupaté, kratší nebo někdy i delší než listy. Klasy jsou 1,5 – 33,0 cm dlouhé, válcovitého tvaru, k vrcholu většinou pozvolna zúžené. Listeny trojúhelníkovitě vejčité, stejně dlouhé nebo kratší než květy, lysé nebo mohou mít na okrajích brvy. Kalich hluboce členěný, přední cípy jsou úzce eliptické, zelené barvy. Nítky tyčinek jsou bělavé až hnědavé barvy, prašníky bývají 0,6 – 1,0 mm dlouhé, zprvu světle bělavé až lila, později mohou být žlutavé až špinavě žlutavé. Čnělky jsou dlouhé, bývají delší než koruny. Plodem jsou očkaté tobolky kuželovitého až elipsoidního tvaru, které jsou dlouhé 2 – 4 mm, mají hnědou až nafialovělou barvu, otevírají se nad nebo mezi kališními cípy. Obsahují zpravidla 4 – 17 semen. Semena 1,0 – 2,1 mm dlouhá, nepravidelně 3 – 5hranná, jemně tečkovaná. Výskyt: podél cest, rumiště, neudržovaná místa v obcích, pole (zejména okopaniny), meze, okraje luk, pastviny, lesní cesty, zahrady, apod.; na vlhkých, hlinitých, písčitých až kamenitých půdách bohatých na živiny. Mnohdy vytváří i souvislé porosty, a to jak na slunných, tak i zastíněných stanovištích. Snáší dobře i různé znečištění půdy. Jitrocel větší je jeden z nejhojnějších druhů rodu *Plantago* u nás. Roste od nížiny až po nejvyšší vrcholy, kam bývá zavlékán turisty nebo různou technikou při terénních úpravách. Celkové rozšíření: Evropa, převážná část Asie, severní Afrika. Je již rozšířen po celém světě. Význam: Někdy se využívá v lidovém léčitelství. Mnohdy bývá jako obtížný plevel v zahrádkách, zahradnictvích, parcích a polích (Novák a Skalický, 2012; Slavík a kol., 2000; Felix a kol., 1978).

Patří do čeledi jitrocelovitě (*Plantaginaceae*): Jednoleté až vytrvalé byliny s krátkými až prodlouženými, zpravidla tlustými oddenky a s pevnými adventivními kořeny. Listy mohou být střídavé, vstřícné nebo vzácněji i v přeslenech, řapíkaté až téměř přisedlé, celistvé, celokrajné, s výraznou souběžnou žilnatinou, lysé až chlupaté, bez palistů. Květenství tvoří zpravidla husté mnohokvěté klasy nebo hlávky, květy mohou být i jednotlivé na přímých až poléhavých stvolech. Květy jsou malé, oboupohlavné, vzácněji jednopohlavné (rostliny jednodomé), pravidelného tvaru, přisedlé až velmi krátce stopkaté, vyrůstající v úžlabí listenů, které jsou o málo delší nebo stejně dlouhé jako květy. Koruna trubkovitá, nejčastěji bělavá až hnědavá, blanitá se zřetelnou, na vnější straně lysou nebo chlupatou trubkou zakončenou čtyřmi korunními cípy. Květ obsahuje 4 tyčinky, semeník svrchní, většinou 2pouzdrý, v jednotlivých pouzdrech se nachází 1 až více vajíček. Čnělka dlouhá, přecházející v dlouhou válcovitou bliznu. Plodem je 2 až vícesemenná, pukající tenkostěnná tobolka nebo nažka. Semena bývají nepravidelně hranatá až zaoblená, elipsoidní až úzce vejcovitá, s masitým celulárním edospermem s přímým nebo mírně zakřiveným zárodkem. Existují 4 rody této čeledi s asi 300 druhy rozšířenými téměř po celém světě (Slavík a kol., 2000).

Současná americká studie se zabývala okysličenými mastnými kyselinami v rostlinném druhu *Plantago*. Rostlinné oleje bohaté na kyslíkaté mastné kyseliny jsou zajímavé jako obnovitelné suroviny pro průmysl. Předchozí studie zjistily obsah neobvyklých okysličených mastných kyselin v *Plantago major* (jitrocel větší) a *Plantago ovata* (jitrocel vejčitý). Tato studie ale nepotvrdila výskyt těchto kyselin v *Plantago major* (0 %), potvrdila ale obsah v *Plantago ovata* (okolo 14 %), *Plantago nivalis* (zhruba 15 %), *Plantago psyllium* (asi 13 %), *Plantago lanceolata* (kolem 10 %). Ostatní druhy *Plantago* obsahovaly jen nepatrné množství kyslíkatých mastných kyselin. Tyto kyseliny byly časté, ale ne všudypřítomné ve všech semenech druhu *Plantago*. Příkladem mastných kyselin s oxo skupinou je např. isoricinolejová kyselina. Jednotlivé mastné kyseliny byly stanoveny pomocí plynové chromatografie. Výsledné hodnoty obsahu tuku a mastných kyselin v *Plantago lanceolata*: celkový obsah tuku – přibližně 8 %, z nasycených mastných kyselin obsahuje nejvíce palmitové kyseliny (16 %), v nižším zastoupení se vyskytuje kyselina stearová, jen okolo 3 %. Z nenasycených mastných kyselin se v semínku jitrocele kopinatého nachází v největším množství kyselina linolová (zhruba 35 %), následně kyselina olejová (okolo 30 %) a v menším množství pak kyselina linolenová (přibližně 5 %). Ostatní mastné kyseliny jsou zastoupeny jen v nepatrném množství. Studie se také zabývala mastnými kyselinami s oxo a hydroxo skupinou (kyslíkaté mastné kyseliny). V druhu *Plantago lanceolata* bylo zjištěno takovéto zastoupení těchto méně obvyklých mastných kyselin: oxo – kolem 3 %,

hydroxy – zhruba 7 % a celkové kyslíkaté kyseliny – 10 %. Výsledky této studie druhu *Plantago major*: celkový obsah oleje v semínku – 17 %, nejvyšší zastoupení z nasycených mastných kyselin má kyselina palmitová (8,3 %), méně obsahuje kyselinu stearovou (zhruba 3 %). Z nenasycených mastných kyselin se nachází nejvíce kyselina linolová (až 51 %), následně pak kyselina olejová (18,5 %) a kyselina linolenová (17,5 %). Opět ostatní mastné kyseliny jsou zastoupeny jen v nepatrném množství. Kyslíkaté mastné kyseliny nebyly nalezeny v *Plantago major* (Smith et al., 2014).

3.8.4 Šťovík tupolistý (*Rumex obtusifolius*)

Šťovíky jsou větší vytrvalé byliny, které mají jednouché listy a bohaté květenství. Lodyhy jsou 50 – 100 cm vysoké, často červeně naběhlé, od poloviny bývají větvené. Celistvé přízemní a dolní lodyžní listy jsou dlouze řapíkaté, ve střídavém rozestavení. Čepele jsou celokrajné až vroubkované, 15 – 30 cm dlouhé a 8 – 15 cm široké, eliptické až vejčité, na bázi mělce srdčité, na vrcholu tupě špičaté, na rubu obvykle roztroušeně chlupaté. Květenství větvené, větve šikmo odstávající. Květy jsou drobné, většinou oboupohlavné, obsahující 6 okvětních lístků ve dvou kruzích. Pylová zrna kulovitého tvaru. Plodem je trojboká nažka, která je umístěna ve vytrvalém okvěti, zvětšeném v tzv. krovky. Nažky jsou 2,5 – 3,0 mm dlouhé, hnědé barvy. Existuje asi 170 druhů šťovíku. Výskyt: rumišťe, úhory, okraje komunikací, lesní cesty, břehy vodních toků, pole (především pícniny a okopaniny), pastviny, převážně na dusíkem bohatých čerstvých až podmáčených půdách. Rostou v celém území od nížin do hor. Celkové rozšíření: Pevňázně v mírném a submeridionálním pásmu Evropy, Malá Asie, Kavkaz a Elborz. Zavlečen a místy zdomácnělý v Severní a Jižní Americe, jižní Africe, Austrálii a východní Asii. Řadí se do čeledi rdesnovité (*Polygonaceae*) (Hejný a kol., 2003; Novák a Skalický, 2010).

Rdesnovité (*Polygonaceae*): Jsou to jednoleté až vytrvalé byliny nebo liány, někdy jednodomé či dvoudomé, s jednoduchým nebo bohatě vytvořeným kořenovým systémem, mohou mít i různě silné a dlouhé oddenky. Lodyhy přímé, poléhavé nebo ovíjivé, bylinné až dřevnaté. Listy bývají střídavé, řapíkaté, lodyžní často přisedlé, jednoduché, většinou celistvé. Květenství úžlabní nebo koncová, vrcholičnatá, nejčastěji svazečky nebo klubíčka, tvořící zpravidla složená květenství, která připomínají laty, klasy nebo hrozny. Květy malé, pravidelné, oboupohlavné, vzácněji jednopohlavné. Okvěti cyklické, trojčetné nebo druhotně acyklické – pseudopentametrické. Rostliny mají zpravidla 5 – 6 okvětních lístků, které jsou volné nebo na bázi nejčastěji srostlé, vnitřní okvětní lístky za plodu často zvětšené (krovky), nebo vnější nápadně křídlaté. Obsahují 3 – 9 tyčinek. Gyneceum lyzikarpní, srostlé z 2 – 3

plodolistů, semeník je svrchní, jednopouzdrý, s jediným dvouobalným, přímým vajíčkem ne spodní semenici. Čnělky 2 - 3, blizny štětičkovitého tvaru, třásnitě nebo kulovité. Plodem je 3hranná nebo čočkovitě zploštělá nažka s mohutným endospermem, perisperm však chybí. Zárodek bývá přímý či zakřivený může být až řasnatě zprohýbaný. Existuje asi 80 rodů (cca 1000 druhů) rozšířených po celém světě, převážně ale na severní polokouli (Hejný a kol., 2003).

Nedávná turecká studie z roku 2009 se zabývala lipofilními extrakty řady rostlin, mezi nimiž byl analyzován i šťovík tupolistý. Byl zkoumán účinek těchto extraktů proti dvěma virům. Většina rostlin včetně šťovíku vykazovaly velmi znatelné antivirové účinky. Mnoho extraktů obsahovalo převážně nasycené mastné kyseliny. Jednotlivé mastné kyseliny byly stanoveny plynovou chromatografií. U plodů šťovíku byly zjištěny takovéto obsahy mastných kyselin: z nasycených kyselin – nejvíce palmitová 7,86 %, lignocerová 1,29 % a stearová 0,63 % a z nenasyčených mastných kyselin jen linolenová 9,16 % (Orhan et al., 2009).

3.9.5 Hrachor hlíznatý (*Lathyrus tuberosus*)

Hrachor hlíznatý je vytrvalá bylina s dlouhými tenkými kořeny s kulovitými nebo vejcovitými hnědými, uvnitř bílými hlízkami. Lodyhy popínavé nebo poléhavé, 20 – 50 cm dlouhé, tenké, hranaté, nekřídlaté a lysé. Listy s 1 párem lístků, větveno je zakončeno větvenou úponkou. Palisty jsou zhruba 5 – 16 mm dlouhé a 0,5 – 2,0 mm široké, lysé, zelené. Lístky krátce řapíčkaté, podlouhlé, obvejčité nebo kopinaté, 12 – 42 mm dlouhé, 3 – 15 mm široké, na vrcholu zaokrouhlené a na bázi náhle zúžené, se síťovitou žilnatinou, hladké, jasně zelené barvy. Řapíčky jsou asi 1 mm dlouhé. Listeny bývají kopinaté, 1,5 – 2,0 mm dlouhé. Květenství obsahuje 3 – 6 květů, bývají šikmo odstálé a velmi vonné. Kalich má zvonkovitý tvar, je 5 – 6 mm dlouhý, lysý, zelené barvy. Koruna 10 – 18 mm dlouhá, tmavě růžová. Plodem je lusk, který může být pukavý (puká dvěma chlopněmi), nepukavý, poltivý anebo se otvírá pomocí víčka. Lusky nepukavé mívají 1 – 8 semen, jsou 20 – 38 mm dlouhá a 5 – 6 mm široká, světle hnědé barvy. Semena kulovitého tvaru, 3,2 – 6,0 mm dlouhá, 2,1 – 4,6 mm široká a 1,9 – 4,6 mm tlustá, matná, olivově zelená, nebo světle hnědá. Výskyt: Pole (plevel, zejména v obilninách), meze, polní cesty, suché úhory, násypy tratí a silnic, kolejiště, příkopy, trávníky, parky. Šťovík preferuje bazické podklady, roste na půdách různého zrnitostního složení, nejčastěji na teplých sušších, slunných až polostinných stanovištích. Význam: Polní plevel, podzemní hlízy se vzácně používají syrové nebo vařené, chutí připomínají lískové oříšky. Celkové rozšíření: Evropa kromě jižního Portugalska a Španělska, ve Velké Británii druhotně, Asie, na východ na Sibiři po Jenisej. Vyskytují se téměř po celém světě, u nás jako

byliny a v tropech a subtropích spíše jako dřeviny. Řadí se do čeledi bobovité (*Fabaceae*) (Novák a Skalický, 2012; Slavík a kol., 1995).

Bobovité (*Fabaceae*): Jsou to byliny nebo dřeviny. U této čeledi je významná symbióza kořenů s hlízkovými bakteriemi rodu *Rhizobium*, ty obohacují půdu o dusík. U většiny rostlin též endomykorhiza (*Glomaceae*). Listy střídavé, nejčastěji složené (jednoduše zpeřené nebo dlanitě složené), vzácněji pak jednoduché, palistnaté, výjimečně bez palistů. Květenství hroznovitá, květy oboupohlavné, souměrné, kalich je srostlý z pěti lístků, koruna z pěti lístků volných, rozlišených v pavézu, křídla a člunek. Květ obsahuje 10 tyčinek v jednom kruhu, buď je všech 10 nitkami srostlých (jednobratrě), nebo 9 srostlých a 1 tyčinka volná pod pavézou (dvoubatrě), vzácně může být všech 10 tyčinek volných. Pylová zrna jednotlivá, převážně trikolpátní, gyneceum apokarpní, plodolist 1, semeník svrchní. Vajíčka četná nebo může být pouze 1. Plodem je lusk, pukající v 1 nebo ve 2 švech, bez přepážky, vzácně s podélnou přepážkou, nebo nepukavý (obdoba nažky), s jedním nebo více semeny, nebo zaškrcovaný a lámavý na jednosemenné díly, což je obdoba struku. Semena bez endospermu, s edospermem jen nepatrně vyvinutým. Embryo bývá s tlustými dělohami bohatými na škrob a bílkoviny. Klíčení epigeické nebo hypogeické. Existuje asi 480 – 500 rodů (cca 12000 druhů), které jsou roztroušeny téměř po celém světě, dřevinné typy v teplých oblastech, bylinné a vývojově odvozenější dřevinné zejména v meridionálním až temperátním pásu (Novák a Skalický, 2012; Slavík a kol., 1995).

Současná studie provedená v Turecku zkoumala obsahy mastných kyselin ve zralých semenech některých druhů hrachoru. Jednotlivé kyseliny byly stanoveny pomocí plynové chromatografie. Výsledkem studie bylo toto zastoupení mastných kyselin: z nasycených mastných kyselin se nejvíce vyskytuje kyselina palmitová a stearová a nejčastějšími nenasycenými mastnými kyselinami, které jsou obsaženy v semenech hrachoru, jsou kyseliny olejová, linolová a α -linolenová. Nejvyšší množství kyseliny olejové bylo nalezeno v *Lathyrus vinealis* (26,8 %) a nejnižší množství této kyseliny bylo zjištěno v *Lathyrus aphaca var. modestus* (8,3 %). Kromě toho také studie zjistila, že zkoumané druhy hrachoru obsahují kyselinu linolovou v rozmezí 42,8 – 62,8 % a kyselinu linolenovou v množství 9,2 - 12,9 % (Emre et al., 2011).

3.9.6 Vlaštovičnick větší (*Chelidonium majus*)

Vlaštovičnick větší je vytrvalá bylina se zpeřenými listy, žlutým květem v květenství zvaném okolík. V pletivech obsahuje článkované mléčnice obsahující mléčnou emulzi (latex), která se skládá z alkaloidů, tříslovin, glycidů, bílkovin a jiných látek. Vlaštovičnick má 2 volné

kališní lístky. Blizna bývá dvoulaločná, čnělka velmi krátká. Plodem je tobolky 3 – 8 cm dlouhá, tvarem připomínající šešuli. Lodyhy zpravidla 30 – 90 cm vysoké, větvené a roztroušeně chlupaté. Dolní listy dlouze a horní listy krátce řapíkaté, stejného tvaru, čepel jednoduše až přetrhovaně lichozpeřená, zelené barvy. Lístky vejčité, laločnatě vroubkované, terminální je 3laločný. Květenství 2 – 6květý okolík. Květy mají 1 – 2 cm v průměru. Kalich má žlutou barvu, korunní lístky 4, obvykle celokrajné. Tyčinky mají žlutou barvu, obsahují kyjovitě ztloustlé nitky. Tobolky se otevírají odspodu pomocí dvou chlopní. Semena jsou až 1,5 mm dlouhá, černé barvy. Výskyt: Návsí, zahrady, rumišťe, okraje cest, humózní háje a sutě, na mírně zastíněných, vlhkých a dusíkem bohatých půdách. Celkové rozšíření: Jižní a střední Evropa, jižní Skandinávie; mírné až subarktické pásmo Asie včetně Japonska a střední Číny. Vlastovičník je zavlečen také do Severní Ameriky. Význam: Používá se jako surovina pro farmaceutický průmysl a v lidovém léčitelství. Obsahuje více než 30 alkaloidů různých typů (např. chelidonin). Je jedovatý pro člověka i zvířata, ale svým zápachem a hořkou chutí odpuzuje zvířata. Dříve se latex této rostliny využíval k léčbě bradavic. Semena obsahují 40 – 60 % technicky využitelného oleje. Patří do čeledi makovitých (*Papaveraceae*). Patří sem jak rostliny planě rostoucí, tak rostliny léčivé, kulturní i plevelné (Novák a Skalický, 2010; Hejný a kol., 1997).

Makovité (*Papaveraceae*) – Jednoleté až vytrvalé byliny, alespoň v mládí mléčící. Listy jsou střídavého postavení bez palistů. Květy bývají jednotlivé, zřídka v chudokvětých okolících, oboupohlavné, bisymetrické až téměř pravidelné. Kališní lístky většinou 2 volné nebo srostlé, korunní obvykle 4 ve dvou kruzích. Květ obsahuje mnoho tyčinek, pylová zrnka trokolpátní nebo od tohoto typu odvozená, semeník je svrchní, synkarpní, z 2 - 19 plodolistů, s velkým množstvím obrácených nebo ohnutých dvouobalných vajíček. Plodem vlastovičníku je tobolka. Semena mají silně vyvinutý endosperm, který je bohatý na olej a bílkoviny. Embryo bývá malé a zakřivené. Existuje asi 26 rodů (cca 420 druhů) rostoucích převážně v mimotropických pásmech severní polokoule (Hejný a kol., 1997).

Belgická studie z roku 1985 zkoumala semena vlastovičníku většího. Tato studie zjistila značný obsah lektinu, který by se mohl z této rostliny izolovat pomocí chromatografie. Byly stanoveny některé biochemické a fyzikálně chemické vlastnosti čištěného lektinu. Jedná se o malý dimerní protein složený ze dvou různých podjednotek. Nejvíce zastoupené aminokyseliny v tomto proteinu jsou glycin a cystein. Nebyly detekovány kovalentně vázané sacharidy. Experimenty s obsahem haptenu ukazují, že lektin se specificky projevuje na oligomerech N-acetylglukosamin, síla inhibice se zvyšuje s délkou řetězů až do čtyř zbytků.

Lektin ve vlašovičnicku, je první lektin, který byl izolován z rostlin čeledi Makovité (Peumans et al., 1985).

Vlašovičnick větší je rozšířen po celém světě. Je to velmi důležitá rostlina využívána v léčitelství, běžně i v čínské medicíně. K dostání je ve formě různých přípravků, jako jsou tinktury, suché a kapalné extrakty, bylinné čaje, gely, masti, oční kapky. Vlašovičnick byl používán k léčbě některých onemocnění, především žluči a jaterních poruch. Jeho žlutooranžovým latexem se léčí bradavice, kuří oka, kožní ekzémy, atd. Rostlinné extrakty z vlašovičnicku vykazují antivirové, antimikrobiální, protinádorové, protizánětlivé, protikřečové a jiné účinky. Obsahuje mnoho alkaloidů (účinné látky rostlin), např.: chelerythrin, chelidonin, berberin a další (Orvos et al., 2015).

Francouzská studie se zabývala celkovým složením mastných kyselin u 468 rostlinných druhů, mezi nimiž byl analyzován i vlašovičnick větší. Byly sledovány především tyto mastné kyseliny: kyselina cis-9,12,15-oktadekatrienová (C 16:3) a cis-7,10,13-hexadekatrienová (C 18:3). U vlašovičnicku bylo zjištěno 0,7 % kyseliny C 16:3 v jeho listech (Mongrand, 1998).

4 Metodika

4.1 Použitý rostlinný materiál (sběr, lokalita)

Vybrané plevelné a luční rostliny odlišných čeledí byly sbírány v různých lokalitách. Získaná semena musela být následně usušena a vyčištěna k laboratorním analýzám. U těchto vybraných druhů byly stanoveny: sušina, popel v sušině a tuk obsažený v sušině.

4.1.1 Smetánka lékařská (*Taraxacum sect. Ruderalia*, dříve *T. officinale*)

Celkem byly analyzovány čtyři vzorky smetánky lékařské, každá z jiné lokality. Jeden vzorek byl nalezen na louce před naším domem, v obci Záluží. Tato obec spadá pod okres Beroun, Středočeský kraj. Pampeliška byla sbírána dne 6. 5. 2014. Druhý vzorek byl sbírán 17. 5. 2014 v areálu ČZU v Praze, na trávníku blízko silnice. Třetí smetánka byla trhána na území přístaviště v Praze, u řeky, dne 26. 6. 2014. A čtvrtý vzorek byl nalezen v obci Noutonice, vesnice v Praze – západ, na okraji pole, trhána byla dne 21. 5. 2014.

4.1.2 Jitrocel kopinatý (*Plantago lanceolata*)

Byly analyzovány dva vzorky, jeden vzorek byl nalezen na zahradě v Záluží, okres Beroun, Středočeský kraj, byl sbírán 31.8.20014. Druhý vzorek jitrocele byl nalezen na zahradě v Noutonicích dne 16. 8. 2014.

4.1.3 Jitrocel větší (*Plantago major*)

Vzorek jitrocele většího byl analyzován jen jeden, semena byla trhána na zahradě v Záluží, okres Beroun., dne 15. 8. 2014.

4.1.4 Šťovík tupolistý (*Rumex obtusifolius*)

Tohoto druhu byly analyzovány dva vzorky semen, jeden druh byl sesbírán dne 14. 9. 2014 na okraji pole u obce Záluží. Druhý šťovík byl nalezen na louce v Radotíně, městská část Prahy 12, byl sbírán 1. 8. 2014.

4.1.5 Hrachor hlíznatý (*Lathyrus tuberosus*)

Hrachor byl analyzován jen jeden, tento vzorek byl sbírán na zahradě v Praze (Jeremenkova ulice) dne 6. 8. 2014.

4.1.6 Vlaštovičnick větší (*Chelidonium majus*)

Vlaštovičnick byl analyzován také jen jeden, jeho lokalita sběru je v Dubí, městské části Kladna. Semena byla sbírána v září roku 2014.

4.2 Příprava vzorků semen

Získaná semena musela být po sběru nechána oschnout na rozložených novinách, aby nedošlo ke kvalitativnímu zhoršení vlastností, především k zaplísnění. Po dostatečném oschnutí byla semena čištěna ve školní laboratoři přes síta o různých velikostech, podle velikosti semen daného druhu. Semena byla zbavována obalů, příměsí a nečistot. Takto upravená se mohla nasypat do označených uzavíratelných sáčků a tak byla připravena k následným navázkám. Na extrakci tuků se musela semena homogenizovat, byla rozmělněna mixérem na jemný prášek pro lepší stanovení analytů.

4.3 Analytická stanovení u vybraných vzorků semen plevelných rostlin

4.3.1 Stanovení sušiny

Stanovení sušiny bylo prováděno metodou dle Davídka (1981) – stanovení sušiny sušením. Do číslem označených hliníkových misek bylo naváženo kolem 5 g vzorku, pokud to dovolilo množství semen. Vzorky byly sušeny v sušárně při 105 °C přibližně 3 hodiny. Občas byl obsah misek promíchán. Následně uzavřené misky byly dány do exsikátoru na 30 minut, aby došlo ke zchlazení. Poté byly misky opět umístěny do sušárny na 30 minut a takto se postup opakoval, dokud mezi posledními dvěma váženími nebyl rozdíl menší než 1 mg. Pro výpočet obsahu sušiny bylo použito hmotností prázdné misky, plné misky a misky po sušení.

4.3.2 Stanovení popelovin

Popeloviny byly stanoveny modifikovanou metodou dle Davídka (1981) – vážkové stanovení popela. Čisté, označené a prázdné porcelánové misky byly nejprve zváženy, následně do nich bylo přisypáno zhruba 5 g vzorku semen a opět byla zvážena miska, již naplněná. Po navážení vzorků byly vloženy misky do muflové pece na počáteční teplotu spalování 150 °C. Postupně byla navyšována teplota o 50 °C až do hodnoty 300 °C. Po dalším zvýšení teploty na 550 °C se vzorky nechaly spalovat přes noc. Druhý den byla pec vypnuta a nechána zchladit. Vyndané misky z pece byly dány do exsikátoru. Aby došlo k jejich zchlazení. Následně byly misky s popelem zváženy na analytických vahách. Ze zapsaných hmotností misek byl vypočítán obsah popelovin v jednotlivých vzorcích. Teplota byla postupně navyšována, kvůli lepšímu zuhelnatění rostlinného materiálu.

4.3.3 Stanovení tuku – extrakce dle Soxhleta

Stanovení tuků bylo prováděno lehce pozměněnou metodou extrakce dle Soxhleta (podle Davídka, 1981). Pomocí mixéru byly nejprve vzorky semen rozemlety na jemný prášek, tento materiál byl následně navážen do extrakčních patron a utěsněn vatou. Takto připravené patrony byly umístěny do extraktoru, kde byly extrahovány pomocí hexanu jako rozpouštědla po dobu 24 hodin.

5 Výsledky

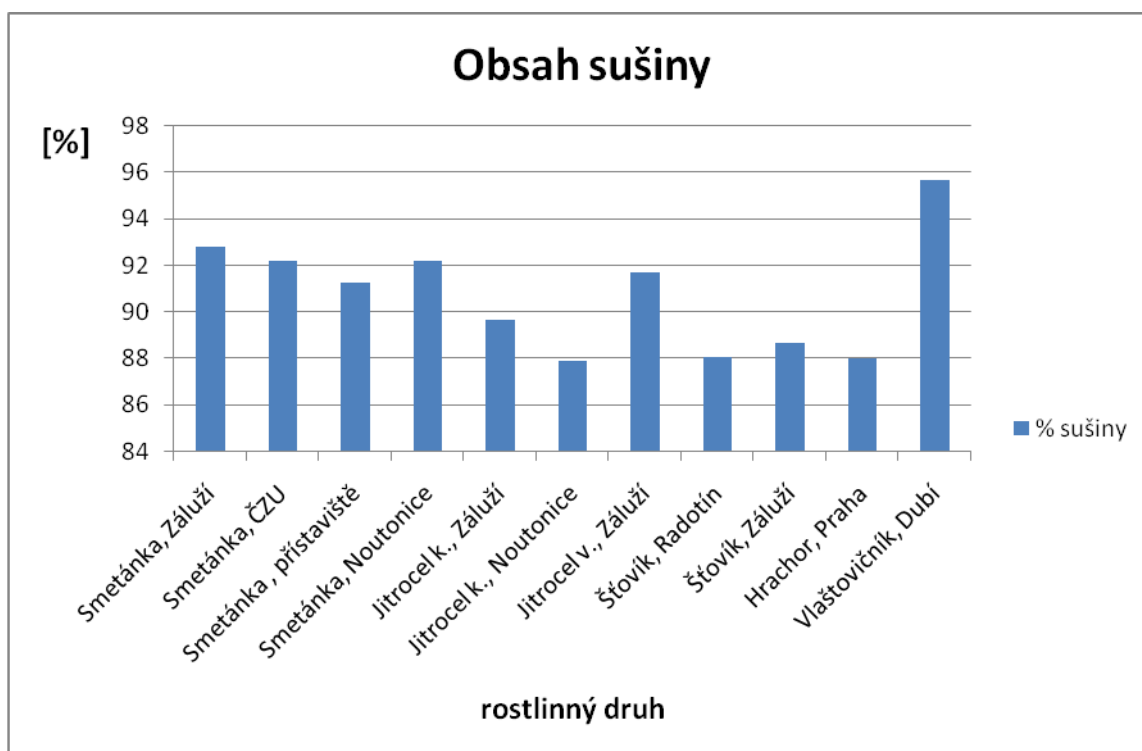
5.1 Stanovení sušiny

Tabulka č.1: Obsah sušiny v semenech vybraných rostlin.

ROSTLINNÝ DRUH	LOKALITA	OBSAH SUŠINY (%)
Smetánka lékařská	zahrada, Záluží	92,8
Smetánka lékařská	trávník, ČZU, Praha	92,2
Smetánka lékařská	u řeky, přístaviště, Praha	91,3
Smetánka lékařská	okraj pole, Noutonice	92,2
Jitrocel kopinatý	zahrada, Záluží	89,7
Jitrocel kopinatý	zahrada, Noutonice	87,9 (*)
Jitrocel větší	zahrada, Záluží	91,7
Šťovík tupolistý	louka, Radotín	88,1
Šťovík tupolistý	okraj pole, u Záluží	88,7
Hrachor hlíznatý	zahrada, Praha	88,0
Vlaštovičnick větší	zahrada, Dubí, Kladno	95,7(*)

(*) - tučně vyznačené údaje jsou nejnižší a nejvyšší naměřené hodnoty

Graf č.1: Obsah sušiny v semenech vybraných rostlin.



Sušina je pevný podíl, který zůstává po odstranění vody. Tvoří ji důležité živiny, jako jsou sacharidy, bílkoviny, lipidy a mnoho dalších látek. Stanovuje se několika způsoby, bylo použito stanovení sušením v sušárně při 105 °C. Výsledky ukazují, že v analyzovaném materiálu bylo obsaženo průměrné množství sušiny, tedy 80 – 90 %. Ze sledovaných vzorků nejvyšší obsah sušiny vykazuje vlašovičnick větší z Dubí, Kladno (95,7 %), naopak nejméně sušiny obsahuje semeno jitrocele kopinatého z Noutonic (87,9 %). U stejného druhu rostlin byly naměřeny zhruba stejné hodnoty sušiny. Ze sledovaných rostlin se nachází více jak 90 % sušiny v semenech smetánky, vlašovičnicku a jitrocele. Průměrné obsahy sušiny: smetánka lékařská 92,14 %, jitrocel kopinatý 88,78 % a šťovík tupolistý 88,44 %.

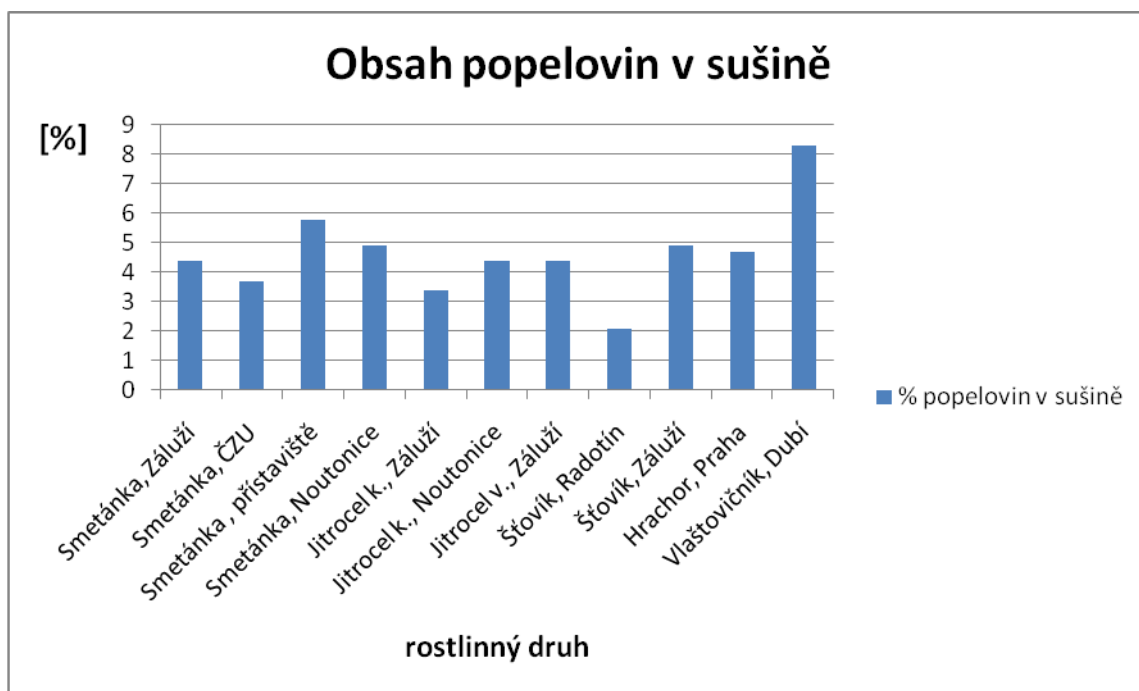
5.2. Stanovení popelovin v sušině

Tabulka č.2: Obsah popelovin v sušině v semenech vybraných rostlin.

ROSTLINNÝ DRUH	LOKALITA	OBSAH POPELOVIN V SUŠINĚ (%)
Smetánka lékařská	louka před domem, Záluží	4,4
Smetánka lékařská	trávník, ČZU, Praha	3,7
Smetánka lékařská	u řeky, přístaviště, Praha	5,8
Smetánka lékařská	okraj pole, Noutonice	4,9
Jitrocel kopinatý	zahrada, Záluží	3,4
Jitrocel kopinatý	zahrada, Noutonice	4,4
Jitrocel větší	zahrada, Záluží	4,4
Šťovík tupolistý	louka, Radotín	2,1 (*)
Šťovík tupolistý	okraj pole, u Záluží	4,9
Hrachor hlíznatý	zahrada, Praha	4,7
Vlašovičnick větší	zahrada, Dubí, Kladno	8,3 (*)

(*) - tučně vyznačené údaje jsou nejnížší a nejvyšší naměřené hodnoty

Graf č.2: Obsah popelovin v sušině v semenech vybraných rostlin.



Popel je zuhelnatělý zbytek organického materiálu, který vzniká při spalování v muflové peci přibližně na 550 °C. Obsahuje mnoho minerálních látek. Nejnižší obsah popela byl zjištěn v semenu šťovíku tupolistého z Radotína (2,1 %) a největší množství bylo nalezeno opět v rostlinném druhu - vlačstovičnick větší z Dubí na Kladně (8,3 %). Obsahy popelovin u všech čtyř vzorků smetánky byly jen mírně odlišné (v rozmezí od 3,7 – 5,8 %), průměrná hodnota popela v sušině je 4,7 %. Oba druhy jitrocelů obsahovaly zhruba stejné množství popela (3,4 – 4,4 %). Jitrocel kopinatý má v průměru 3,9 % popelovin. Významný rozdíl v obsahu popelovin je vidět u druhu šťovík tupolistý, šťovík z Radotína má jen 2,1 % popela, zatímco šťovík sbíraný u obce Záluží obsahuje 4,9 %. Rozdíl je pravděpodobně z důvodu lepšího vyčištění semen šťovíku z Radotína. Semena neobsahovala tolik příměsí a nečistot jako ve druhém vzorku. Průměrný obsah popelovin ve šťovíku činí 3,5 %. V hrachoru hlíznatém se nachází průměrné množství popelovin, zhruba 4,7 %.

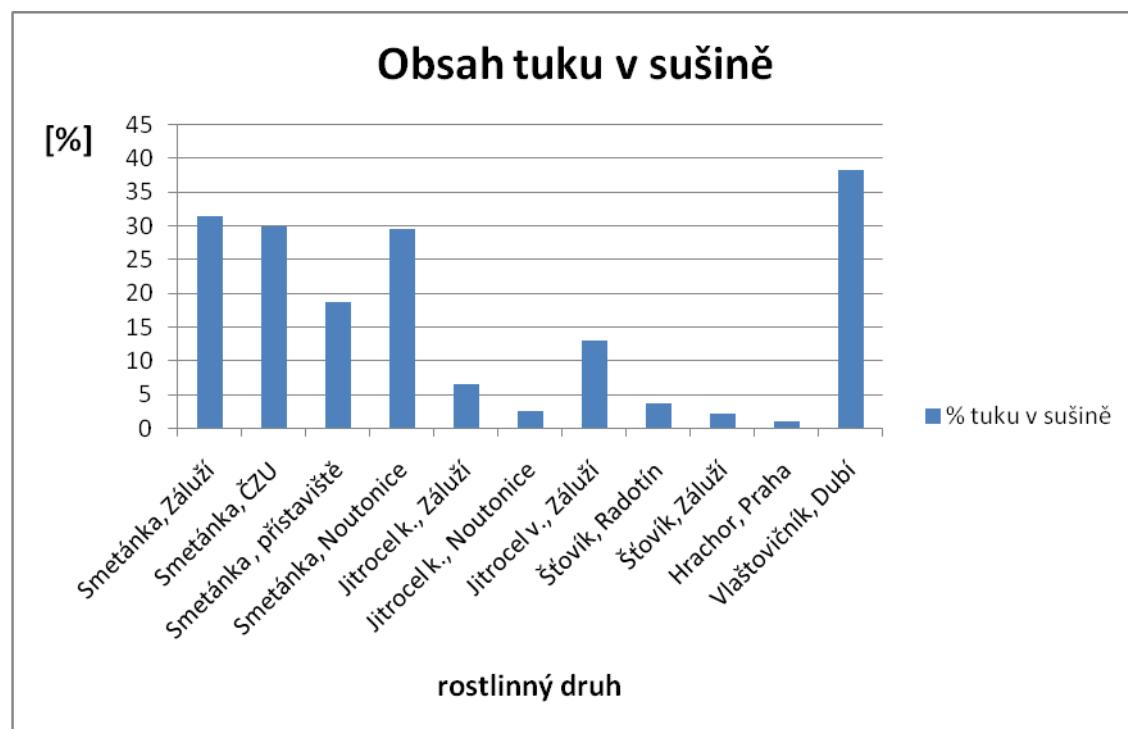
5.3 Stanovení tuku – extrakce dle Soxhleta

Tabulka č.3: Obsah tuku v sušině v semenech vybraných rostlin.

ROSTLINNÝ DRUH	LOKALITA	OBSAH TUKU V SUŠINĚ (%)
Smetánka lékařská	zahrada, Záluží	31,4
Smetánka lékařská	trávník, ČZU, Praha	29,9
Smetánka lékařská	u řeky, přístaviště, Praha	18,6
Smetánka lékařská	okraj pole, Noutonice	29,5
Jitrocel kopinatý	zahrada, Záluží	6,4
Jitrocel kopinatý	zahrada, Noutonice	2,4
Jitrocel větší	zahrada, Záluží	12,9
Šťovík tupolistý	louka, Radotín	3,6
Šťovík tupolistý	okraj pole, u Záluží	2,1
Hrachor hlíznatý	zahrada, Praha	1,0 (*)
Vlaštovičník větší	zahrada, Dubí, Kladno	38,4 (*)

(*) - tučně vyznačené údaje jsou nejnižší a nejvyšší naměřené hodnoty

Graf č.3: Obsah tuku v sušině v semenech vybraných rostlin.



Tuk bývá častou složkou semene rostlin. Jeho množství se velmi liší podle rostlinného druhu. Stanovení tuku jsme prováděli extrakcí dle Soxhleta. Z výsledků je patrné, že největší množství tuku ve vybraných rostlinách se nachází ve vlašovičnicku větším (38,4 %). Naopak nejméně tuku obsahuje semeno hrachoru hlíznatého (jen 1,0 %). Ve smetánce lékařské se nachází 18,5 – 31,5 % tuku. Průměrná hodnota tuku ve smetánce je 27,3 %. V jitroceli kopinatém bylo zjištěno množství tuku v rozmezí od 2,4 do 6,4 %, průměrně však 4,4 %. Jitrocel větší má podstatně vyšší obsah tuku, necelých 13,0 %. Šťovík tupolistý obsahuje malé množství tuku v rozmezí 2,1 – 3,6 %, průměrný obsah tuku ve šťovíku činí 2,9 %. Výsledky ukazují na to, že obsah tuku velice závisí na rostlinném druhu. Analyzovaná semena rostlin obsahovala od 1,0 % do necelých 39,0 % tuku. Mezi tukově bohatší semena patří smetánka lékařská, vlašovičnick větší a jitrocel větší, méně tuku obsahují jitrocel kopinatý, šťovík tupolistý a hrachor hlíznatý.

6 Diskuse

Při porovnávání výsledků z vlastního pozorování s pracemi jiných autorů byly zjištěny následující výsledky.

U smetánky lékařské byl stanoven průměrný obsah tuku v sušině 27,3 %. Hussain et al. (2013) uvádí ve své studii tyto obsahy mastných kyselin v celé rostlině smetánky lékařské: palmitová 3,11 %, myristová 1,87 %, linolenová 1,67 %, kyselina stearová 0,97 %. Deineka et al. (2003) zjistili toto zastoupení mastných kyselin přímo v semenech rostlin: linolenová kyselina 1,4 – 5,0 %, linolová kyselina 67,2 – 79,4 %, olejová kyselina 9,7 – 22,8 %, palmitová kyselina 6,0 – 9,9 % a stearová kyselina 1,1 – 2,8 %. Jednoznačně převažuje kyselina linolová. Dias et al. (2014) se zabývali obsahem tuku a mastných kyselin v květech a vegetativních částech smetánky. V jejich studii uvádí, že mnohem vyšší množství tuku obsahují květy (6,56 g/100g), zatímco ve vegetativních částech bylo analyzováno jen 2,96 g/100g. Dále bylo zjištěno, že v květech se nachází větší množství kyseliny linolové než linolenové a u vegetativních částí smetánky je tomu naopak, zde je obsaženo více kyseliny linolenové oproti linolové.

Mnou zjištěná průměrná hodnota tuku u jitrocele kopinatého je 4,4 %. Smith et al. (2014) uvádí, že v jitroceli kopinatém se nachází kolem 8 % tuku v semeni. Obsah mastných kyselin byl následující: z nasycených kyselin nejvíce palmitová (16 %) a z nenasycených kyselina linolová (35 %). Zjištěny byly také neobvyklé okysličené mastné kyseliny (zhruba 10 %). Výsledky celkového obsahu tuku se moc neshodují.

U jitrocele většího bylo analyzováno necelých 13 % tuku. Smith et al. (2014) zjistili u tohoto jitrocele o něco vyšší obsah 17 %. Z nasycených mastných kyselin je nejvíce zastoupena palmitová (8,3 %) a z nenasycených linolová (51 %). Okysličené kyseliny nebyly nalezeny v tomto rostlinném druhu.

Ve šťovíku tupolistém bylo stanoveno průměrně 2,9 % tuku. Ohledně celkového obsahu tuku nebyla nalezena žádná studie. Orhan et al. (2009) se zabývali zastoupením jednotlivých mastných kyselin. Semeno šťovíku obsahuje nejvíce z nasycených kyselin kyselinu palmitovou (7,86 %) a z nenasycených mastných kyselin jen linolenovou (9,16 %).

U hrachoru hlíznatého byl zjištěn velmi malý obsah tuku 1 %. Jelikož se řadí do luskovin, které mají ve svých semenech poměrně málo tuku, jsou to spíše bílkovinné zdroje. Emre et al., (2011) ve své studii uvádí, že z nasycených mastných kyselin se nejvíce vyskytuje kyselina palmitová a stearová a nejčastějšími nenasycenými mastnými kyselinami jsou kyseliny olejová, linolová (42,8 – 62,8 %) a α -linolenová (9,2 – 12,9 %).

Ve vlašovičnicku bylo analyzováno nejvyšší množství tuku v sušině (38,4 %). Výsledky se celkem shodují s Hejným a kol. (1997), kteří uvádí, že semeno vlašovičnicku obsahuje 40 – 60 % oleje. Jiné studie se zabývaly především obsahem alkaloidů, kterých vlašovičnick obsahuje mnoho. Peumans et al. (1985) zkoumali, jak by se mohl z vlašovičnicku izolovat protein zvaný lektin.

Průměrný obsah sušiny je 80 – 90%. Všechny druhy rostlin splňovaly toto rozmezí, některé obsahovaly i více. Nejvíce sušiny bylo stanoveno u vlašovičnicku (95,7 %). S vysokým obsahem sušiny u tohoto druhu souvisí velké množství tuku.

V analyzovaných rostlinách byl stanoven obsah popelovin od 2,1 % do 8,3 %. O obsahu popelovin nebyla nalezena žádná studie. Množství jednotlivých zastoupených prvků by bylo určitě zajímavé stanovit, toto je ale nad rámec této práce.

Z důvodů malého množství informací o obsahu tuku v semenech divokých rostlin jsou výsledky spíše orientační. Zajímavější bude složení tuku z hlediska zastoupení mastných kyselin, které bude provedeno v rámci diplomové práce.

7 Závěr

- Tato bakalářská práce se zabývá charakteristikou lipidů, jejichž hlavní složkou jsou tuky a oleje. Práce je zaměřena především na tuky získané z rostlinných zdrojů. Hlavními složkami tuku jsou glycerol a vyšší mastné kyseliny. Především na ně je tato práce zaměřena. Mastné kyseliny se dělí na nasycené a nenasycené, nenasycené dále na monoenoové a polyenoové. Z hlediska výživy pro člověka jsou určitě prospěšné polynenasycené mastné kyseliny, známé jako omega-3 a omega-6 mastné kyseliny.
- V této práci byl stanoven obsah sušiny, popelovin a tuku v těchto plevelných a lučních rostlinách: smetánka lékařská (*Taraxacum sect. Ruderalia*), jitrocel kopinatý (*Plantago lanceolata*), jitrocel větší (*Plantago major*), šťovík tupolistý (*Rumex obtusifolius*), hrachor hlíznatý (*Lathyrus tuberosus*) a vlašovičnick větší (*Chelidonium majus*).
- Nejvyšší obsah sušiny byl zjištěn ve vlašovičnicku větším (95,7 %), nejnižší u jitrocele kopinatého z Noutonic (87,9 %).
- Největší množství popela bylo stanoveno u druhu vlašovičnick větší (8,3 %), nejméně popelovin má šťovík tupolistý, Radotín (2,1 %).
- Nejvyšší zastoupení tuku obsahoval opět vlašovičnick větší (38,4 %), velmi málo tuku obsahují semeno hrachoru hlíznatého (jen 1 %).
- Z výsledků je patrné, že obsah tuku se liší u jednotlivých rostlinných druhů a množství sušiny a popela je závislé na druhu rostliny.
- Do budoucna se počítá se stanovením jednotlivých minerálních prvků v popelu a také bude provedena analýza mastných kyselin v tuku metodou plynové chromatografie.

8 Seznam literatury

- Bruža, J. 1951. Oleje a tuky rostlinné a živočišné. Průmyslové vydavatelství. Praha. 87 s.
- Davídek, J. 1981. Laboratorní příručka analýzy potravin. SNTL. Praha. 718 s. ISBN: 04-814-81.
- Deineka, V. I., Maslov, A. N., Borzenko, O. N., Sirotin, A. A., Deineka, L. A. 2003. Change of triglyceride composition of cucurbitaceae and *Taraxacum officinale* seed oil during ripening. *Chemistry of natural compounds*. 39 (4). 319-321.
- Dias, M. I., Barros, L., Alves, R. C., Oliveira, M. B. P. P., Santos-Buelga, C., Ferreira, I. C. F. R. 2014. Nutritional composition, antioxidant activity and phenolic compounds of wild *Taraxacum* sect. *Ruderalia*. *Food research international*. 56. 266-271.
- Emre, I., Sahin, A., Yilmaz, O., Genc, H., Bahsi, M. 2011. Seed fatty acid compositions of some *Lathyrus* taxa growing in Turkey. *Acta botanica gallica*. 158 (3). 303-308.
- Felix, J., Toman, J., Hísek, K. 1978. Přírodou krok za krokem. Artia. Praha. 423 s.
- Gazem, R. A. A., Chandrashekariah, S. A. 2014. Omega Fatty Acids in Health and Disease: A Review. *Journal of Pharmacy Research*. 8 (8). 1027-1044.
- Hálková, J., Rumišková, M., Rieglová, J. 2000. Analýza potravin. Ivan Straka. Újezd u Brna. 94 s. ISBN: 809027753-5.
- Hejný, S., Slavík, B. (eds.), Čvančara, A., Chrtěk, J., Tomšovic, P., Kovanda, M. 1997. Květena České republiky 1. Academia. Praha. 557 s. ISBN: 80-200-0643-5.
- Hejný, S., Slavík, B. (eds.), Hroudá, L., Skalický, V. 2003. Květena České republiky 2. Academia. Praha. 540 s. ISBN: 80-200-1089-0.
- Hussain, I., Abdelsalam, N. M., Ullah, R. 2013. Analysis of the Fatty Acid Composition of *Taraxacum Officinale* Flowers Oil by Gas Chromatography Mass Spectrometer. *Journal of the chemical society of Pakistan*. 35 (6). 1599-1602.
- Klouda, P. 2003. Moderní analytické metody. Nakladatelství Pavel Klouda. Ostrava. 132 s. ISBN: 80-86369-07-2.
- Koleske, J. V. 1995. Paint and Coating Testing Manual: Fourteenth Edition of the Gardner-

- Sward Handbook. ASTM. Philadelphia. 925 s. ISBN: 0803120605.
- Kotyza, J. 2007. Úvod do klinické biochemie a enzymologie pro studující lékařství. Karolinum. Praha. 156 s. ISBN: 978-80-246-1350-5.
- McMurry, J. 2004. Organická chemie. VŠCHT. Praha. 168 s. ISBN: 9788021432918.
- Metzler, D. E. 2012. Biochemistry: The Chemical Reactions Of Living Cells. Elsevier. 1164 s. ISBN: 0323141749.
- Mongrand, S., Bessoule, J.-J., Cabantous, F., Cassagne, C. 1998. The C(16:3)/C(18:3) fatty acid balance in photosynthetic tissues from 468 plant species. *Phytochemistry*. 49 (4). 1049-1064.
- Murphy, J. J., Lee, P. W., Aizawa, H., Barefoot, A. C. 2003. Handbook of Residue Analytical Methods for Agrochemicals. Wiley. 1552 s. ISBN: 9780471491941.
- Novák, J., Skalický, M. 2012. Botanika. Powerprint. Praha. 336 s. ISBN: 978-80-87415-53-5.
- Opekar, F., Jelínek, I., Rychlovský, P., Plzák, Z. 2003. Základní analytická chemie. Karolinum. Praha. 203 s. ISBN: 80-246-0553-8.
- Orhan, I., Deliorman-Orhan, D., Özçelik, B. 2009. Antiviral activity and cytotoxicity of the lipophilic extracts of various edible plants and their fatty acids. *Food Chemistry*. 115 (2). 701-705.
- Orvos, P., Virág, L., Tálosi, L., Hajdú, Z., Csupor, D., Jedlinszki, N., Szél, T., Varró, A., Hohmann, J. 2015. Effects of *Chelidonium majus* extracts and major alkaloids on hERG potassium channels and on dog cardiac action potential - A safety approach. *Fitoterapia*. 100. 156-165.
- Peumans, W. J., Deley, M., Stinissen, H. M., Broekaert, W. F. 1985. Isolation and partial Characterization of a new lectin from seeds of the greater celandine (*Chelidonium-majus*). *Plant physiology*. 78 (2). 379-383.
- Slavík, B. (ed.), Chrtěk, J., Štěpánková, J. 2000. Květena České republiky 6. Academia. Praha. 770 s. ISBN: 80-200-0306-1.
- Slavík, B. (ed.), Smejkal, M., Dvořáková, M., Grulich, V. 1995. Květena České republiky

4. Academia. Praha. 529 s. ISBN: 80-200-0384-3.

Smith, M. A., Zhang, H. X., Purves, R. W. 2014. Identification and Distribution of Oxygenated Fatty Acids in Plantago Seed Lipids. *Journal of the American Oil Chemists Society*. 91 (8). 1313-1322.

Štěpánková, J., Chrtěk, J., Kaplan, Z. (eds.). 2010. *Květena České republiky 8*. Academia. Praha. 706 s. ISBN: 978-80-200-1824-3.

Velišek, J. 2002. *Chemie potravin: 1. OSSIS*. Tábor. 331 s. ISBN: 8086659003.

Voet, D. Voet, J. G. 2010. *Biochemistry*. 4th ed. John Wiley & Sons, 1520 s. ISBN: 978-0-470-57095-1.

Wankat, P. C. 1986. *Large-Scale Adsorption and Chromatography*. Volumes 1-2. CRC Press. Michiganská univerzita. 192 s. ISBN: 0849355974.