

Povrchově aktivní látky rostlinného původu

Johana Daňková, DiS.

Bakalářská práce
2016



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav technologie tuků, tenzidů a kosmetiky

akademický rok: 2015/2016

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

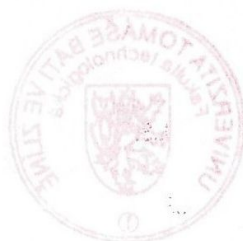
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Johana Daňková, DiS.**
Osobní číslo: **T13026**
Studijní program: **B2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Technologie výroby tuků, kosmetiky a detergentů**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Povrchově aktivní látky rostlinného původu**

Zásady pro vypracování:

1. Klasifikujte povrchově aktivní látky.
2. Charakterizujte saponiny, jejich vlastnosti a potenciální aplikace .
3. Zaměřte se na zdroje saponinů.
4. Uvedte dostupné komerční produkty s obsahem saponinů.



Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. MYERS, D. Surfactant Science and Technology. John Wiley & Sons, Inc. 2006.
2. KJELLIN, M., JOHANSSON, I. Surfactants from Renewable Resources. John Wiley & Sons, Ltd 2010.
3. NOVÁK, Jan. Jedovaté rostliny kolem nás. 1. vyd. Praha: Grada, 2007. Svět rostlin. ISBN 978-80-247-1549-0.
4. TMÁKOVÁ, L. a kol. Natural Surfactant and Their Use in Food Industry. doi: 10.5219/170. Potravinářstvo.
5. Databáze elektronických knih a časopisů (Science Direct, Web of Science,...).

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Jana Sedlaříková, Ph.D.

Ústav technologie tuků, tenzidů a kosmetiky

Datum zadání bakalářské práce:

20. ledna 2016

Termín odevzdání bakalářské práce:

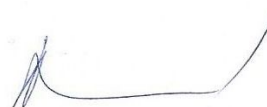
18. května 2016

Ve Zlíně dne 20. ledna 2016



doc. Ing. František Buňka, Ph.D.

děkan



Ing. Martina Černeková, Ph.D.

ředitel ústavu

Příjmení a jméno: DANKOVÁ JOHANA

Obor: TVTKD

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby ¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně 18.5.2016

Danková Johana

¹⁾ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevdělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchozečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

²⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

³⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlídně k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Tato práce se zabývá povrchově aktivními látkami rostlinného původu. První část je soustředěna na klasifikaci běžných povrchově aktivních látek, další kapitoly pak pojednávají o saponinech, jejich složení a možných aplikacích. Druhá část práce je zaměřena na rostlinné zdroje saponinů, jejich základní charakteristiku a vlastnosti. V závěrečné kapitole jsou uvedeny příklady komerčních produktů s obsahem saponinů získaných z vybraných rostlin.

Klíčová slova: Povrchově aktivní látky, saponiny, rostliny, kosmetika

ABSTRACT

This bachelor thesis deals with plant origin surfactants. The first part is focused on the classification of conventional surfactants, other chapters deal with the saponins, their composition and possible applications. The second part focuses on plant sources of saponins, their basic characteristics and properties. The final section provides the list of commercial products with saponins extracted from selected plants.

Keywords: Surfactants, saponins, plants, cosmetics

Tímto bych chtěla poděkovat vedoucí mé bakalářské práce paní Ing. Janě Sedlařikové, Ph.D. za odborné rady, ochotu a cenné připomínky, které mi věnovala během zpracování zadaného tématu. Také bych chtěla poděkovat mamince, paní Mgr. Gabriele Daňkové, prarodičům, sestřám a příteli za jejich podporu.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD	10
1 POVRCHOVĚ AKTIVNÍ LÁTKY	11
1.1 STRUKTURA POVRCHOVĚ AKTIVNÍCH LÁTEK	11
1.2 KLASIFIKACE POVRCHOVĚ AKTIVNÍCH LÁTEK	12
1.2.1 IONICKÉ POVRCHOVĚ AKTIVNÍ LÁTKY	12
1.2.2 NEIONICKÉ POVRCHOVĚ AKTIVNÍ LÁTKY.....	15
2 SAPONINY	16
2.1 STRUKTURA SAPONINŮ	16
2.1.1 STEROIDNÍ SAPONINY	17
2.1.2 TRITERPENICKÉ SAPONINY	17
2.2 ZÍSKÁVÁNÍ A ANALÝZA SAPONINŮ	18
2.2.1 METODY STANOVENÍ SAPONINŮ.....	19
2.3 APLIKACE SAPONINŮ	20
2.3.1 VYUŽITÍ VE FARMACII	20
2.3.2 VYUŽITÍ V POTRAVINÁŘSTVÍ.....	20
2.3.3 VYUŽITÍ V KOSMETICE.....	21
2.4 ROSTLINY S OBSAHEM SAPONINŮ	21
2.4.1 MYDLICE LÉKAŘSKÁ (<i>SAPONARIA OFFICINALIS</i>)	23
2.4.2 PRVOSENKA JARNÍ (<i>PRIMULA VERIS</i>).....	24
2.4.3 JÍROVEC MAĎAL (<i>AESCLUSUS HIPPOCASTANUM</i>)	25
2.4.4 MĚSÍČEK LÉKAŘSKÝ (<i>CALENDULA OFFICINALIS</i>)	26
2.4.5 ŽENŠEN PRAVÝ (<i>PANAX GINSENG</i>)	27
2.4.6 KOTVIČNÍK ZEMNÍ (<i>TRIBULUS TERRESTRIS</i>)	28
2.4.7 LÉKOŘICE LYSÁ (<i>GLYCYRRHIZA GLABRA</i>).....	29
2.4.8 DIVIZNA VELKOKVĚTÁ (<i>VERBASCUM DENSIFLORUM</i>).....	30
2.4.9 SÓJA LUŠTINATÁ (<i>GLYCINE MAX</i>).....	31
2.4.10 MÝDELNÍK (<i>SAPINDUS MUKOROSI</i>).....	32
2.4.11 MÝDLOKOR TUPOLISTÝ (<i>QUILLAJA SAPONARIA</i>).....	33
3 KOMERČNÍ PRODUKTY S OBSAHEM SAPONINŮ	34
3.1 ZUBNÍ GEL SMILE, ALOE FRESH (ESI)	34
3.2 MĚSÍČKOVÁ MAST (DR. POPOV)	35
3.3 ČISTÍCÍ KRÉM S MÝDLOKOREM A HEŘMÁNEM (BURT'S BEES)	35
3.4 PROSTŘEDEK NA MYTÍ NÁDOBÍ S MYDLICÍ LÉKAŘSKOU (ULRICH)	36
3.5 MÝDLOVÉ OŘECHY (YELLOW & BLUE)	36
3.6 KOTVIČNÍK ZEMNÍ NAŤ (DR. POPOV)	37
3.7 SPECIES PECTORALES PLANTA (LEROS)	38
3.8 PANAX GINSENG EXTRACTUM (THE CENTRAL PHARMACEUTICAL CO.)	38
3.9 SARAPIS SOJA (SANAMED)	39

ZÁVĚR	40
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	41
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	45
REJSTŘÍK	46
SEZNAM OBRÁZKŮ.....	47
SEZNAM PŘÍLOH	48

ÚVOD

Povrchově aktivní látky, nazývané také tenzidy, vykazují díky své specifické struktuře řadu významných vlastností využívaných v mnoha průmyslových odvětvích. Působí na fázovém rozhraní, kde snižují povrchové, resp. mezifázové napětí. Plní funkci emulgátorů, solubilizačních činidel, pěnidel, kondicionačních přípravků, některé z nich se vyznačují i antimikrobními účinky. V dnešní době jsou povrchově aktivní látky součástí mnoha komerčních produktů, které jsou určeny zejména k mytí a čištění a jsou aplikovány jak v domácnostech, tak v průmyslu.

Trendem současné doby je používat přípravky s co nejmenším obsahem syntetických látek, s nízkým iritačním potenciálem a optimálními environmentálními vlastnostmi. Saponiny, tedy povrchově aktivní látky přírodního původu, získávané z rostlinných nebo živočišných zdrojů, představují v tomto směru slibnou alternativu. Tyto látky při protřepání ve vodném roztoku silně pěňí a jsou povrchově aktivní. Proto mohou být součástí čisticích prostředků, dále jsou aplikovány ve farmacii, medicíně, v potravinářství, ale i k technickým účelům.

Jako absolvent ostravské SZŠ a VOŠZ v oboru Farmaceutický asistent se mou oblíbenou oblastí stala farmakobotanika. Proto mi bylo blízké i téma této bakalářské práce, jejímž cílem je blíže charakterizovat saponiny, informovat o rostlinách a produktech tyto látky obsahujících, zejména těch, které mají významné využití v kosmetickém či farmaceutickém průmyslu.

1 POVRCHOVĚ AKTIVNÍ LÁTKY

Povrchově aktivní látky (PAL) je skupinové označení látek, které se již při velmi nízkých koncentracích hromadí na fázových rozhraních. Interakcemi s molekulami disperzního prostředí výrazně ovlivňují energetické poměry celého systému a snižují mezifázové napětí. PAL tedy vykazují povrchovou aktivitu, která se často vizuálně projevuje pěněním. Dále také stabilizují nebo dle potřeby rozrušují disperzní systémy, snižují tření, urychlují nebo zpomalují technologické procesy a také se aktivně zúčastňují biochemických pochodů v živých organismech [1] s. 15.

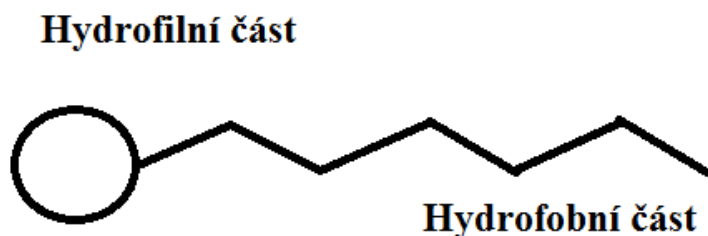
Povrchově aktivní látky byly člověkem používány již od pradávna – a to ve formě mýdel, které byly připravovány z prachu a rostlinných olejů. Později byla mýdla vyráběna za použití živočišného tuku, dřevěného popela a z částí rostlin, které obsahovaly uhličitan draselný či jiné soli alkalických kovů. Povařením směsi těchto látek došlo ke zmýdelnění tuku na volné mastné kyseliny, které byly poté neutralizovány. V průběhu let se mydlářství rozšířilo do všech větších světových měst a stalo se významným řemeslem. V období první světové války byla z důvodu nedostatku rostlinných a živočišných tuků mýdla postupně nahrazována syntetickými tenzidy vyráběnými z ropných surovin. V současnosti jsou povrchově aktivní látky obsaženy v řadě přípravků, využívaných zejména k mytí, praní a čištění.

Povrchově aktivní látky jsou také označovány jako surfaktanty z anglického slova “surfactant” nebo tenzidy z německého slova “tensid”. V následujícím textu budou využívány zejména pojmy „tenzid“ a „povrchově aktivní látka“ [2] s. 769 [3] [9].

1.1 Struktura povrchově aktivních látek

Molekulární struktura povrchově aktivní látky je podstatou snižování povrchového napětí. PAL ve své molekule obsahují dvě protichůdné části – a to hydrofobní a hydrofilní (Obrázek 1). Hydrofobní je ta část molekuly, která odpuzuje vodu. Hydrofilní část je polární a tudíž má velkou afinitu k vodě a ve vodném prostředí je velmi hydratovaná. Látky s takovou strukturou se souhrnně označují jako amfipatické. Chemická struktura PAL je vhodné kritérium na posouzení aplikačních možností tenzidu jako pomocného přípravku ve funkci solubilizátoru, emulgátoru, dispergátoru, pracího a čisticího prostředku. Polární skupina určuje ionicitu. Pokud ve vodném roztoku disociuje, je účinnou složkou PAL ani-

on, kation nebo vykazuje chování amfolytu. V případě, že k disociaci polární skupiny nedochází, jedná se o neionickou PAL [1] s. 15 [6].



Obrázek 1: Struktura PAL [4]

1.2 Klasifikace povrchově aktivních látek

Povrchově aktivní látky je možno klasifikovat z více hledisek, a to na základě: hydrofobní složky, iontového charakteru, číselné hodnoty HLB, biologické degradability, z hlediska aplikací atd. Dle schopnosti disociovat ve vodné fázi se PAL rozdělují na ionické a neionické [1] s. 28.

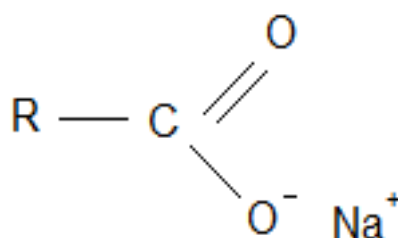
1.2.1 Ionické povrchově aktivní látky

Ionické tenzidy obsahují funkční skupiny, které ve vodném prostředí disociují za vzniku záporných, kladně nabitých iontů nebo jejich náboj závisí na pH prostředí. Tyto ionty jsou nositelem povrchové aktivity a podle výsledného typu se tedy ionické PAL dále dělí na anionické, kationické a amfoterní [1] s. 28.

1.2.1.1 Anionické povrchově aktivní látky

Anionické povrchově aktivní látky jsou v současné době jedny z nejvýznamnějších tenzidů tvořících velkou část celkové světové produkce. Nositelem povrchové aktivity je anion. Nejvýznamnějšími zástupci jsou karboxyláty, sulfáty a sulfonáty. Podle počtu polárních funkčních skupin a počtu disociovaných skupin je dále můžeme rozdělit na: monofunkční (obsahují jednu polární skupinu), bifunkční (obsahují dvě polární funkční skupiny), polyfunkční (obsahují více polárních skupin) a oligomerní polyfunkční tenzidy (obsahují více disociovaných funkčních skupin a polárních neionizovaných skupin) [1] s. 30-31 [8] [10].

Mezi významné reprezentanty této skupiny patří mýdla (Obrázek 2), což jsou soli vyšších mastných kyselin a byly jedny z prvních povrchově aktivních látek, které jsou používány dodnes. Velkou předností je jejich biologická odbouratelnost. V závislosti na typu kationtu se dělí na mýdla sodná, draselná a mýdla organických zásad. Mýdla se získávají alkalickou hydrolyzou tuků za varu s koncentrovaným roztokem NaOH – tento proces se nazývá zmýdelňování nebo také saponifikace. Uvařené mýdlo se dále vysoluje a bělí. Mýdla mají vynikající práci a čistící schopnosti, nevýhodou je však jejich snížená odolnost vůči tvrdé vodě [1] s. 30-31 [8] [10].



Obrázek 2: Obecná chemická struktura mýdla

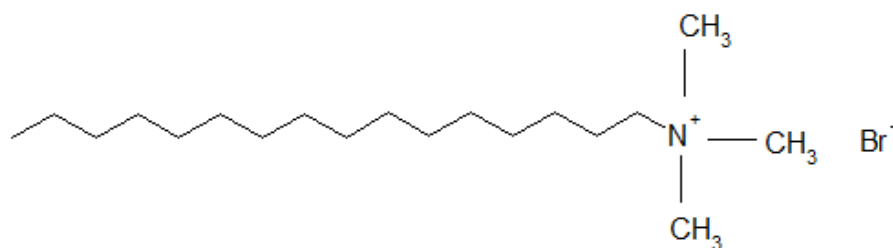
1.2.1.2 Kationické povrchově aktivní látky

Kationické povrchově aktivní látky jsou sloučeniny, které obsahují jednu nebo více funkčních skupin. Tyto skupiny ve vodném roztoku disociují za vzniku kladně nabitých organických iontů, které jsou nositelem povrchové aktivity. Vyskytují se ve formě primárních až terciárních aminů a kvartérních amoniových solí, které jsou z hlediska stupně disociace nejvýznamnější. Ekonomický význam kationických PAL se výrazně zvýšil díky jejich jedinečným vlastnostem. Mnohé z kationických tenzidů jsou biologicky aktivní a podílí se na snižování růstu, případně usmrcování mnohých mikroorganismů. Dále se také staly velmi populární v textilním průmyslu při výrobě změkčovadel. Avivážní prostředky s obsahem těchto látek kromě avivážního účinku vykazují také významný mikrobicidní efekt [1] s. 35 [8] [9].

Kationické tenzidy se dále používají do kondicionálních přípravků pro vlasovou kosmetiku. Strukturní variabilita je nepoměrně vyšší než u anionických PAL. Anionické povrchově aktivní látky nelze kombinovat v recepturách s kationickými PAL, neboť se vzájemně srážejí na nerozpustný aglomerát. Výjimkou jsou sloučeniny obsahující ve své molekule

kromě ionické také neionickou část, která zajistí rozpustnost vzniklého aglomerátu ve vodě a tudíž je pak lze za určitých podmínek kombinovat. Biologická rozložitelnost kationických PAL je obecně horší než u anionických typů [8].

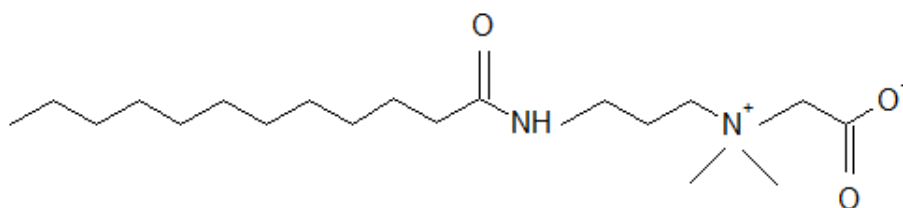
Příkladem je cetyltrimethylammonium bromid (INCI: cetrimonium bromide), který se používá jako účinné antiseptické činidlo (Obrázek 3) [9] s. 67.



Obrázek 3: *Cetrimonium bromide*

1.2.1.3 *Amfoterní povrchově aktivní látky*

Amfoterní povrchově aktivní látky jsou sloučeniny se dvěma nebo více kyselými a zásaditými funkčními skupinami. Ve své molekule tedy obsahují anion i kation, což umožňuje kombinovat je v recepturách jak s kationickými, tak s anionickými tenzidy. Příkladem je kokamidopropyl betain (INCI: cocamidopropyl betaine) (Obrázek 4), který je společně s anionickým lauret sulfátem sodným (INCI: sodium laureth sulfate) hojně využíván jako součást receptur vlasových šamponů [1] s. 38 [8].



Obrázek 4: *Cocamidopropyl betaine*

1.2.2 Neionické povrchově aktivní látky

Neionické povrchově aktivní látky jsou sloučeniny, které ve vodném roztoku nedisociují a jejich rozpustnost je zajištěna přítomností funkčních skupin v molekule, které mají afinitu k vodě, jako například $-OH$, $-NH_2$, $-O-$ a dalších. Neionické tenzidy jsou netoxické a jsou snadno biologicky odbouratelné. Jde o velkou skupinu amfifilních látek s různou chemickou strukturou a tedy i širokou variabilitou vlastností i praktických aplikací [1] s. 38 [4].

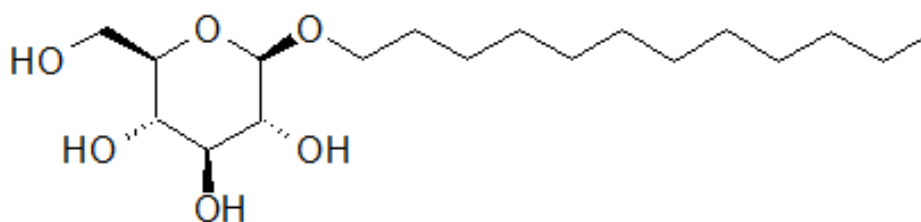
Technicky nejdůležitějšími a nejpočetnějšími zástupci jsou tenzidy na bázi polyoxyethylenů, dále zde patří estery mastných kyselin a glycerolu, estery polyglycerolu, estery sacharózy a velmi perspektivní skupina alkylnpolyglykosidů (viz. kapitola 1.2.2.1) [9] s. 69.

1.2.2.1 Neionické povrchově aktivní látky na bázi glykosidů

Tyto tenzidy, nazývané také alkylnpolyglykosidy, se řadí mezi látky, kde hydrofilní a hydrofobní část molekuly pochází z obnovitelných rostlinných surovin. Jejich charakteristická glykosidická vazba alkylového řetězce ovlivňuje výsledné vlastnosti. Alkylnpolyglykosidy jsou stabilní vůči hydrolýze a to jak v alkalickém, tak v neutrálním prostředí. Hydrofilní část molekuly tvoří škroby (kukuřičný, bramborový, pšeničný) a hydrofobní složkou je mastný alkohol, který se vyrábí z rostlinných tuků.

Jejich využití je hlavně v mycích, pracích a kosmetických čisticích prostředcích – a to jako hlavní nebo vedlejší tenzid. Mohou být také využívány jako emulgátory v emulzních kosmetických přípravcích nebo je lze aplikovat v práškových detergentech. V posledních letech roste jejich význam zejména díky dobré biologické odbouratelnosti [8].

Příkladem je lauryl glukosid (INCI: lauryl glucoside) (Obrázek 5), který je šetrný k pokožce a již při nízkých koncentracích se využívá k hloubkovému čištění pórů. Ve vlasové kosmetice k šetrné péči o poškozené vlasy a do přípravků, které jsou určeny k barvení či bělení [36] s. 75.



Obrázek 5: Lauryl glucoside

2 SAPONINY

Saponiny jsou biodegradabilní přírodní látky glykosidní povahy, hojně se vyskytující v mnoha rostlinách, zejména čeledi rdesnovité (*Polygonaceae*), silenkovité (*Silenaceae*), růžovité (*Rosaceae*), bobovité (*Fabaceae*), krtičníkovité (*Scrophulariaceae*), liliovité (*Liliaceae*), aralkovité (*Araliaceae*), prvosenkovité (*Primulaceae*) a dalších, v menší míře pak v některých druzích mořských živočichů [19] [28] s. 260.

Název saponiny pochází z latinského slova “*sapo*” neboli mýdlo. Klasická definice saponinů je založena na jejich povrchové aktivitě, kdy již při velmi nízkých koncentracích snižují povrchové napětí na rozhraní mezi plynnou a tekutou fází. Mezi dvěma tekutými fázemi působí jako emulgátory a mezi tuhou a tekutou fází jako dispergující činidla. Lze je tedy řadit mezi rostlinné povrchově aktivní látky [17] s. 217.

Ve vodných roztocích saponiny tvoří micely a lze je tedy charakterizovat prostřednictvím kritické micelární koncentrace (CMC), která se na grafech závislosti různých fyzikálních vlastností na koncentraci tenzidu projeví zřetelným zlomem. Předpokládá se, že saponiny agregují na základě hydrofobních interakcí aglykonů, přičemž hydrofilní cukerné skupiny směřují k vodné fázi. Při studiu CMC saponinů *Quillaja* typu byly zjištěny hodnoty od 0.5 do 0.8 g/l při 25 °C [46] s. 244.

Kombinace výše uvedených vlastností předurčuje saponiny pro využití v mnoha průmyslových odvětvích, jako například ve farmaceutickém, potravinářském a kosmetickém (viz. kapitola 2.3). Mezi nejstarší známé typy patří saponiny, získávané z Mydlice lékařské (*Saponaria officinalis*), které byly využívány po staletí jako saponáty [11] [17] s. 217 [19].

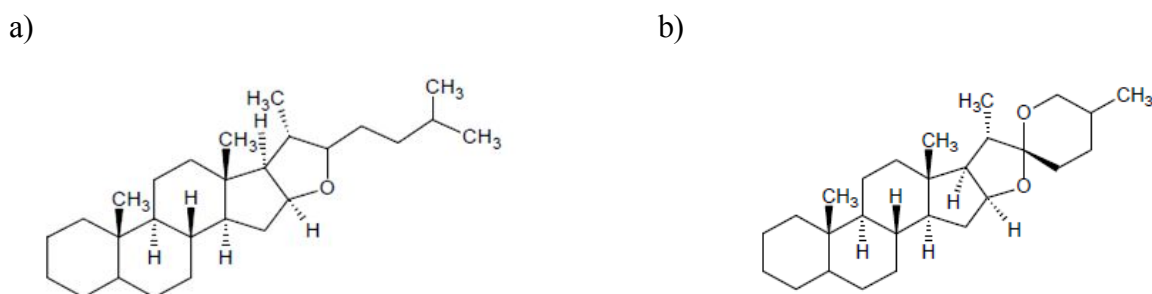
2.1 Struktura saponinů

Saponiny patří mezi amfipatické glykosidy izoprenového původu, které mají vysokou molekulovou hmotnost. Hydrofobní částí je aglykon (sapogenin) a hydrofilní část je tvořena sacharidovou složkou. Dle charakteru sapogeninu jsou rozděleny do dvou základních tříd, kterými jsou triterpenické a steroidní saponiny. Podle funkčních skupin se dále dělí na neutrální, kyselé a zásadité. Kyselý charakter je dán karboxylovou skupinou aglykonu nebo sacharidovou složkou. Kyselé saponiny jsou většinou saponiny triterpenické a mezi zásadité patří některé steroidní saponiny, které ve své molekule obsahují dusík a řadí se tak ke steroidním alkaloidům. Na sapogenin se glykosidicky nebo ve formě esterů váže až 12 monosacharidů nebo uronových kyselin. Oligosacharidovou složku saponinů skoro

vždy tvoří běžné cukry, které jsou navázané na hydroxyl v poloze C–3, ale mohou být navázané i na jiném uhlíku. U steroidních saponinů to bývá vazba na karboxyl C–26 a u triterpenických na C–28. Saponiny mohou obsahovat jeden, dva nebo tři cukerné řetězce a podle toho se nazývají mono-, bi- nebo tridesmozidy. Řetězce mohou být rozvětvené, přičemž pentózy se připojují na konci řetězce. Tímto se steroidní saponiny odlišují od steroidních glykosidů. Některé saponiny také obsahují esterově vázané kyseliny, například kyselinu octovou a jantarovou [17] s. 216 [46] s. 240.

2.1.1 Steroidní saponiny

Steroidní saponiny jsou obvykle složeny z 27 atomů uhlíku. Strukturou jsou velmi podobné triterpenoidním saponinům a základní skelet je tvořen cyklopentanoperhydrofenantrenem. Cukerné složky jsou spojeny glykosidickou vazbou, přičemž toto spojení bývá obvykle β a nachází se na C–3 pozici. Tato skupina saponinů se objevuje především v čeledích agávovitě (*Agavaceae*), amarylkovité (*Amaryllidaceae*), smldincovité (*Dioscoreaceae*), liliovité (*Liliaceae*). Drtivá většina steroidních saponinů je založena na furostanu nebo spirostanu (Obrázek 6) [14] s. 457 [15] s. 74-79.

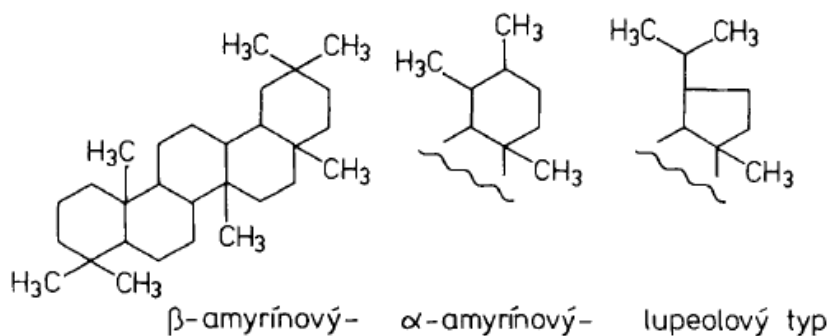


Obrázek 6: Chemická struktura a) furostanu, b) spirostanu [12] s. 66

2.1.2 Triterpenické saponiny

Triterpenické saponiny jsou obvykle složeny ze 30 atomů uhlíku připojených k sacharidové jednotce. Nejznámějšími sacharidy triterpenických saponinů jsou hexózy (D-glukóza, D-galaktóza), pentózy (D, L-arabínóza, D-xylóza) a uronové kyseliny (D-glukuronová). Nachází se především v čeledích jírovcovité (*Hippocastanaceae*), rdesnovité (*Polygonaceae*), zapotovité (*Sapotaceae*), prvosenkovité (*Primulaceae*), silénkovité (*Silenaceae*) [14] [15] [17] s. 222.

Aglykony jsou pentacyklické triterpenoidy a dělí se na typy β -amyrinový, α -amyrinový a lupeolový typ (Obrázek 7). Nejčastějším případem je β -amyrinový typ, který reprezentují saponogeniny: protoaescigenin, presenegin, kyselina glabrinová, kyselina oleanolová, hederagenin, gypsogenin, kyselina kvilájová a primulagenin [14] [15] [17] s. 222.



Obrázek 7: Chemická struktura α , β -amyrinového a lupeolového typu [17] s. 222

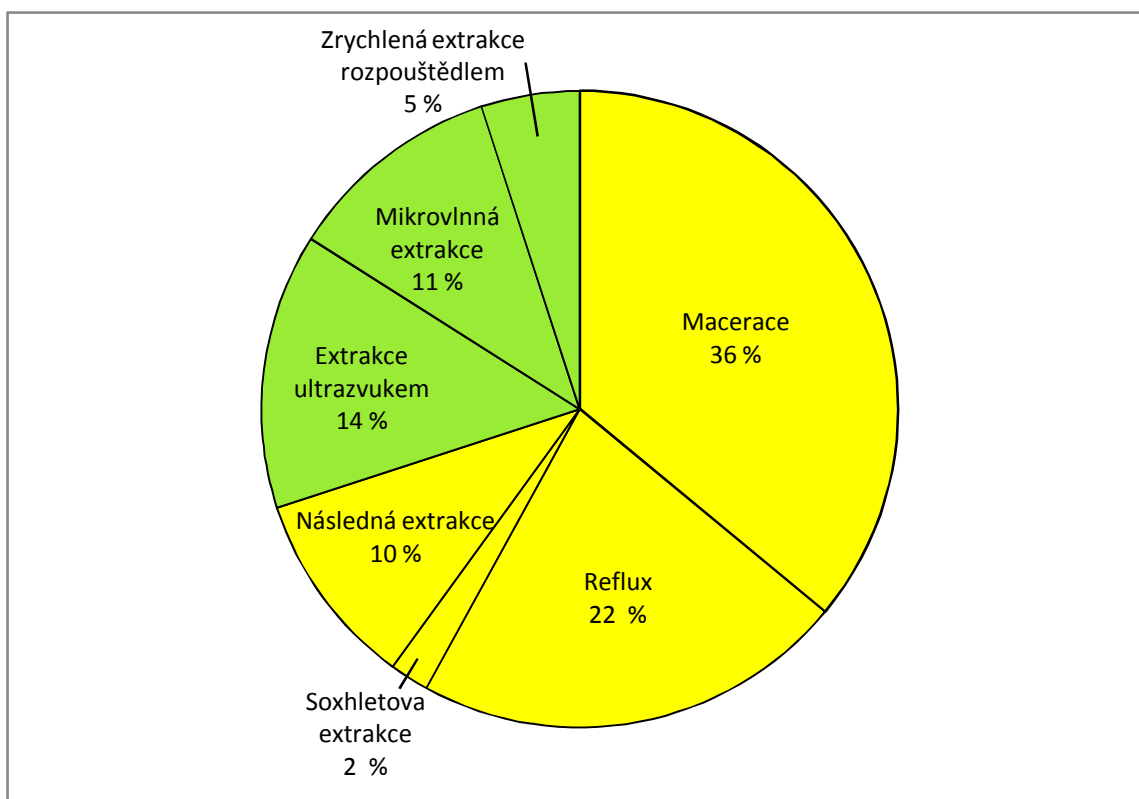
2.2 Získávání a analýza saponinů

Bioaktivní sloučeniny, jako jsou saponiny, se z rostlinných materiálů získávají pomocí extrakčních metod, které lze rozdělit do dvou základních kategorií, a to na konvenční a tzv. zelené technologie.

Do konvenčních metod extrakce, které jsou založeny na rozpustnosti látek z rostlinného materiálu v rozpouštědle, můžeme zařadit maceraci, reflux, následnou extrakci a Soxhletovu extrakci. Pro tyto metody je zapotřebí většího množství rozpouštědla, v některých případech zvýšená teplota, mechanické míchání, popřípadě třepání. Saponiny se z rostlinného materiálu extrahují většinou vodou nebo zředěným etanolem a ze zahuštěných výluhů se vysrážejí méně polárními rozpouštědly jako například éterem. Využit se dá také jejich schopnost vázat se na cholesterol [11] [17] s. 218.

Mezi zelené extrakční metody patří extrakce ultrazvukem (UAE), zrychlená extrakce rozpouštědlem (ASE) a extrakce podporovaná mikrovlnným ohřevem (MAE). Tyto metody jsou založeny na méně nebezpečné chemické syntéze s využitím šetrnějších chemických látek a obnovitelných surovin. Jako extrakční činidlo se používá voda [11] [19].

Z obou skupin extrakčních metod získávání saponinů převažují metody konvenční, jak znázorňuje Obrázek 8.



Obrázek 8: Grafické znázornění procentuálního zastoupení extrakčních metod – konvenční metody (žlutě), zelené metody (zeleně) [11]

2.2.1 Metody stanovení saponinů

Před samotnou kvantifikací saponinů z rostlinných zdrojů je nejprve vhodné provést jednoduchou zkoušku na přítomnost saponinů. Jednou z možných metod je vložení rostlinného materiálu do zkumavky, která se naplní vodou a poté je protřepávána po dobu 2 minut. Vytvoření stabilní a trvalé pěny po dobu 15 minut indikuje přítomnost saponinů.

Stanovení obsahu saponinů v rostlinných materiálech je obvykle prováděno pomocí metod spektrofotometrických, kterými se vyhodnotí celkový obsah saponinů a metod chromatografických, jejichž výsledkem je stanovení konkrétních typů. Spektrofotometrické stanovení saponinů je velmi populární, jelikož tato metoda je jednoduchá, rychlá a levná. Z chromatografických metod se nejčastěji využívá vysokoúčinná kapalinová chromatografie (HPLC) a chromatografie na tenké vrstvě (TLC) [11].

2.3 Aplikace saponinů

2.3.1 Využití ve farmacii

Saponiny vykazují mnoho biologických a farmakologických vlastností, jako například antibakteriální, antivirové, protiplísňové, protizánětlivé a protinádorové účinky. Jsou také velmi účinnými expektorancii, kdy zajišťují zvýšení tvorbu hlenu, ztekucují ho a napomáhají tak vykašlávání. Mají diuretický účinek, který je vyvoláván drážděním a změnou permeability ledvinového epitelu. V neposlední řadě jsou využívány jako adjuvans, tedy složky vakcín pro zvýšení imunitní reakce a vykazují také antioxidační a antiobézní účinky [11] [28] s. 262 [47].

Mnohé saponiny se vyznačují tím, že dráždí sliznice, vyvolávají kýčání, zvracení a průjemy. Při nitrožilní aplikaci způsobují rozklad červených krvinek (hemolýzu). Pokud jsou přijímány orálně, jsou poměrně neškodné, jelikož nejsou absorbovány ze střevního traktu. Saponiny jsou toxické zejména pro studenokrevné živočichy, některé typy se používají jako jedy pro ryby. Saponiny jsou aplikovány také při tvorbě farmaceutických emulzí či suspenzí u nerozpustných nebo omezeně rozpustných látek [28] s. 262.

2.3.2 Využití v potravinářství

Saponiny v potravinářských aplikacích slouží zejména jako ochrana proti mikrobiálnímu kažení potravin. Bylo prokázáno, že některé typy v kombinaci s tepelným ošetřením inaktivovaly bakterie obsažené v pomerančovém džusu. Čajový saponin v kombinaci s dalšími antimikrobiálními látkami byl aplikován například při ošetření citrusového ovoce k potlačení výskytu plísní [11].

V potravinářství jsou využívány pěnotvorné a emulzifikační vlastnosti těchto látek. Saponiny z *Quillaja saponaria* (Mýdlokor tupolistý) byly využity v nápojových emulzích jako náhrada syntetických tenzidů ze skupiny Tweenů. Tyto přírodní povrchově aktivní látky prokázaly účinek také při stabilizaci enkapsulačních systémů obsahujících vitamín E [11].

Rostlinné zdroje *Yucca schidigera* a *Quillaja saponaria* byly v roce 2003 akceptovány americkým FDA (Food and Drugs Administration) jako bezpečná potravinářská aditiva. Extrakt z kůry mýdlokoru jev Evropské unii znám pod kódem E 999 a používán jako pěnotvorná látka při výrobě nealkoholických ochucených nápojů. Další využití má jako emulgátor v pečárenských produktech a cukrovinkách [12] s. 67 [48].

Další studie se zabývala využitím saponinu z *Yucca schidigera* jako emulgátoru při výrobě biodegradabilních filmů odlévací technikou, u kterých byly zaznamenány dobré mechanické vlastnosti, nízké hodnoty propustnosti pro vodní páru a snížené časy sušení [12] s. 67.

2.3.3 Využití v kosmetice

Přírodní povrchově aktivní látky se v poslední době staly velmi oblíbenými v kosmetice, kde nahrazují nebo spíše snižují obsah tenzidů syntetických. Saponiny mají vynikající detergentní vlastnosti, avšak jejich cena je vysoká, proto se z ekonomického hlediska stále kombinují s tenzidy syntetickými [27].

Saponiny se používají ve vlasové kosmetice díky jejich čistícím a pěnicím účinkům, navíc zlepšují hydrataci, napomáhají udržet vlhkost uvnitř vlasu a zlepšují také jejich pevnost, odolnost, pružnost a vitalitu. Použití je lze také v krémech proti vráskám, kdy napomáhají přirozené produkci kyseliny hyaluronové v kůži a tím její hydrataci. Lze využít například PAL pocházející z Mydlíce lékařské, Břečťanu popínavého a Agáve. Častou složkou bývají také saponiny získávané z Mýdlokoru tupolistého [27].

2.4 Rostliny s obsahem saponinů

Léčivé účinky rostlin jsou známy již po staletí. Mohou být využívány jak v čerstvé, tak sušené formě. Mnohé rostliny mají účinné látky, u nichž jsou při nízkých koncentracích zaznamenávány vhodné léčebné účinky, ale naopak při vyšších koncentracích jsou jedovaté. Některé se dají aplikovat pouze zevně, jiné jsou naopak vhodné k vnitřnímu užití nebo se užívají oběma způsoby [24] s. 17-27.

Velice důležitými parametry jsou postupy při určování rostlin, místo sběru, pomůcky při sběru, roční období, počasí, růstová fáze léčivých rostlin či jejich částí při sběru a mnohá další kritéria, která je nutno dodržovat. Další významnou fází následující po sběru je způsob sušení a konzervování léčivých rostlin. Sušení mohou ovlivňovat vnitřní faktory: druhové, anatomické, fyziologické vlastnosti, charakter obsahových látek jednotlivých rostlin a obsah vody. Vnější faktory jsou fyzikální jevy prostředí, ve kterých se rostlina nachází, teplota vzduchu a relativní vlhkost. U sušení nejde pouze o kvalitu, ale také o kvantitu účinných látek, požadovaný vzhled, barvu a vůni. Na základě chemické analýzy jednotlivých částí čerstvých rostlin je pro jednotlivé typy vypracovaná metodika správného sušení. Sušit se může při přirozeném nebo umělém zdroji tepla [24] s. 17-27.

V problematice léčivých rostlin je často zmiňován termín „droga“, kterým se rozumí usušené nebo jinak konzervované rostliny nebo živočichové, popřípadě jejich části nebo produkty jejich metabolismu, ve kterých se primárně hromadí účinné látky [26] s. 9.

Obsahové látky tvoří soubor všech chemických součástí drogy a dále se dělí na:

- hlavní účinné látky
- látky podmiňující účinek drogy
- vedlejší účinné látky
- látky modifikující účinek drogy ať v kladném či záporném smyslu
- balastní látky bez farmaceutického účinku

Rostlinné drogy se jako léčivé látky používají buď přímo ve formě léčivých přípravků nebo nepřímo jako suroviny, ze kterých se poté izolují účinné látky stávající se součástí léčivých přípravků. Léčivé přípravky vyráběné přímo z rostlinných drog jsou například čajové směsi, granuláty, tablety, extrakční lékové formy či prášky. Obsahové látky jako alkaloidy, glykosidy a saponiny se z drog získávají extrakcí, silice destilací, oleje či tuky lisováním nebo jinými vhodnými postupy [26].

Saponiny jsou sekundárními metabolity, které se široce vyskytují v celém rostlinném království. Nacházejí se ve více než 500 rostlinách, z toho nejméně v 90 rozdílných čeledích. Obsahové látky se izolují ze všech částí rostlin, avšak nejvíce mají tendenci se koncentrovat v kořenech. Saponiny mohou tvořit až 30 % hmotnosti některých rostlin. Chovají se jako chemická bariéra či štít, který chrání rostlinu před patogeny a býložravci. Z tohoto důvodu se vyskytují zejména v rostlinných tkáních, které jsou nejvíce ohroženy houbovou nebo bakteriální nákazou a také hmyzími predátory [14] s. 457 [15] s. 75.

Jak již bylo uvedeno, rostlin, které obsahují saponiny, je nepřehledné množství. V této kapitole jsou vybrány rostliny s vyšším procentem saponinů, případně s významným potenciálem pro využití v medicíně, farmacii, potravinářství či kosmetice.

2.4.1 Mydlice lékařská (*Saponaria officinalis*)

Mydlice lékařská je trvalá bylina z čeledi silenkovitých (*Silenaceae*). Je vysoká 30–70 cm, její lodyhy jsou rozvětvené a lysé. Křížmostojné listy jsou vstřícné, vejčité podlouhle kopinaté, na okraji drsné. Květy mydlice jsou pravidelné, pětičetné, mají trubkovitý tvar a kalich má bílou až narůžovělou barvu.

Užívanou částí je kořen (*Radix saponariae rubrae*). Kořen se sbírá z jednoletých nebo dvouletých rostlin nejlépe v červnu nebo září. Řádně očištěný kořen se suší při 40–50 °C, aby se zachoval co nejvyšší obsah saponinů. Kořeny jsou větvenaté, dlouhé až 20 cm, na povrchu červenohnědé barvy, podélně rýhované, na lomu s bílou kůrou a žlutým dřevem. Droga je bez pachu, nahořklé, škrablavé a mýdlovité chuti.

Kořen mydlice lékařské obsahuje 2–5 % směsi saponinů. Tato směs saponinů se nazývá saporubrin s hlavním aglykonem gypsogeninem.

Použití Mydlice lékařské je důležité v medicíně, lidovém léčitelství, ale především má technické využití. V medicíně se aplikuje jako expektorans, při onemocnění dýchacích cest, jako metabolikum při poruchách látkové výměny a jako diaforetikum při prochlazení. Častěji se však využívá zevně ve formě výplachů, obkladů, koupelí při revmatických onemocněních, bolestech kloubů a kožních onemocněních. Farmaceutický průmysl používá izolovaný saponin na výrobu požadovaných léčivých přípravků. Nejčastější uplatnění má v technickém průmyslu, při výrobě pracích a čisticích prostředků.

Vlastnosti: antiflogistikum, diaforetikum, diuretikum, expektorans, metabolikum, sekretolytikum [17] s. 229 [21] s. 286 [22] s. 230 [23] s. 61 [24] s. 227 [28] s. 268.



Obrázek 9: Mydlice lékařská [21] s. 287

2.4.2 Prvosenka jarní (*Primula veris*)

Prvosenka jarní je trvalá bylina z čeledi prvosenkovitých (*Primulaceae*). Tato rostlina je až 30 cm vysoká s krátkým válcovitým oddenkem a četnými žlutými, tenkými kořínky. Listy jsou podlouhle vejčité, nedělené, tupé a nepravidelně vroubkované. Květy mají trubkovitý kalich s pěti žebry, dlouhou květní stopku, nažloutle zelenou barvu, jsou pravidelné a příjemně voní. Plodem je jednosemenná, jednopouzdrá tobolka. Kvetे od dubna do května.

Užívanou částí je květ a to celý s kalichem nebo jen koruny (*Flos primulae cum calyce*, *Flos primulae sine calyce*) a také oddenek s kořeny (*Radix primulae*). Kořeny se vytřídí, očistí a suší nejlépe umělým teplem do 35–40 °C. Obě rostlinné části se suší ve stínu a sušení musí probíhat velmi rychle. Květní droga má medovou vůni a nasládlou chuť. Kořen voní po anýzu a má nepříjemnou škrablavou chuť. Sběr kořenů je ve volné přírodě zakázaný, protože jde o chráněnou rostlinu.

Hlavní účinnou látkou prvosenky jarní jsou saponiny a to v množství až 10 %. Saponin primulasa s aglykonem primulagenin A se vyskytují zejména v kalichu a květných stopkách. Obsah saponinů je především v kořenech, kde dosahuje dvakrát maxima a to v období květu a poté na podzim. Při dlouhodobém skladování procento saponinů klesá a postupně nabývá anýzové vůně. Dále prvosenka jarní obsahuje flavonoidy, silice, vitamín C, třísloviny, fenolové glykosidy jako jsou primverin a primulaverin [21] s. 330 [22] s. 276 [23] s. 73 [24] s. 281-282.



Obrázek 10: Prvosenka jarní [21] s. 331

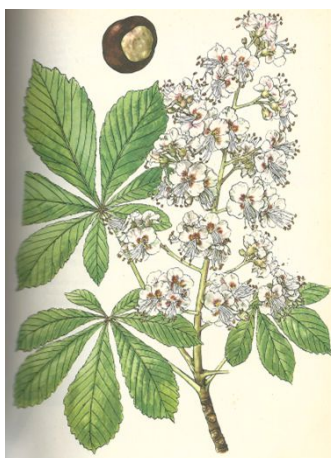
Prvosenka jarní má využití v medicíně, ve farmaceutickém průmyslu, lidovém léčitelství a také v domácnosti. V medicíně se aplikuje jako sekretolytikum, expektorans, při onemocnění dýchacích cest na uvolnění hlenu, ulehčení vykašlávání, při zápalu průdušek, astmatu i při chřipkových onemocněních. Dále se také může aplikovat jako močopudný prostředek při onemocnění močových cest. V lidovém léčitelství se uplatňuje jako posilující prostředek při nespavosti, migréně a bolesti hlavy.

Vlastnosti: diuretikum, expektorans, laxativum, sekretolytikum [21] s. 330 [22] s. 276 [23] s. 73 [24] s. 281-282.

2.4.3 Jírovec maďal (*Aesculus hippocastanum*)

Jírovec maďal je strom z čeledi jírovcovité (*Hippocastanaceae*), který je vysoký až 30 m. Koruna stromu je košatá se vstřícnými dlouze řapíkatými listy, které jsou dlanitě pěti nebo sedmičetné. Květy jsou sestaveny do jehlancovitých lat a mají pěticípý, zvonovitý kalich a pětiplátečnou bílou korunu se žlutou a červenou skvrnou. Plodem je tobolka, která je opatřena ostny a obsahuje 1–3 semena „kaštany“. Tento strom kvete v květnu a červnu.

Užívanou částí je květ (*Flos hippocastani*), loupané semeno (*Semen hippocastani*) a ojediněle také kůra (*Cortex hippocastani*). Semena se sbírají zralá a pouze samovolně vypadnutá, která se poté důkladně suší v tenkých vrstvách do 60 °C. Bílý i růžový květ se sbírá za suchého počasí a suší se ve stínu. Droga je hořké chuti a bez zápachu. Ze suchých semen, které obsahují až 20 % saponinů se izoluje saponin, který se nazývá aescin. Dalšími obsahovými látkami jsou flavony (fraxin, aesculin) [17] s. 227 [21] s. 192 [23] s. 99-100.



Obrázek 11: Jírovec maďal [21] s. 193

Obsahové látky příznivě ovlivňují oběhovou soustavu, žilní tok, posilují arteriovenózní spojky a zabraňují tvorbě otoků. Droga také usnadňuje odkašlávání a rozpouštění hlenů při zánětech horních i dolních cest dýchacích. Aplikuje se také při periferních cévních onemocněních.

Vlastnosti: adstringens, antihemoroidikum, antirevmatikum, antikoagulans, expektorans [17] s. 227 [21] s. 192 [23] s. 99-100.

2.4.4 Měsíček lékařský (*Calendula officinalis*)

Měsíček lékařský je jednoletá rostlina z čeledi hvězdnicovité (*Asteraceae*), která je asi 50 cm vysoká. Listy jsou střídavé, kopinaté nebo eliptické, na povrchu opatřené chloupky. Květy jsou oranžově žluté barvy, mohou být trubkovité i jazykovité a tvoří velké úbory, které mají ploché lůžko, dvojřadý zákrov a po odkvetení zůstávají vzpřímené. Plodem je různým způsobem stočená ostnatá nažka, která je člunkovitě článkovaná. Doba květu se pohybuje od června do podzimu.

Užívanou částí je květ měsíčku s kalichem (*Flos calendulae cum calyce*) nebo květ měsíčku bez kalichu (*Flos calendulae sine calyce*). Květy se sbírají za suchého počasí a to buď s lůžkem nebo bez lůžka. Dále se suší rychle a ve stínu, na slunci by nezůstala zachovaná barva. Mohou se sušit také umělým teplem a to při teplotě 35 °C, za silného větrání a chráněny před světlem a vlhkem. Droga je bez výraznějšího zápachu, mírně slané, trpké a hořké chuti [21] s. 276 [23] s. 167 [24] s. 236 [28] s. 274.



Obrázek 12: Měsíček lékařský [21] s. 277

Hlavními účinnými látkami jsou triterpenické saponiny (kalendula saponiny), hořčiny (kalenden, kalendulin), karotenoidy, silice, kyselina salicylová, flavonoidy, vitamín C a další.

Měsíček lékařský má využití v medicíně, lidovém léčitelství, kosmetice a v potravinářském průmyslu. Často je obsažen v čajových směsích, například při poruchách funkce jater, žlučníku, při křečových stavech trávících orgánů, na snížení nadměrného pocení a při avitaminóze. Zevní použití je také velice široké, měsíček podporuje hojení ran, má antibakteriální účinek, lze aplikovat při paradontóze, při zánětech dutiny ústní, také na omrzliny a proleženiny. V potravinářství se používá jako přírodní barvivo na úpravu barvy másla, sýrů apod.

Vlastnosti: antibakteriální, antiflogistikum, dermatologikum, cholagogum, spasmolytikum [21] s. 276 [23] s. 167 [24] s. 236 [28] s. 274.

2.4.5 Ženšen pravý (*Panax ginseng*)

Ženšen pravý je trvalá rostlina z čeledi aralkovité (*Araliaceae*), jejíž stonek je vysoký až 60 cm. Listy se skládají z pěti lístků, které jsou uspořádány ve tvaru dlaně nebo pěticípé hvězdy, jejich tvar je oválný nebo vejcovitý se špičatým koncem a vroubkovaným okrajem. Květy jsou složeny z pěti okvětních lístků, které jsou zelenobílé barvy. Plodem jsou tobolky ve tvaru ledvinky, které jsou zpočátku zelené a poté se barví do fialova až červena, přičemž každý plod obsahuje dvě vejcovitá semena. Oddenek tvoří uzliny, které vytváří kořeny, každým rokem se utvoří jedna uzlina, tudíž podle počtu oddenků lze určit věk rostliny. Kořeny jsou žlutobílé a skládají se z hlavního kořene, postranních kořenů a kořínků, jsou dužnaté a jejich zbarvení je žluté. Kořeny i s oddenkem, náhradními i postranními kořeny připomínají svým tvarem lidské tělo. Pěstování je velmi náročné, protože trvá dva až tři roky, než semena ženšenu vzklíčí. Nesmí se pěstovat na přímém slunci a velmi důležitá je také čistota půdy [23] s. 127 [33] s. 23-24 [34] s. 4-79.



Obrázek 13: Ženšen pravý [37]

Užívanou částí je kořen, přičemž nejkvalitnější jsou kořeny šestileté, protože v této době obsahují nejvíce účinných látek. Čerstvé kořeny obsahují 70–80 % vlhkosti a vysoký obsah škrobů, tudíž na slunci nevyschnou. Vysoušení se tedy provádí po odstranění korkové vrstvy.

Ženšen obsahuje velké množství aktivních látek, hlavními složkami jsou saponiny (ginsenosidy), polysacharidy (panaxové kyseliny A, B, C), silice (sesquiterpen, panaxiol, panaxiodol), steroly (fytosterol, sitosterol), aminokyseliny (gama-aminomáselná kyselina, arginin), peptidy, organické kyseliny, minerální látky (draslík, fosfor, hořčík, mangan), vitamíny (kyselina panthotenová, nikotinová), oligosacharidy a další.

Jeho využití je jak v lidovém léčitelství, medicíně, tak farmacii. Podporuje metabolismus, zlepšuje fyziologickou aktivitu, zrak, krevní oběh, mozkové funkce, uklidňuje mysl, odstraňuje únavu, podporuje funkci trávicího ústrojí, je také účinný při léčbě cukrovky, léčí nádorová onemocnění a zpomaluje stárnutí.

Vlastnosti: antibakteriální, antioxidační, hepatoprotektivum, metabolikum, stimulant a mnoho dalších již zmíněných v předchozím odstavci [23] s. 127 [33] s. 23-24 [34] s. 4-79.

2.4.6 Kotvičnick zemi (*Tribulus terrestris*)

Kotvičnick zemi je jednoletá, poléhavá, drsně chlupatá rostlina z čeledi kacíbovitě (*Zygophyllaceae*) pocházející z oblasti Středomoří, která se postupně rozšířila do celého světa. Listy jsou vstřícné, nestejně velké a podlouhle vejčité. Květy kotvičnicku jsou žluté, tvořeny pěti korunními plátky, které jsou hvězdicovitě rozloženy. Plodem jsou hvězdicovitě uspořádané trojboké díly, které jsou ze spodní strany opatřeny ostnatými bradavicemi, trnitými výrůstky a světle hnědými vejcovitými semeny [30] s. 442-443 [31] [32] [33] s. 50-53.



Obrázek 14: Kotvičnick zemi [37]

Užívanou částí je nejčastěji nať (*Herba tribuli*), která se sklízí v průběhu celé vegetace, dále kořeny (*Radix tribuli*) a také plody (*Fructus tribuli*) a květy (*Flos tribuli*).

Účinnými látkami jsou steroidní saponiny (okolo 2,8 %), alkaloidy (harman, harmin), flavonoidy, glykosidy, pryskyřice, třísloviny, vitamín C a další.

Rostlina se používá v lidovém léčitelství a farmacii. Ve farmacii je využití ve formě extraktů, tablet či čajových směsí. Kotvičník je znám pro své afrodiziakální účinky a jeho schopnost ovlivňovat hladinu a napodobovat funkce pohlavních hormonů, zejména hladinu testosteronu u mužů a estrogenu u žen. Plody se používají k léčbě zarudlých očí, na podrážděnou pokožku, na vysoký krevní tlak a kardiovaskulární onemocnění. Dále se kotvičník také využívá při léčbě infekcí močových cest, ledvinových onemocnění, včetně rozpouštění ledvinových a močových kamenů, stimulaci sekrece žaludečních šťáv, zlepšení peristaltiky střev, má antikoagulační vlastnosti a snižuje obsah cholesterolu v krvi.

Vlastnosti: afrodiziakum, antiseptikum, diuretikum [30] s. 442-443 [31] [32] [33] s. 50-53.

2.4.7 Lékořice lysá (*Glycyrrhiza glabra*)

Lékořice lysá je vytrvalá bylina z čeledi bobovité (*Fabaceae*), která dorůstá až do dvoumetrové výšky. Listy jsou dlouhé s krátkostopkatými, střídavými, lichozpeřenými, na rubu lepkavými listy. Květy jsou modrofialové barvy, motýlovitého tvaru a mají zvonkovitý kalich. Plodem jsou kožovité, červenohnědé lusky, které jsou asi 2,5 cm dlouhé.

Užívanou částí jsou kořeny (*Radix liquiritiae*) a kořeny s výběžky (*Radix liquiritia glabrae*), které se sbírají v červnu nebo říjnu a nejlépe v době, kdy rostlina začíná kvést. Očištěné kořeny se omyjí, mohou se také oloupat a poté se suší a to nejvýše při teplotě 40 °C [21] s. 232 [22] s. 308 [23] s. 116 [24] s. 308-309 [28] s. 264-265.



Obrázek 15: Lékořice lysá [21] s. 233

Usušená droga se uchovává chráněná před vlhkem, světlem a škůdci. Lékořice má sladkou chuť a slabé charakteristické aroma.

Obsahové látky v lékořici tvoří především triterpenické saponiny (glycyrrhizin) v obsahu až 15 %, které podmiňují sladkou chuť. Glycyrrhizin je až 50 krát sladší než třtinový cukr a ve vodě pění. Dále jsou zde obsaženy silice, třísloviny, flavonoidy, hořčiny, fytoncidy a další.

Použití je jak v humánní, tak ve veterinární medicíně, farmacii, potravinářském průmyslu, lidovém léčitelství, cukrářství a likérnictví. Lékořice se používá při léčbě vlhkého kašle, onemocnění dýchacích cest, dále k léčení ledvinových kamenů, dny, revmatických onemocnění, působí močopudně a má protizánětlivé účinky. Zevně ji lze aplikovat při hojení ran.

Vlastnosti: antiflogistikum, expektorans, laxativum, karminativum, spasmolytikum, sekretolytikum a chuťové korigens [21] s. 232 [22] s. 308 [23] s. 116 [24] s. 308-309 [28] s. 264-265.

2.4.8 Divizna velkokvětá (*Verbascum densiflorum*)

Divizna velkokvětá je dvouletá až vytrvalá bylina z čeledi krtičníkovité (*Scrophulariaceae*), která v druhém roce dorůstá až dvou metrů. Listy jsou soustředěny v přízemní růžici, v druhém roce jsou listy střídavé a hustě plstnaté. Květy jsou hroznovitě uspořádány, mají pětidílný, zvonkovitý kalich a jsou pěticípé, srostlé a žluté barvy. Plodem jsou více-semenné pukavé tobolky [21] s. 126 [23] s. 157-158 [24] s. 129 [28] s. 263-264.



Obrázek 16: Divizna velkokvětá [21] s. 127

Užívanou částí jsou květy (*Flos verbasci*), které se sbírají od června do srpna nejlépe pozdě odpoledne. Poté se suší v tenké vrstvě, rychle a na vzduchu nebo uměle při teplotách do 60 °C aby si droga zanechala původní žlutou barvu. Může se také sbírat list divizny. Droga má charakteristickou sladkou medovou vůni i chuť.

Divizna obsahuje hlavně kyselé saponiny, slizy, třísloviny a flavonoidy. Množství obsahovaných látek během květenství značně kolísá. Při nesprávném uskladnění za vlhka množství saponinů v droze znatelně ubývá.

Využití divizny je široké, a to v medicíně, farmaceutickém průmyslu, lidovém léčitelství a likérnictví. Často je obsažena v čajových směsích, které jsou používány při onemocnění dýchacích cest, kde povzbuzuje činnost průduškových žláz. Zevně ji lze aplikovat na obklady při vředových onemocněních, na hemoroidy, těžko se hojící rány, bolesti ucha a také jako kloktadlo.

Vlastnosti: antiflogistikum, slabé diuretikum, expektorans, sekretolytikum, spasmolytikum [21] s. 126 [23] s. 157-158 [24] s. 129 [28] s. 263-264.

2.4.9 Sója luštinatá (*Glycine max*)

Sója luštinatá je jednoletá bylina z čeledi bobovité (*Fabaceae*), která dorůstá do výšky 100 cm. Listy jsou řapíkaté, trojčetné, plstnatě chlupaté. Lodyha je hustě ochlupená s malými světle modrými nebo fialovými květy. Plody jsou chlupaté lusky, které obsahují až pět žlutých semen bohatých na bílkoviny a olej [17] s. 266-267 [23] s. 117 [35].



Obrázek 17: Sója luštinatá [38]

Užívanou částí jsou semena, ze kterých se lisuje olej (*Sojae oleum raffinatum*) a jsou využívána v potravinářství jako levný zdroj bílkovin a olejů (15–25 %). Tento olej obsahuje glyceroly kyseliny linolové (50 %), olejové (25–30 %), linolenové (2–10 %) a poté menší množství kyseliny palmitové, stearové a arachové. Sójový olej má široké technické použití, například pro výrobu mýdel a laků. Ve farmacii se často používá jako dietetikum při ateroskleróze a ve formě emulze v parenterální výživě.

Obsahové látky jsou isoflavony, triterpenické saponiny, bílkoviny a olej. Sója se používá vnitřně u žen v přechodu při úbytku estrogenů, což se projevuje zvýšeným pocením, bolestivými stavy, sníženou vlhkostí vaginální sliznice a psychickými problémy. Klinické studie dokazují navázání isoflavonů na hormonální receptory.

Vlastnosti: dietetikum [17] s. 266-267 [23] s. 117 [35].

2.4.10 Mýdelník (*Sapindus mukorossi*)

Mýdelník je listnatý strom z čeledi mýdelníkovité (*Sapindaceae*), dorůstá výšky až 25 m. Je jedním z nejdůležitějších stromů v tropických a subtropických oblastech Asie.

Květy jsou malé a nazelenalé, kvetou v červenci a srpnu. Plodem jsou kulaté ořechy, které jsou 2 až 2,5 cm velké a mají žlutohnědou barvu. Tyto plody se nazývají mýdlové ořechy a obsahují vysoké množství saponinů [39].



Obrázek 18: Mýdelník [39]

Mýdlové ořechy byly využívány ve farmacii jako expektorans, dávidlo, při léčbě nadměrného slinění, epilepsie, lupénky a migrény. V medicíně je lze aplikovat při léčbě ekzémů a lupénky. Mají také insekticidní účinky, tudíž se využívají pro odstranění vši z pokožky hlavy. Mýdlové ořechy jsou také používány při výrobě mýdla, pracích prostředků a šampónů.

Vlastnosti: expektorans, antiepileptikum [39].

2.4.11 Mýdlokor tupolistý (*Quillaja saponaria*)

Mýdlokor tupolistý je stálezelený strom z čeledi růžovité (*Rosaceae*), který dorůstá do výšky až 25 m. Listy jsou jednoduché, střídavé, kožovité, s palisty. Květy mají zajímavou morfologii a jsou oboupohlavné.

Užívanou částí je kůra mýdlokoru (*Cortex quillajae*), která obsahuje až 10 % saponinů. Hlavním obsaženým sapogeninem je kyselina kvilájová.

Izolované saponiny mají významné využití – a to jako pomocné látky na přípravu emulzí, disperzí a jako přísada do kosmetiky. V kosmetice se používají jako součást vlasových tonik, jsou také obsaženy v šampónech proti lupům, ústních vodách a zubních pastách. Jejich detergenčních účinků se také využívá na čištění textilií a kůží a jsou také aplikovány jako pěnidla v hasicích přístrojích. Ve farmacii se používají jako expektorans, kdy napomáhají uvolňování hlenu z dýchacích cest a lepšímu vykašlávání. Tyto saponiny lze použít také zevně ve formě obkladů na léčbu kožních vředů.

Vlastnosti: expektorans [17] s. 230 [23] s. 102 [49].



Obrázek 19: Mýdlokor tupolistý [49]

3 KOMERČNÍ PRODUKTY S OBSAHEM SAPONINŮ

V této kapitole jsou vybrány komerční produkty, které obsahují saponiny získané převážně z rostlin popsanych v kapitole 2.4. Jejich použití a účinek je dán obsahem saponinů a dalších přísad či obsahových látek.

3.1 Zubní gel SMILE, Aloe Fresh (ESI)

Zubní gel s jemně bělicím účinkem obsahuje výtažek z Aloe vera, Jírovce maďalu, Lišejníku islandského, Tea tree oleje a dalších. Díky kombinaci výtažků z rostlinných zdrojů přirozenou cestou bělí a čistí zuby. Dále má také antibakteriální a antiseptické účinky, předchází tvorbě zubního kazu a napomáhá hojení drobných ranek v dutině ústní. Saponin aescin, který je obsažen v Jírovci maďalu, posiluje stěny cév a vlasečnic, zlepšuje prokrvení, má antibakteriální, mírně svíravé a protizánětlivé účinky [40].



Obrázek 20: Zubní gel SMILE, Aloe Fresh [40]

3.2 Měsíčková mast (Dr. Popov)

Měsíčková mast se používá k regeneraci suché, poraněné, zhrublé pokožky nebo na ošetření mozolů, při masážích, lze ji aplikovat také jako dětskou prsní mast. Díky bohatému zastoupení účinných látek, jako jsou například kalendula saponiny, flavonoidy a spousta dalších, má měsíčková mast výborné dezinfekční, protizánětlivé a hojící vlastnosti [41].



Obrázek 21: Měsíčková mast [41]

3.3 Čistící krém s mýdlokorem a heřmánkem (Burt's Bees)

Přírodní krém s mýdlokorem a heřmánkem čistí obličej od nečistot, mastnoty a make-upu. Výtažky z heřmánku, aloe a echinacei pokožku zklidňují a díky glycerinu a kakaovému máslu dochází k hydrataci pokožky. Extrakt z mýdlokoru pomáhá pokožku čistit, dobře pěni a je bohatý na antioxidanty. Tento přípravek obsahuje také spousta dalších přírodních extraktů, díky kterým je pokožka hydratovaná, čistá a svěží [50].



Obrázek 22: Čistící krém s mýdlokorem a heřmánkem [50]

3.4 Prostředek na mytí nádobí s mydlicí lékařskou (Ulrich)

Tento prostředek na mytí nádobí je šetrný k pokožce, obsahuje suroviny, které napomáhají odstranit mastnotu a nečistoty. Podíl syntetických tenzidů, který tento výrobek obsahuje, je výrazně snížen díky obsahu extraktu z Mydlice lékařské. Je vyroben na bázi kokosového oleje, kyseliny mléčné a vody. Při výrobě se používají pouze obnovitelné zdroje a suroviny z ekologického zemědělství.



Obrázek 23: Prostředek na mytí nádobí s Mydlicí lékařskou [42]

3.5 Mýdlové ořechy (Yellow & Blue)

Mýdlové ořechy jsou plody Mýdelníku (viz kapitola 2.4.10) a používají se jako rostlinné prací prostředky, které se hodí pro jemné a šetrné praní. Při praní není třeba avivážních prostředků díky jejich změkčujícímu účinku. Aroma po vyprání je neutrální, proto lze použít aromatické přísady jako například esenciální oleje. Jsou vhodné pro lidi s citlivou pokožkou, pro praní jemných tkanin, barevného prádla, jelikož opakovaným použitím nedochází k blednutí barev [42].



Obrázek 24: Mýdlové ořechy [42]

3.6 Kotvičnick zemiň nat' (Dr. Popov)

Nat' kotvičnicku zemiňho je sypaná droga, která je určena pro přípravu čaje. Tento čaj je díky obsahovým látkám kotvičnicku, jako jsou steroidní saponiny, flavonoidy a spousta dalších, vhodný pro správnou funkci metabolismu, podporu činnosti pohlavních orgánů, činnosti nervové soustavy, pro zdraví úst, dásní a pro lepší činnost kardiovaskulárního systému [41].



Obrázek 25: Kotvičnick zemiň nat' [41]

3.7 Species pectorales planta (Leros)

Čajová směs Species pectorales planta se používá jako podpurná léčba při onemocnění dýchacích cest a kašli, přičemž podporuje odkašlávání a uvolňuje hleny. Čajová směs je složena z lékořicového kořene, diviznového květu, jitrocelového a podbělového listu, natě máty peprné a plodu fenyklu. Saponiny, které jsou obsaženy v lékořicovém kořenu a diviznovém květu, mají expektorační účinek [43].



Obrázek 26: Species pectorales Planta [43]

3.8 Panax ginseng extractum (The Central Pharmaceutical Co.)

Ženšen pravý ve formě kapslí se využívá jako celoroční doplněk stravy. Je bohatým zdrojem saponinů, polysacharidů, vitamínů, minerálních látek, aminokyselin atd. Díky těmto obsahovým látkám má výborné účinky na organismus – a to stimulační, relaxační, protinádorové, antioxidační a navíc také snižuje hladinu cholesterolu, stimuluje imunitu, podporuje hormonální funkce a má spoustu dalších příznivých účinků [34] [44].



Obrázek 27: Panax ginseng extractum [44]

3.9 Sarapis Soja (Sanamed)

Sarapis Soja je doplněk stravy, který se užívá v období klimakteria. Sója luštinatá je bohatým zdrojem isoflavonů, triterpenických saponinů a bílkovin (viz kapitola 2.4.9), kdy v kombinaci s extraktem z červeného jetele, vitamínem C a železem napomáhá při únavě, vyčerpání a posiluje imunitu [45].



Obrázek 28: Sarapis Soja [45]

ZÁVĚR

V poslední době je ve všech průmyslových odvětvích zaznamenán velký trend nahrazování syntetických látek rostlinnými surovinami či extrakty. Důvodem jsou zejména požadavky na nízkou toxicitu, dobrou biodegradabilitu a šetrnost k životnímu prostředí.

Cílem této bakalářské práce bylo bližší seznámení s povrchově aktivními látkami rostlinného původu neboli saponiny. V první kapitole byly stručně charakterizovány běžné povrchově aktivní látky, jejich chemická struktura a základní rozdělení. Druhá část je zaměřena na saponiny, jejich strukturu a základní klasifikaci, stejně jako potenciální metody získávání a praktické aplikace ve farmacii, potravinářství a kosmetice. V dalších kapitolách jsou uvedeny významné rostlinné zdroje těchto látek a příklady komerčně dostupných produktů, které saponiny obsahují.

Vzhledem k faktu, že saponiny se vyznačují nejen výbornými emulzifikačními a pěnotvornými vlastnostmi, ale například i antibakteriálními, antivirovými, protinádorovými a dalšími účinky lze předpokládat, že jejich využití bude v dalších letech vzrůstat.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] BLAŽEJ, A., a kol. *Tenzidy*. Bratislava: Alfa, 1977. 481 s. ISBN 63-173-77.
- [2] PAYE, M.; BAREL, A. O.; MAIBACH, H. I. *Handbook of cosmetic science a technology*. 3rd ed. USA: Taylor and Farncis, 2006. 983 s. ISBN 1-57444-824-2.
- [3] BARTOVSKÁ, L., ŠIŠKOVÁ, M. *Fyzikální chemie povrchů a koloidních soustav*; VŠCHT, Praha, 2005. 244 s.
- [4] SEDLAŘÍKOVÁ, J., *Chemie a technologie tenzidů II*. [online]. [cit. 2016-08-01] Dostupné z: <<http://www.kosmetika.ft.utb.cz>>
- [5] LANGMAIER, F.; MLÁDEK, M.; RADIL, M. *Pomocné přípravky kožedělného průmyslu*. 1. vydání. Praha: SNTL/ALFA, 1985. 456 s.
- [6] SVOBODOVÁ, B. *Stanovení tenzidů v půdě odebrané z požářišť*. Brno, 2011. 56 s. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, Ústav chemie a technologie ochrany životního prostředí.
- [7] PITTER, Pavel. *Hydrochemie*. 3. přepr. vyd. Praha: VŠCHT, 1999, 568 s. ISBN 80-708-0340-1.
- [8] ŠMIDRKAL, Jan. *Tenzidy a detergentydnes*. Chemické listy [online]. [2016-08-02]. 1999, č. 93, s. 421-427 Dostupné z: <<http://www.chemikalie.upol.cz/skripta/hs/Smidrkal.pdf>>
- [9] MYERS, Drew. *Surfactant science and technology*. 3rd ed. Hoboken, N.J.: J. Wiley, 2006, xvi, 380 p. ISBN 04-716-8024-9.
- [10] KIZLINK, Juraj. *Technologie chemických látek: chemický průmysl, koroze, konstrukční materiály, technické plyny, anorganické a organické produkty, dřevo, zpracování uhlí, výroba paliv, petrochemie, pesticidy, tenzidy, plasty a kaučuk, různé přísady, katalyzátory, výbušniny, biotechnologie, doprava*. 3. přeprac. a dopl. vyd. Brno: Vysoké učení technické, 2005. ISBN 80-214-2913-5.
- [11] CHEOK, Choon Yoong, Hanaa Abdel Karim SALMAN a Rabiha SULAIMAN. *Extraction and quantification of saponins*. Food Research International. 2014, (Volume 59), s. 16-40
- [12] TMÁKOVÁ, Lenka a kol., *Natural surfactants and their use in food*. Potravinářstvo [online]. 2011, 5(4), [cit. 2016-02-26]. DOI: 10.5219/170. ISSN 13370960. Dostupné z: <<http://www.potravinarstvo.com>>

- [13] HOSTETTMANN, K a MARSTON, A. *Saponins*. Digitally printed 1st pbk. version. New York: Cambridge University Press, 2005. ISBN 0521020174.
- [14] SEIGLER, David. *Plant secondary metabolism*. Boston: Kluwer Academic, c1998. ISBN 0412019817
- [15] HOFFMANN, David. *Medical herbalism: the science and practice of herbal medicine*. Rochester, Vt.: Healing Arts Press, c2003. ISBN 0892817496.
- [16] OLESZEK, W, MARSTON, A. *Saponins in food, feedstuffs, and medicinal plants*. Boston, MA: Kluwer Academic Publishers, 2000. ISBN 0792360230.
- [17] TOMKO, J a kol. *Farmakognózia: učebnica pre farmaceutické fakulty*. 2., opr. vyd. Martin: Osveta, 1999. ISBN 80-8063-014-3.
- [18] NOVÁK, Jan. *Jedovaté rostliny kolem nás*. 1. vyd. Praha: Grada, 2007. Svět rostlin. ISBN 978-80-247-1549-0.
- [19] MUNTAHA, Sidra-Tul a M. Nasiruddin KHAN. *Natural surfactant extracted from Sapindus mukurossi as an eco-friendly alternate to synthetic surfactant e - a dye surfactant interaction study*. Journal of Cleaner Production. **2015** (93), 145-150.
- [20] DAVÍDEK, Jiří. *Chemie potravin*. 1. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1986.
- [21] KORBELÁŘ, J a ENDRIS, Z. *Naše rostliny v lékařství*. 7. vyd. Ilustrace Jindřich Krejča. Praha: Avicenum, 1990.
- [22] THURZOVÁ, L a THURZO, F. *Malý atlas léčivých rostlin*. 5., rozš. vyd. Ilustrace Karel Svolinský, Květoslav Hisek. Martin: Osveta, 1973.
- [23] JAHODÁŘ, Luděk. *Farmakobotanika: semenné rostliny*. Vyd. 2., upr. a dopl. Praha: Karolinum, 2009. ISBN 9788024617916.
- [24] VELGOSOVÁ, Marta a Štefan VELGOS. *Naše léčivé rostliny*. 1. vyd. Bratislava: Slovenské pedagogické nakladateľstvo, 1988.
- [25] PILÁT, Albert. *Kapesní atlas rostlin*. 5. nezm. vyd. Ilustrace Otto Ušák. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1972. Obrazové pomocné knihy pro všeobecně vzdělávací školy.
- [26] BULÁNKOVÁ, Iveta. *Léčivé rostliny na naší zahradě*. 1. vyd. Praha: Grada, 2005. Česká zahrada. ISBN 80-247-1274-1.

- [27] Agave natural alternative for cosmetics formulation [online]. [cit. 2016-07-04]. Dostupné z: <<http://www.kosmeticaworld.com>>
- [28] MINAŘÍK, J.; *Farmakognosie*. 1. vyd. Praha: Avicenum, 1979. 383 s.
- [29] SHARMA, A; et al. *Triterpenoid Saponins from the Pericarps of Sapindus mukorossi*. Journal of Chemistry. 1-5, Jan. 2013. ISSN: 20909063.
- [30] *Léčivé rostliny*. Překlad Jana Jindrová. Praha: Ottovo nakladatelství, 2010. Ottův průvodce přírodou. ISBN 9788073605889.
- [31] KANG, Li-Ping a kol., *Steroid saponins from Tribulus terrestris*. Phytochemistry.2014 (107), 182-189 s.
- [32] NEYCHEV, V., MITEV, V.; *Pro-sexual and androgen enhancing effects of Tribulus terrestris L.: Fact or Fiction*. Journal of Ethnopharmacology. 2015, (179), 345-355 s.
- [33] VALÍČEK, Pavel. *Léčivé rostliny třetího tisíciletí*. 1. vyd. Benešov: Start, 2001. ISBN 80-86231-14-3.
- [34] SIM, DRSC., Prof. MUDr. MUN Kwam, Prof. MUDr. PANG HWAN JU, DRSC. a PhDr. Lenka KUČÍRKOVÁ. *Korejský ženšen z Kaesongu*. 1. české vydání. Praha: DR. Drozen, 1997. ISBN 80-902039-8-1.
- [35] Sója luštinatá [online] [cit. 2016-08-03] Dostupné z: <<http://www.prozdraveziti.cz>>
- [36] HOLMBERG, Krister. *Novel surfactants: preparation, applications, and biodegradability*. 2nd ed., rev. and expanded. New York: M. Dekker, c2003. ISBN 0-8247-4300-8.
- [37] Ženšen pravý, Kotvičnick zemní [online]. [cit. 2016-06-05]. Dostupné z: <<http://www.daryprijrody.cz>>
- [38] Glycine max [online]. [cit. 2016-06-05]. Dostupné z: <<http://www.knowpulse.usask.ca>>
- [39] Sapindus mukorossi – The complete soapnut guide [online]. [cit. 2016-07-04]. Dostupné z: <<http://www.sapindusmukorossi.com>>
- [40] ESI Zubní gel SMILE, Aloe Fresh s jemně bělícím účinkem, 100 ml [online]. [cit. 2016-06-05]. Dostupné z: <<http://www.antiba.cz>>
- [41] Měsíčková mast, 100 ml, Kotvičnick zemní nať [online]. [cit. 2016-06-05]. Dostupné z: <<http://www.drpopov.cz>>

- [42] Čistící prostředek s Mydlicí lékařskou, Mýdlové ořechy na praní v bio kvalitě Y&B [online]. [cit. 2016-06-05]. Dostupné z: <<http://www.branakdetem.cz>>
- [43] Species pectorales planta [online]. [cit. 2016-09-04]. Dostupné z: <<http://www.leros.cz>>
- [44] Ženšen pravý – Panax Ginseng (extrakt) [online]. [cit. 2016-09-04]. Dostupné z: <<http://www.zensen-ginseng.cz>>
- [45] Sarapis Soja [online]. [cit. 2016-09-04]. Dostupné z: <<http://www.prozdravi.cz>>
- [46] KJELLIN, Mikael. a Ingegärd. JOHANSSON. *Surfactants from renewable resources*. Chichester, U.K.: Wiley, 2010. ISBN 0470760419.
- [47] BARBOSA, Antony de Paula. *Saponins as immunoadjuvant agent: A review*. African journal of pharmacy and pharmacology. 2014, (Vol. 8(41), 1049-1057. ISSN 1996-0816.
- [48] E-999 – Extrakt Kvilajové kůry. [online]. [cit. 2016-15-05]. Dostupné z: <<http://www.zdravapotravina.cz>>
- [49] Quillaja saponaria – Molina. [online]. [cit. 2016-15-05]. Dostupné z: <<http://www.pfaf.org>>
- [50] Čistící krém s mýdlokorem a heřmánkem, 170 g. [online]. [cit. 2016-15-05]. Dostupné z: <<http://www.bodyfruit.cz>>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

ASE	Zrychlená extrakce rozpouštědlem (Accelerated Solvent Extraction)
CMC	Kritická micelární koncentrace (Critical Micelle Concentration)
FDA	Úřad pro kontrolu potravin a léčiv (Food and Drug Administration)
HLB	Hydrofilně- lipofilní rovnováha (Hydrofobic-Lipofilic Balance)
HPLC	Vysokoúčinná chromatografie (High-Performance Liquid Chromatography)
INCI	Mezinárodní nomenklatura kosmetických přísad (International Nomenclature of Cosmetics Ingredients)
MAE	Extrakce podporovaná mikrovlnným ohřevem (Microwave Assisted Extraction)
NaOH	Hydroxid sodný
PAL	Povrchově aktivní látka
TLC	Tenkovrstvá chromatografie (Thin Layer Chromatography)
UAE	Extrakce ultrazvukem (Ultrasound Assisted Extraction)

REJSTŘÍK

Adstringens	Látka se svíravým účinkem
Afrodiziakum	Látka zvyšující pohlavní touhu
Antibakteriální	Látky působící proti bakteriím
Adjuvans	Látka s podporujícím, zesilujícím účinkem
Antiepileptický	Látka snižující záchvaty epilepsie
Antiflogistický	Látka působící protizánětlivě
Antihemoroidikum	Látka působící proti hemoroidům
Antikoagulační	Látka působící proti srážení krve
Antirevmatický	Látka působící proti revmatismu
Antiseptický	Látka s antimikrobiálními účinky
Antivirový	Látky působící proti virům
Dermatologický	Látky k léčbě onemocnění kůže
Diaforetický	Látka usnadňující pocení
Dietetický	Dietní preparát
Diuretický	Močopudný prostředek
Expektorační	Látka usnadňující vykašlávání
Hepatoprotektivní	Látka s regeneračním účinkem na jaterní buňky
Cholagogum	Látka zvyšující vylučování žluči
Karminativní	Látka proti nadýmání
Laxativní	Látka s projímavými účinky
Metabolický	Látka zlepšující funkci metabolismu
Sekretolytický	Látka podporující sekreci hlenu
Spasmolytický	Látka uvolňující svalový stah

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obrázek 1: Struktura PAL [4]</i>	12
<i>Obrázek 2: Obecná chemická struktura mýdla</i>	13
<i>Obrázek 3: Cetrimonium bromide</i>	14
<i>Obrázek 4: Cocamidopropyl betaine</i>	14
<i>Obrázek 5: Lauryl glucoside</i>	15
<i>Obrázek 6: Chemická struktura a) furostanu, b) spirostanu [12] s. 66</i>	17
<i>Obrázek 7: Chemická struktura α, β - amyriínového a lupeolového typu [17] s. 222</i>	18
<i>Obrázek 8: Grafické znázornění procentuálního zastoupení extrakčních metod – konvenční metody (žlutě), zelené metody (zeleně) [11]</i>	19
<i>Obrázek 9: Mydlice lékařská [21] s. 287</i>	23
<i>Obrázek 10: Prvosenka jarní [21] s. 331</i>	24
<i>Obrázek 11: Jírovec maďal [21] s. 193</i>	25
<i>Obrázek 12: Měsíček lékařský [21] s. 277</i>	26
<i>Obrázek 13: Ženšen pravý [37]</i>	27
<i>Obrázek 14: Kotvičnick zemní [37]</i>	28
<i>Obrázek 15: Lékořice lysá [21] s. 233</i>	29
<i>Obrázek 16: Divizna velkokvětá [21] s. 127</i>	30
<i>Obrázek 17: Sója luštinatá [38]</i>	31
<i>Obrázek 18: Mýdelník [39]</i>	32
<i>Obrázek 19: Mýdlokor tupolistý [49]</i>	33
<i>Obrázek 20: Zubní gel SMILE, Aloe Fresh [40]</i>	34
<i>Obrázek 21: Měsíčková mast [41]</i>	35
<i>Obrázek 22: Čistící krém s mýdlokorem a heřmánkem [50]</i>	35
<i>Obrázek 23: Prostředek na mytí nádobí s Mydlicí lékařskou [42]</i>	36
<i>Obrázek 24: Mýdlové ořechy [42]</i>	37
<i>Obrázek 25: Kotvičnick zemní nať [41]</i>	37
<i>Obrázek 26: Species pectorales Planta [43]</i>	38
<i>Obrázek 27: Panax ginseng extractum [44]</i>	38
<i>Obrázek 28: Sarapis Soja [45]</i>	39

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Vybrané rostliny s obsahem saponinů

PŘÍLOHA P I: VYBRANÉ ROSTLINY S OBSAHEM SAPONINŮ

[11] [12] [15]

Český název rostliny	Čeleď česky	Sbíraná část rostliny česky	Saponin
Latinský název rostliny	Čeleď latinsky	Sbíraná část rostliny latinsky	Obsah saponinů [%]
Břečťan popínavý	Aralkovité	List břečťanu	Hederaglykosidy
<i>Hedera helix</i>	<i>Araliaceae</i>	<i>Folium hederæ</i>	5
Divizna velkokvětá	Krtičníkovité	Květ divizny	Verbaskový saponin
<i>Verbascum densiflorum</i>	<i>Scrophulariaceae</i>	<i>Flos verbasci</i>	–
Guajak posvátný	Kacibovité	Dřevo guajaku	Gvajakový saponin
<i>Guaiacum sanctum</i>	<i>Zygophyllaceae</i>	<i>Lignum guajaci</i>	–
Jírovec maďal	Jírovcovité	Semeno jírovce	Escin
<i>Aesculus hippocastanum</i>	<i>Hippocastanaceae</i>	<i>Semen hippocastani</i>	20
Kotvičnick zemní	Kacibovité	Nat' kotvičnicku	Terrestroidy
<i>Tribulus terrestris</i>	<i>Zygophyllaceae</i>	<i>Herba tribuli</i>	2,8
Lékořice lysá	Bobovité	Kořen lékořice	Glycyrrizin
<i>Glycyrrhiza glabra</i>	<i>Fabaceae</i>	<i>Radix liquiritæ</i>	2–15
Měsíček lékařský	Hvězdicovité	Květ měsíčku	Kalendulový saponin
<i>Calendula officinalis</i>	<i>Asteraceae</i>	<i>Flos calendulae</i>	–
Mydlice lékařská	Silénkovité	Kořen mydlice	Gypsogenin
<i>Saponaria officinalis</i>	<i>Silenaceae</i>	<i>Radix saponarie</i>	2–5
Mýdlokor tupolistý	Tavolníkovité	Kořen mýdlokoru	Kvilajový saponin
<i>Quillaja saponaria</i>	<i>Spiraeaceae</i>	<i>Cortex quillajæ</i>	10
Průtržník lysý	Nehtovcovité	Nat' průtržnicku	Neutrální a kyselé saponiny
<i>Herniaria glabra</i>	<i>Ilebraceae</i>	<i>Herba herniariæ</i>	3–9
Prvosienka jarní	Prvosenkovité	Kořen prvosenky	Kyselina primulová A
<i>Primula veris</i>	<i>Primulaceae</i>	<i>Radix primulae</i>	5–10
Přeslička rolní	Přesličkovité	Nat' přesličky	Ekvizetonin
<i>Equisetum arvense</i>	<i>Equisetaceae</i>	<i>Herba equiseti</i>	4–5
Smilax lékařský	Liliovité	Sarsaparilový kořen	Sarsapalirozid
<i>Smilax officinalis</i>	<i>Liliaceae</i>	<i>Radix sarsaparillæ</i>	2–4
Vítod senega	Vítodovité	Kořen vítodu	Senegin
<i>Polygala senega</i>	<i>Polygalaceae</i>	<i>Radix senegæ</i>	–
Ženšen pravý	Aralkovité	Kořen ženšenu	Ginsenoidy
<i>Panax ginseng</i>	<i>Araliaceae</i>	<i>Radix ginseng</i>	3

– % obsah saponinů nebyl nalezen

