

Benefity účinkov síry a ich zlúčenín na ľudský organizmus

Alexandra Kurucová

Bakalárska práca
2024



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav technologie tuků, tenzidů a kosmetiky

Akademický rok: 2023/2024

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Alexandra Kurucová**
Osobní číslo: **T21586**
Studijní program: **B0711A130009 Materiály a technologie**
Specializace: **Biomateriály a kosmetika**
Forma studia: **Prezenční**
Téma práce: **Benefity účinků síry a jejích sloučenin na lidský organismus**

Zásady pro vypracování

Síra patří k anorganickým prvkům s biologickým významem.
Celostní účinky síry a jejích sloučenin se projevují nejen na kůži, ale i pohybovém aparátu.
Formou literární studie se zaměřte na spektrum vlastností síry a jejích sloučenin s ohledem na lidské zdraví.
Věnujte se jejich účinkům a aplikacím v kosmetice, dermatologii, balneologii a peloterapii.

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

Seznam doporučené literatury:

- [1] Muizzuddin N, Benjamin R. Beauty from within: Oral administration of a sulfur-containing supplement methylsulfonylmethane improves signs of skin ageing. *Int J Vitam Nutr Res.* 2022;92(3-4):182-191. doi:10.1024/0300-9831/a000643.
- [2] Kosińska, B., Grabowski, M.L. (2019). Sulfurous Balneotherapy in Poland: A Vignette on History and Contemporary Use. In: Pokorski, M. (eds) *Advancements and Innovations in Health Sciences. Advances in Experimental Medicine and Biology()*, vol 1211. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/5584_2019_395.
- [3] Raja Sivamani; Howard I. Maibach; Jared R. Jagdeo; Peter Elsner. *Cosmeceuticals and Active Cosmetics.*; CRC Press, 2015.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Jana Pavlačková, Ph.D.**
Ústav technologie tuků, tenzidů a kosmetiky

Datum zadání bakalářské práce: **5. února 2024**
Termín odevzdání bakalářské práce: **17. května 2024**

L.S.

prof. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan

Ing. Lucie Urbánková, Ph.D.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ AUTORKY BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a dostupná k nahlédnutí;
- na moji 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;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – 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);
- pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem 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.

Prohlašuji,

- že jsem na bakalářské práci pracovala samostatně a použitou literaturu jsem citovala. V případě publikace výsledků budu uvedena jako spoluautorka.
- že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

Ve Zlíně dne:

Jméno a příjmení studentky:

.....
podpis studentky

ABSTRAKT

Cieľom bakalárskej práce je predstaviť benefity účinkov síry a ich zlúčenín na ľudský organizmus. Sú charakterizované jednotlivé zlúčeniny síry v potravinách, výživových doplnkoch, prírodných minerálnych vodách a kozmetickom zložení v bežných prípravkách vrátane ich účinnosti. Ďalej sú klasifikované rôzne prejavy nedostatku síry, ako kožné choroby, lámavé vlasy a nechty, bolesti kĺbov, strata pamäti alebo problémy so srdcom a obezitou. Sú uvedené oblasti využitia síry v termálnych kúpeľoch, peloterapií a v rôznych druhoch kozmetiky. V odvetví kozmetiky sú zmienené aktívne zložky síry, ktoré sú vhodné pre starostlivosť o akné, psoriázu, rúžovku, svrab, nechty a vlasy proti lupinám. Konkrétne je venovaná pozornosť využitia kombinácie síry a liečivej termálnej vody z kúpeľov Velké Losiny v dermocosmetickom produkte.

Kľúčové slová: síra, glukosinoláty, metylsulfonylmetán, sulfáty, balneológia, peloidy, kozmetické prípravky

ABSTRACT

The aim of the bachelor thesis is to present the benefits of the effects of sulfur and its compounds on the human body. Individual sulfur compounds in food, nutritional supplements, natural mineral waters and the cosmetic composition, in common products, are characterized including their effectiveness. Various manifestations of sulfur deficiency are further classified, such as skin diseases, brittle hair and nails, joint pain, memory loss or heart problems and obesity. The areas of use of sulfur in thermal baths, pelotherapy and in various types of cosmetics are listed. In the cosmetics industry, the active ingredients of sulfur are mentioned, which are suitable for the care of acne, psoriasis, rosacea, scabies, nails and hair against dandruff. Specifically, attention is paid to the use of a combination of sulfur and healing thermal water from the Velké Losiny spas in a dermocosmetic product.

Keywords: sulfur, glucosinolates, methylsulfonylmethane, sulphates, balneology, peloids, cosmetics

PodĎakovanie:

Chcela by som týmto poĎakovať vedúcej mojej bakalárskej práce Ing. Jane Pavlačkovej, Ph.D. za pomocné rady, podporu a čas, ktorý mi venovala pri spracovaní. Ďalej ďakujem mojej rodine a priateľovi za psychickú i finančnú podporu.

„Nesnaž sa byť úspešný. Snaž sa byť človekom, ktorý má hodnotu.“

Albert Einstein

Prehlasujem, že odovzdaná verzia bakalárskej práce a verzia elektronická nahraná do IS/STAG sú totožné. – nahrať do STAGU

OBSAH

ÚVOD	8
1 SÍRA	9
1.1 HISTÓRIA	9
1.2 VLASTNOSTI.....	10
1.3 VÝSKYT	12
2 ZLÚČENINY SÍRY	15
2.1 GLUKOSINOLÁTY	15
2.2 METHYLSULFONYLMETÁN	17
2.3 CHONDROITÍN SULFÁT.....	19
2.4 GLUKOZAMÍN SULFÁT	20
2.5 SULFONÁTY.....	21
2.6 SULFÁTY	24
2.7 SÍRNE A SÍRANOVÉ MINERÁLNE VODY	25
3 VPLYV SÍRY NA ĽUDSKÉ ZDRAVIE	28
3.1 SÍRA VO VÝŽIVE ČLOVEKA	28
3.2 PREJAVY NEDOSTATKU SÍRY	30
3.2.1 Kožné choroby	31
3.2.2 Zlá kvalita nechtov a vlasov	35
3.2.3 Kĺbové funkcie	37
3.2.4 Problémy s obezitou	37
3.2.5 Zlyhanie srdca	38
3.2.6 Strata pamäti a chronický únavový syndróm	39
3.3 OBLASTI VYUŽITIA SÍRY V STAROSTLIVOSTI O ĽUDSKÉ ZDRAVIE	40
3.3.1 Balneológia	41
3.3.2 Peloterapia.....	43
3.3.3 Kozmetické prípravky, kozmeceutika, nutriceutika a liečiva	46
ZÁVER	51
ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY	52
ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK	60
ZOZNAM OBRÁZKOV	62
ZOZNAM TABULIEK	63

ÚVOD

Síra je chemický prvok, ktorý sa vyskytuje vo vulkanických ložiskách a v horúcich prameňoch. Je obsiahnutá aj v rade molekúl, ktoré sú nevyhnutné pre fungovanie ľudského organizmu. Je kľúčová pre zdravý rast vlasov, nechťov a kože. Podporuje tvorbu kolagénu, ktorý je dôležitý pre správnu regeneráciu buniek a tkaní. Má keratolytický účinok, čo znamená, že redukuje tvorbu šupín na povrchu kože, odstraňuje odumreté kožné bunky a priaznivo ovplyvňuje kvalitu spojivového tkaniva a chrupaviek, v ktorom blokuje rozklad elastínu a kolagénu.

Síra je prítomná v aminokyselinách ako je metionín, cysteín, cystín a taurín. Keďže ju nie je možné v ľudskom tele syntetizovať, je nutná jej náhrada príjmu potravín alebo doplniek stravy, v ktorých sú organické zlúčeniny ako sú glukosinoláty, methylsulfonylmetán, chondroitín a glukozamín sulfát.

Sírne termálne pramene majú na kožu účinok dezinfekčný, protibakteriálny a protizápalový. Tieto vlastnosti sú využívané v balneológii a peloterapií pri liečbe kožných a pohybových ochorení.

V bežných kozmetických produktoch sa síra objavuje v zložení šampónov alebo mydiel vo forme aniónických tenzidov. Existujú však prípravky v ktorých je obsiahnutá koncentrácia síry a sírna termálna voda z kúpeľov, aktívna zložka síry s kozmetickými a terapeutickými benefitmi a vitamíny a živiny s obsahom síry, ktoré sa podieľajú na fyziológii pokožky. Práve tieto výrobky môžu poslúžiť ľuďom, ktorí trpia kožnými chorobami, ako je akné, psoriáza, ekzém, rúžovka a svrab. A takisto pomáhajú zlepšiť kvalitu a krásu nechťov a vlasov.

Účelom tejto práce je charakterizácia zlúčenín síry v potravinách, termálnych vodách a kozmetike. Poukázať na rôzne prejavy nedostatku síry v ľudskom tele a využitie síry v terapeutickej a kozmetickej starostlivosti.

1 SÍRA

Síra sa nachádza v rôznych proteínoch prítomných takmer vo všetkých živých organizmoch. Je jedným z najbežnejších prvkov v ľudskom tele, je uložený vo svaloch, koži, kostiach, chrupavkách a spojivu, čo vplýva na ich flexibilitu. Podieľa sa v mnohých fyziologických procesoch a má nenahraditeľný význam pre rast vlasov, nechťov a pokožky, kvôli tvorbe keratínu, ktorý je v nej obsiahnutý. Síra ako čistý prvok sa rozprestiera na miestach s vysokou vulkanickou aktivitou a v blízkosti horúcich prameňov. Jej zlúčeniny majú využitie prakticky vo všetkých odvetviach v chemickom a potravinárskom priemysle, vo výrobe kozmetiky aj v kúpeľoch [1].

1.1 História

Síra a jej zlúčeniny, v prehistorických dobách a predchádzajúcich tisícročiach, slúžili ako liečivé prostriedky v hmlistých výparoch pre šamanské a diabolské praktiky, ktoré boli poznačené pokusmi pre vytvorenie prakticky preventívnych a terapeutických výsledkov. V starovekej Číne, Indii, Egypte a Grécku, v lekárskejších spisoch odporúčali používať sírne produkty proti kožným, reumatickým chorobám a zamoreniu parazitmi [2].

Už starovekí Gréci dobre poznali blahodarné vlastnosti sírnych prameňov, hlavne na liečenie kožných chorôb a zmiernenie bolesti svalov a kĺbov [3].

Egyptania stáli za počiatkom praktického a priemyselného využitia síry, a to oxidu siričitého na bielenie bavlny v roku 1600 p. n. l. Grécka mytológia zahŕňa chémiu síry, konkrétne Homérov Odysseus, ktorý použil oxid siričitý na fumigáciu komnaty a tým zabil nápadníkov svojej manželky [4].

Biblické záznamy hovorili, že peklo vydychuje „pach síry“ a tento opis presakuje dodnes v židovsko-kresťanskom myslení. Kvôli jej sklonu sa zhlukovať do kryštalických sírových hornín a jej žltému a jasnému vzhľadu sa oktomolekulárna forma síry dlho považovala za niečo, čo malo spojenie so zlatom, a preto alchymisti v stredoveku vykonávali pokusy o transmutáciu. Z čarodejníctva do veku osvietenstva posunuli nasledujúce úsilie, keď francúzsky vedec Antoine de Lavoisier v roku 1777 identifikoval síru ako samostatný chemický prvok. Napriek tomu prešli ešte dve storočia, kým biologická podstata síry v ľudských tkanivách bola potvrdená [2].

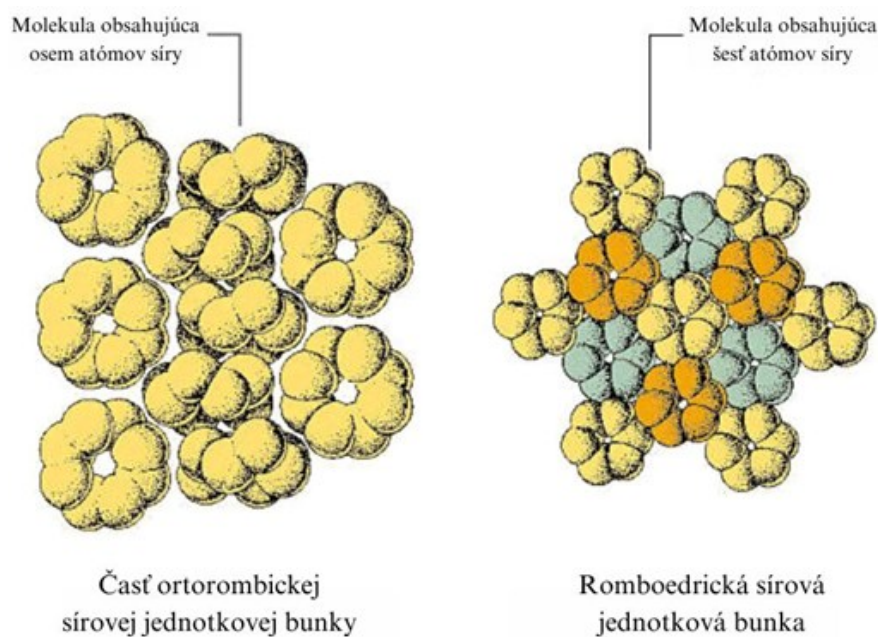
1.2 Vlastnosti

Síra je chemický prvok so symbolom S a atómovým číslom 16. Je to viacmocný nekov, hojná, bez chuti a zápachu. V prírodnej forme je síra žltá kryštalická pevná látka vid' Obr. 1. Vyskytuje sa v prírode ako čistý prvok alebo ako sulfitové a sulfátové minerály. Aj keď je síra neslávne známa svojou vôňou, často prirovnávajúc k skazeným vajíčkam, je skôr tento zápach charakteristický pre sírovodík (H_2S) [5].



Obrázok 1 Elementárna síra [6]

Zo síry vzniká alotropia z dvoch zdrojov, buď rôznym spôsobom viazania atómov do jednej molekuly alebo zhlukovaním polyatomických molekúl síry do kryštalických a amorfných foriem. Existuje asi 30 alotropických foriem, ale niektoré z nich predstavujú zmesi. Alotropickou triedou síry sú osemčlenné kruhové molekuly a charakterizujú sa 3 kryštalické formy. Prvá je ortorombická forma (α -síra), nesprávne nazývaná kosoštvorcová a je stabilná pri teplotách pod $96\text{ }^{\circ}\text{C}$. Druhá je monoklinická forma (β -síra), v ktorom sú dve osi z kryštálov kolmé, a tretia tvorí s prvými dvoma šikmý uhol, bohužiaľ stále sú nejasnosti okolo jej štruktúry. Stabilita tejto modifikácie je v rozmedzí pri teplote od $96\text{ }^{\circ}\text{C}$ do bodu topenia $118,9\text{ }^{\circ}\text{C}$. A tretí monoklinický alotrop je cyklooktasíra (γ -síra), ktorá je nestabilná pri všetkých teplotách a rýchlo sa transformuje na α -síru. V romboedrickom alotrope (ρ -síra) sú molekuly zložené z 6 kruhov atómov síry, a kvôli svojej nestabilite sa mení na ortorombickú (α -síra) vid' Obr. 2 [4].



Obrázok 2 Alotropné formy síry upravené podľa [4]

Pretože je síra oveľa menej elektronegatívna než kyslík, bežne sa vyskytuje v pozitívnom oxidačnom stave 6. Tabuľka 1 uvádza hlavné chemické a fyzikálne vlastnosti síry a ukazuje rôzne oxidačné stavy prvku [7].

Tabuľka 1 Fyzikálne a chemické vlastnosti síry [7]

Charakteristiky	Vlastnosti	Opis
Fyzikálne vlastnosti	Hustota pri 20 °C	2,06 g·cm ⁻³
	Bod varu	44,6 °C
	Rozpustnosť: Vo vode V sírovodíku	Ner rozpustná Rozpustná
	Horľavosť	Horľavá
Chemické vlastnosti	Minimálne oxidačné číslo	-2
	Maximálne oxidačné číslo	6
	Reaktivita	Vysoko reaktívna
	Oxidačný stav	
	+6	Síran (SO ₄ ²⁻)
	+5	Ditionát (S ₂ O ₆ ²⁻)
	+4	Siričitan (SO ₃ ²⁻)
+4	Disiričitan (S ₂ O ₅ ²⁻)	
+3	Ditionit (S ₂ O ₄ ²⁻)	
+2	Thiosíran (S ₂ O ₃ ²⁻)	
0	Elementárna síra (S ⁰)	
-2	Sulfid (S ²⁻)	

Síran patrí medzi najstabilnejšiu a najhojnejšiu formu síry, ktorú môžu využívať živé organizmy v biosfére. Síra aminokyselín a ďalších organických zlúčenín v živých bunkách je v oxidačnom stave -2 . Sírany a ostatné formy síry s väčším oxidačným stavom než -2 , musia byť redukované na sulfidy, aby mohli byť využité pre syntézu aminokyselín. Zvieratá s jednodukomovým žalúdkom (monogastrické), vrátane človeka nemajú schopnosť syntetizovať metionín, teda aminokyselinu obsahujúcu síru, z anorganickej síry na rozdiel od rastlín a niektorých mikroorganizmov. Z tohto dôvodu sa musí dodávať potravou a stáva sa esenciálnou aminokyselinou. Takisto prežúvavce nemôžu syntetizovať sírne aminokyseliny vo vlastných tkaniach, ale získavajú ich z mikrobiálnych bielkovín syntetizovaných v bachore [7].

1.3 Výskyt

Jaskyňa na okraji krátera Solfatara, západne od Neapola, je vyhrievaná niekdajšou sopkou a dodnes slúži ako prírodná sauna ako to bolo za čias starovekého Ríma. Spolu so susedným termálnym kúpeľom Glauber, bohatým na soľ, je stelesnením prírodného wellness. Glauberova soľ, sodná soľ kyseliny sírovej, má mierne preháňajúci účinok a vyskytuje sa v rôznych minerálnych vodách [8].

V rope sa síra nachádza v rôznych zložitých organických zlúčeninách a zemnom plyne ako sírovodík. V rastlinách, ľuďoch a zvieratách sa síra vyskytuje v rozličných biologických štruktúrach. Síra sa získava zo sírných rúd, pri rafinácii ropy a čistení zemného plynu. Tabuľka 2 zahŕňa výskyt síry v prírode [7].

Aj keď je síra v rôznych druhoch potravín, v dôsledku moderných poľnohospodárskych procesov sa znížil jej príjem v strave, a tým sa zvýšil záujem o doplnkové zdroje. Týka sa to aminokyselín obsahujúcich síru (SAA) a to, metionínu, cysteínu a taurínu ako primárnych potravinových zdrojov než ako samotnú síru, pretože poskytujú väčšinu síry na uspokojenie potrieb tela. Okrem toho glutatión, prírodný intracelulárny antioxidant, je zdrojom síry, obsiahnutý v ovocí a zelenine. Methylsulfonylmetán (MSM) sa prirodzene nachádza v potravinách ako je mlieko, ovocie, paradajky, kukurica, káva a čaj [9].

Vitamíny, v ktorých je prítomná síra ako je tiamín (B1) a biotín (B7), tak v kozmetickej oblasti slúži B1 k ošetrovaniu poškodenej pleti. Zatiaľ čo B7 sa podieľa na tvorbe enzýmov metabolizmu aminokyselín a mastných kyselín, pričom ak jeho nedostatku spôsobuje poruchy rastu vlasov, nechtov a kože [8].

Oxid siričitý (SO_2) a siričitany (SO_3^{2-}) sa pre ich antimikrobiálne vlastnosti využívajú na kontrolu rastu mikroorganizmov, ktoré sa objavujú v sušenom ovocí, ovocných šťavách a vínach. Ako konzervant potravín sa používa 6 siričitanov schválených Úradom pre kontrolu potravín a liečiv (FDA): siričitan sodný, oxid siričitý, disiričitan sodný a draselný a metabisiričitan sodný a draselný. Siričitany sa vyskytujú takisto v liekoch ako napríklad kardiovaskulárne lieky, antiemetika, anestetika a analgetika [7].

Panel Európskeho úradu pre bezpečnosť potravín (EFSA) poznamenal, že oxid siričitý, bisulfitové a siričitanové ióny existovali v sérii rovnováh. Bisulfitové ióny sú podporované pri pH žalúdka a siričitanové ióny pri fyziologickom pH. Avšak celková obmedzená databáza neuviedla žiadne obavy z genotoxicity či účinkov v chronickej toxicite, karcinogenity a toxicity reprodukcie po orálnej expozícií v potrave, sondou alebo v pitnej vode. Panel však podotkol niekoľko neistôt a obmedzení v databáze a dospel k záveru, že prijateľný denný príjem súčasnej skupiny 0,7 mg ekvivalentu SO_2 /kg telesnej hmotnosti za deň by zostal primeraný, ale mal by byť považovaný za dočasný [10].

Síra je uvedená aj v rôznych liekopisoch, vo forme mikronizovaného žltého prášku, ktorý sa pridáva do farmaceutických krémov či vazelín. Zdrojom síry rastlinných a živočíšnych organizmov sú soli kyseliny sírovej tzv. sírany. Patrí sem okrem síranu sodného aj síran vápenatý (gypsum), zodpovedný za tvrdosť pitnej vody. Ďalej síran hlinitý vytvorený z ílu (oxidu hlinitého) a kyseliny sírovej, ktorý má využitie v antiseptických ústnych vodách alebo antiperspirantoch ako chlorid hlinitý. Spolu so síranom draselným tvorí podvojnú soľ zvanú kamenec, vytvárajúc bezfarebné kryštály, čo bol kedysi používaný k spevneniu vzniknutých poranení po mokrom holení. V termálnych prameňoch možno nájsť tiosíran sodný a sírovodík. Hlavným účelom ich návštev je liečba reumatických ochorení, zlepšenie krvného obehu, a dokonca sú tieto zlúčeniny obsiahnuté aj v masiach proti psoriáze a parazitom [8].

Síra sa tiež podieľa na n-3 a n-6 polynenasýtených mastných kyselinách, mineráloch, ako je selén, zinok, meď a horčík, vitamínoch E a C, antioxidantoch, napr. protantokyanidiny a kyselina lipoová, mnohé z nich sa podieľajú na syntéze prostaglandinov a na antioxidantnej kaskáde [9].

Je tiež prítomná ako organický sulfátový ester v niektorých biopolymérnych zložkách spojivového tkaniva, komplexných lipidov známych ako sulfatidové glykolipidy a konjugovaných žlčových kyselinách. Má takisto štrukturálnu funkciu ako súčasť

mukopolysacharidov a sulfolipidov. Vyskytuje sa v železo-sírných bielkovinách komplexu koenzýmu Q a cytochróm c reduktázy dýchacieho reťazca [7].

Tabuľka 2 Výskyt síry [7]

Zdroje		Dostupné formy
Prírodné	Sopečné ložiská	Zmiešané so sadrovcom a pemzou; Realgar a rubínová síra (sulfid arzenitý)
	Podzemné ložiská: Elementárne	Sírna ruda (S ⁰)
	Sulfidy kovov	Akantit, arzenopyrit, bizmutinit, chalkopyrit, cinabarit (rumelka), kobaltit, pyrit meďnatý, digenit, galenit, železo, pyrit, molybdenit, pentlandit, sfalerit
	Nekovové sírany	Angelit, anglesit, baryt, ťažký spar, celestit, sádrovec, thenardit
	Horúce pramene, gejzíry	Sírna voda
	Fosílna palivá	Uhlie, ropa, zemný plyn
	Výživa: Potraviny	Cibuľa, kapusta, karfiol, brokolica, cesnakový olej, horčica, vajcia
	Vitamíny	Tiamín (B1), pyridoxín (B6), biotín (B7)
	Aminokyseliny	Metionín, keto-metionín, cysteín, cystín, homocysteín, cystationín, taurín, kyselina cysteová
	Konzervačné látky	Oxid siričitý
	Biologické: Organické zlúčeniny	Proteíny, kyselina lipoová, koenzým A, glutatión, chondroitín sulfát, heparín, fibrinogén, ergotionín, estrogény, ferredoxín
	Mikroorganizmy	Aeróbne heterotrofné (väčšina húb a aeróbných baktérií), <i>Desulfo vibrio</i> a <i>Desulfo tomaculum</i> , chemoautotrofné (napr. <i>Thiobacillus</i>), fotoautotrofné (<i>Chlorobium</i> a <i>Chromatium</i>)
Priemyselné	Hnojivá	Fosfáty a síran amónny
	Antropogénne: Spaľovanie fosílnych palív	SO ₂ , H ₂ S

2 ZLÚČENINY SÍRY

Síra tvorí zlúčeniny v oxidačných stavoch -2 (sulfid, S^{2-}), $+4$ (siričitan SO_3^{2-}) a $+6$ (síran, SO_4^{2-}). Jednou z najznámejších zlúčenín síry je sírovodík (H_2S), nazývaný ako smradľavka. Vzniká prirodzene rozkladom organických látok obsahujúcich síru a často sa vyskytuje vo výparoch zo sopiek a minerálnych vôd. Kyselina sírová (H_2SO_4) je jednou z najcennejších chemikálií. Komerčne sa pripravuje reakciou vody s oxidom sírovým (SO_3) a používa sa pri výrobe hnojív, pigmentov, farbív, liečiv, výbušnín, detergentov a anorganických solí a esterov. Organické zlúčeniny síry tvoria rozmanitú a dôležitú podskupinu organických látok. Niektoré príklady zahŕňajú SAA, ktoré sú kľúčovými zložkami hormónov, enzýmov a koenzýmov [4].

Nachádzajú sa v hojnom množstve v živočíšnych zdrojoch a v rastlinách relatívne málo. Avšak niektoré rastliny, najmä z čeľade amarylkovité (*Allium*) a brukvovité (*Cruciferae*), produkujú veľa ochranných sekundárnych metabolitov obsahujúcich síru, ako sú glukosinoláty a cysteín sulfoxidy. Rozmanitosť a množstvo metabolitov obsahujúcich síru sú rozsiahle a ich účinky na ľudské zdravie sú široké [11].

2.1 Glukosinoláty

Glukosinoláty sú nereaktívne fytoanticipíny obsahujúce síru, nachádzajú sa v rade brukvotvarých rastlín, ktoré zahŕňajú množstvo hlavných rastlinných plodín ako sú brokolica, kapusta, karfiol atď. Sú konštruované zo sulfónovanej oxímovej skupiny, ktorá je spojená s thioglukózovou skupinou a bočným reťazcom aminokyseliny. Tieto molekuly sú klasifikované do troch kategórií, alifatické, benzénové alebo indolové, podľa aminokyselín, poskytujúc bočný reťazec. Bočný reťazec alifatických glukosinolátov je odvodený od alanínu, valínu, leucínu, izoleucínu alebo metionínu, benzénové (tiež označované ako „aromatické“) sú odvodené od fenylalanínu alebo tyrozínu a indolové od tryptofánu. Významné funkcie plnia len aktivované po strese (patogénom alebo inak) prostredníctvom hydrolýzy ich glukózového zvyšku myrozinázami (thioglukozidy) za vzniku izothiokyanátov, thiokyanátov, nitrilov a epithionitrilov v rastlinných tkanivách [11].

Glukosinoláty sú dobre známe pre svoju ochrannú úlohu pred oxidačným stresom a odolnosťou voči patogénom v rastlinách po ich syntéze, skladovaní, uvoľňovaní a konverzií na obranné zlúčeniny prostredníctvom hydrolýzy. Bolo zistené, že glukosinolátové deriváty majú významný farmakologický potenciál, vrátane antimikrobiálnych, antioxidantných, protirakovinových a protizápalových vlastností, ako aj

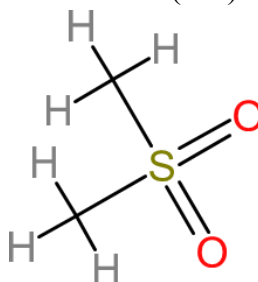
antihypercholesterolemických, antihyperglykemických, protidoštičkových, imunomodulačných, srdcových a neuroprotektívnych účinkov. Glukosinoláty sú považované za biologicky neaktívne vo vode rozpustné zlúčeniny, ktoré sú hydrolyzované thioglukozidázou (sprístupnené maceráciou tkaniva, tj. žuvaním či krájaním) alebo alternatívnymi thioglukozidázami nachádzajúce sa v črevnej flóre. Napriek dôkazom (väčšinou na zvieratách), že thiokyanáty inhibujú príjem jódu, boli v nedávnom výskume [12] naznačené minimálne nepriaznivé riziká pre zdravie štítnej žľazy u ľudí, ktorí konzumujú pravidelne košťálovú zeleninu. Doteraz je sinigrín jediným známym glukosinolátom, ktorý po hydrolýze tvorí izothiokyanáty (tj. alylizoithiokyanáty) aj thiokyanáty (tj. alylthiokyanát). Práve tieto biologicky aktívne deriváty sú zodpovedné za sírnatú vôňu a chuť tejto zeleniny. Medzi deriváty po hydrolýze, ktoré získali najväčšiu známosť pre potenciálne zdravotné prínosy, patria izothiokyanáty a indoly. Medzi najviac študovanejšie metabolity a ich deriváty patria z izothiokyanátov glukorafanín, sinigrín a glukonasturtín a z indolických izothiokyanátov glukobrasícín [11].

Glukorafanín (4-metylsulfinylbutylglukosinolát) a jeho derivát sulforafan je pravdepodobne najlepšie preskúmaná organosírová zlúčenina. Sulforafan je alifatický izothiokyanát, ktorý bol prvýkrát identifikovaný v brokolici ako hlavný induktor cytoprotektívnych enzýmov u myši v roku 1992. Bolo zistené, že sulforafan má ochranné, antioxidantné, imunomodulačné a protizápalové účinky, pričom v niekoľkých recenziách bol uvádzaný jeho potenciál pre rakovinu, srdce a cievy. Rôzne modely hlodavcov identifikovali pozitívne kardiometabolické zmeny pri podávaní sulforafanu, vrátane hypertenzie, aterosklerózy, kontroly hladiny glukózy a zmiernenie diabetických komplikácií. Tieto účinky sú často spojené s aktiváciou nukleárneho faktoru erytroidov 2-relatovaný faktor (Nrf2) a súvisiacich následných účinkov [11].

Sinigrín (2-propenyl-glukosinolát) je alifatický glukosinolát, ktorý sa nachádza v brokolici, ružičkovom keli a horčičných semienkach [11]. Štúdia [13] naznačuje, že sinigrín má protirakovinové, antimikrobiálne, antioxidantné a protizápalové účinky, vlastnosti pri hojení rán a podobne ako mnohé glukosinoláty pôsobí ako prírodný pesticíd. Štúdia [14] na myšiach uvádza, že sinigrín znižuje rôzne aterosklerotické markery. Po hydrolýze tvorí glukobrasícín vysoko nestabilný indol-3-karbinol (I3C) a jeho kondenzovaný 3,3-diindolylmetán (DIM).

2.2 Methylsulfonylmetán

Methylsulfonylmetán (Obr. 3) sa skladá zo síry, kyslíka a metylových skupín a je prirodzeným zdrojom síry v strave. Terapeutická zlúčenina MSM je biela kryštalická látka s obsahom 34 % síry. V niekoľko štúdiách [9; 15] bolo zistené, že síra z MSM môže byť zabudovaná do SAA, proteínov a rôznych tkaní. V perorálnom podaní MSM sa rýchlo vstrebáva, dobre distribuuje a úplne vylučuje z tela, čo je uvedené z predchádzajúceho farmakokinetického a metabolického výskumu [16]. U ľudí vykazuje sérové hladiny MSM vzostup a pokles, čo odpovedá pomerne rýchlemu vstrebávaniu zo žalúdka (počas 1 hodiny) a následnému pomalšiemu vylučovaniu z krvného obehu (v priebehu 1 až 2 dní). Zdá sa, že perorálny MSM sa vstrebáva bez priameho vplyvu na metabolizmus sulfátov v závislosti na dávke [9]. Výskumy [17; 18; 19; 20] naznačujú, MSM samotný alebo spolu s glukozamínom znižuje bolesť a opuchy súvisiace s osteoartrózou (OA) a zlepšuje funkciu kĺbov.



Obrázok 3 Štruktúrny vzorec MSM [21]

V prieskume [22] bolo ukázané, že MSM je relatívne netoxická zlúčenina. Okrem toho nespôsobuje nepriaznivé vedľajšie účinky ani nezvyšuje úmrtnosť. Acetaminofen (APAP), známy ako paracetamol je bezpečné, účinné a široko používané analgetikum a antipyretikum. Predávkovanie však môže vyvolať závažnú hepatotoxicitu. Keď sa zväžia základné mechanizmy poškodenia pečene vyvolaného APAP a nedostatok síry; účinok MSM na zníženie voľných radikálov naznačuje, že premedikácia MSM môže zabrániť hepatotoxicite spojenej s predávkovaním APAP. Bolo uskutočnené skúmanie potenciálneho ochranného účinku predbežnej liečby MSM proti hepatotoxicite vyvolanej APAP u potkanov. Predbežná liečba 100 mg/kg MSM počas jedného týždňa pomohla zmierniť toxické následky v pečeni spôsobené APAP. Schopnosť MSM zmierniť toxicitu pečene indukovanú APAP je čiastočne spôsobená pôsobením ako činidla donorujúceho síru na syntézu nového cysteínu, ktorá obmedzuje rýchlosť prekursora produkcie glutatiónu (GSH) Nielenže sa MSM používa na zlepšenie zdravia kĺbov, ale aj môže byť účinný pri sezónnej alergickej nádche, intersticiálnej cystitíde, autoimunitných ochoreniach a chemoprevencií rakoviny [23]. V štúdií [24] bolo stanovené, že má protizápalové a antioxidačné vlastnosti.

Hoci MSM po požití vykazuje antioxidačné účinky *in vivo*, samotná molekula neovplyvňuje priamo oxidačnú aktivitu. Namiesto toho MSM znižuje produkciu reaktívnych foriem kyslíka a dusíka (RONS) v tele. K tomu, aby MSM v tele dosiahol účinnej hladiny, je potrebné opakovaných dávok po dobu najmenej jedného týždňa. Táto vlastnosť vyplýva z jeho rýchlej absorpcie a pomalšieho vylučovania. Na zvieracích modeloch bolo stanovené, že MSM zvyšuje antioxidačnú kapacitu buniek v porovnaní s placebo, čo naznačuje prítomnosť ochranných fyzikálnych dráh. Súčasne sa odporúča sledovať účinky MSM v reálnom prostredí [23].

Withee a spol. [23] predpokladali, že suplementácie MSM v dávke 3 g/deň po dobu troch týždňov znižuje oxidačné poškodenie vyvolané intenzívnym cvičením, a že úbytok oxidačného stresu vedie k poklesu svalového poškodenia a následne zmiernuje bolesti svalov a kĺbov. Ukázalo sa, že suplementácia MSM môže síce zmierniť bolesť svalov a kĺbov vyvolané cvičením na klinicky relevantnej úrovni, ale naopak neznižuje markery oxidačného stresu alebo poškodenia svalov po cvičení z úrovne pred cvičením. Stále nie je isté, či redukuje oxidačný stres a poškodenie svalov vyvolané cvičením oproti hodnotám pred tréningom, alebo či sa výsledky pozorované v predošlom výskume vzťahujú iba na úzku populáciu.

Ďalej bolo preukázané vo výskume [25], že perorálna suplementácia MSM ovplyvňuje kožu na genetickej úrovni spôsobom výberu génu zodpovedného za zápal, kožnú bariéru, hydratáciu a génov podieľajúce sa na štrukturálnej integrite kože v súvislosti s procesom starnutia.

Hormonálna nerovnováha, zápaly, fajčenie, vystavovanie sa UV žiareniu a stresovým faktorom životného prostredia prispievajú k starnutiu pokožky produkciou ROS, poškodzujúce bunecné membrány, proteíny a DNA. Voľné radikály, tvorené molekulami kyslíka s nepárovým elektrónom, vyvolávajú zmeny v génových expresných dráhach, prispievajúc k degradácii kolagénu a hromadeniu elastínu charakteristických pre fotostarnutie kože. Kvôli preťaženiu oxidačným stresom a produkcií voľných radikálov vedie k rozpadu spojivových tkanív a kolagénu. V tomto prípade sa uvoľnia chemické látky, čo speje k bunecným a molekulárnym dejom, ktoré sa prejavujú ako známky starnutia tvorbou vrások, nerovnomerným tónom pleti, dyspigmentáciou, imunosupresiou, fotokarcinogénou a ochabnutou pleťou. Protizápalové vlastnosti MSM majú veľký potenciál pre podporu zdravia kože znížením poškodenia zápalových kaskád. Ukázalo sa, že 16 týždňov perorálneho podávania 3 g/deň MSM je vysoko účinný pri redukcii jemných

liniek, vrások a zlepšenie vzhľadu a stavu pokožky. A taktiež dávka 3 g/deň doplnku je účinnejšia než nižšia dávka 1 g/deň, avšak je dostatočne účinná pri znižovaní známok starnutia tváre. Obrázok 4 viditeľne ukazuje príklad redukcie vrások o 1 g/deň perorálneho doplnku [26].



Obrázok 4 Fotografický príklad subjektu s nižšou koncentráciou MSM doplnku jasne ukazuje zmäkčenie vrások po 16 týždňoch, upravené podľa [26]

2.3 Chondroitín sulfát

Chondroitín sulfát (CS) je hlavnou zložkou extracelulárneho matrixu (ECM) mnohých spojivových tkanív, vrátane chrupaviek, kostí, kože, väzov a šliach. Je to typický sulfátovaný glykozaminoglykán, tvorený stovkou alebo viacerými opakujúcimi sa disacharidovými jednotkami, ktorými sú N-acetylgalaktozamínové zvyšky, substituované v rôznej miere sulfátom pripojeným k 4- či 6-hydroxylovým polohám, ktoré sa striedajú v glykozidických väzbách s kyselinou glukurónovou substituovanou sulfátom na 2- a zriedkavo 3-hydroxylové polohy [27; 28].

Chondroitín je komplexný polysacharid a najbežnejšie typy CS sú CS-A a CS-C, ktoré možno extrahovať z chrupavky suchozemských zvierat a morských rýb, ako sú chrupavky hovädzieho dobytku, prasiat, kurčiat a žralokov. Zloženie CS týchto extraktov sa medzi týmito zdrojmi líši. Chondroitín môže znižovať aktivitu enzýmov a látok, ktoré rozkladajú kolagén v kĺboch. A taktiež má niekoľko protizápalových vlastností. Výskumom na zvieratách bolo spozorované, že chondroitín môže zabrániť rozpadu chrupavky a takisto stimulovať opravné mechanizmy [15; 28].

Nedávno bolo potvrdené [28], že CS má protizápalovú aktivitu. Môže to byť symptomatický pomaly pôsobiaci liek proti osteoartritíde. Ako biomakromolekula nedokáže vstúpiť do chondrocytov a okrem toho boli *in vitro* a *in vivo* skúmané antitrombusové, antikoagulačné, antioxidantné, antidiabetické, antiobezitné a iné biologické aktivity. Tiež je predpokladané,

že CS je prospešný pre patologické stavy súvisiace s kĺbmi, podporuje tvorbu a hojenie kostí a potláča proces novotvorby krvných kapilár a rast nádoru. V jednej špecifickej štúdii [29] bolo zistené, že CS reguluje krvné lipidy, lieči aterosklerózu a moduluje opravu a regeneráciu centrálného nervového systému. Bolo odhalené, že CS má antioxidačné vlastnosti *in vitro* vo fibroblastoch ľudskej kože a *in vivo* pri artritíde vyvolanej kolagénom u potkanov. Poskytuje CS ochranu pred peroxidom vodíka a superoxidovými aniónmi. A má aj antiapoptotické vlastnosti *in vitro* aj *in vivo*. Bolo preukázané, že 200 mg/ml CS znižuje citlivosť králičích chondrocytov na apoptózu [27].

Vedľajšie účinky chondroitínu, ktoré sú zvyčajne mierne ale nie časté, môžu zahŕňať žalúdočné ťažkosti, bolesti hlavy, zvýšenú črevnú plynatosť, hnačku a vyrážky. Teoreticky môže chondroitín zvýšiť riziko krvácania, ak sa užíva s antikoagulanciou. A ľudia s astmou by chondroitín mali užívať opatrne, z dôvodu možného zhoršenia problémov s dýchaním [15].

2.4 Glukozamín sulfát

Glukozamín je vyrobený z mäkkýšov. Glukozamín sulfát (GS) je typ glykozaminoglykánu (GAG), aminosacharid, ktorý sa používa na liečbu osteoporózy, artritídy a reumatoidnej choroby, jednej z funkcií dávky GS pri stimulácii biosyntézy proteoglykánov, ktoré udržujú výkon kĺbov, inhibujú jeho rozpúšťanie a stimuluje regeneráciu chrupavky po vystavení poškodeniu [15; 30]. Glukozamín a chondroitín sú nevitamínové, neminerálne doplnky s protizápalovými vlastnosťami, ktoré sa spolu i samostatne užívajú v jednom dennom doplnku a niekedy aj spojené s MSM vid' Obr. 5 [31].

Výskum [30] skúmal účinok extraktu proteínovej zlúčeniny vybraného druhu krevety *Metapenaeus affinis* proti nefrotoxícite indukovaná GS u samcov potkanov. Výsledky doložili, že extrakt z kreviet poskytol podstatné zníženie hladín nefrotoxicity vyvolanej GS v parametroch funkcie obličiek (kyselina močová, kreatinín, močovina v krvi) potkanov.

Podľa farmakologickej štúdie vo výskume [30] sa GS u ľudí absorbuje do pečene, obličiek vrátane kostrových tkanív a kĺbovej chrupavky cez lúmen gastrointestinálneho traktu. Medzi jeho vedľajšie účinky sa zaradzujú vysoký krvný tlak, hyperglykémia, chronická hepatitída a apoptóza spôsobená vysokou koncentráciou GS.



Obrázok 5 Doplnok stravy Jamieson Glucosamine Chondroitin MSM [32]

2.5 Sulfonáty

Aniónické tenzidy prípadne surfaktanty alebo povrchovo aktívne látky (PAL) majú amfifilný charakter reprezentovaný aniónovou skupinou pripojenou priamo alebo pomocou medziproduktov k dlhému uhl'ovodíkovému reťazcu. Nazývané sú aj ako detergenty pre ich čistiacu schopnosť. Medzi ich najviac charakteristické vlastnosti patrí disperzná schopnosť, vysoká penivosť, citlivosť na tvrdosť vody a denaturácia bielkovín. Keď aniónický surfaktant reaguje s vodou, teda disociuje, vznikajú povrchovo aktívne anióny a hydratované kationy napr. kationy alkalických kovov alebo amoniaku. Moderné aniónické PAL tvoria vo veľkom množstve alkylbenzénsulfonáty a iné sulfonáty na báze alkylarénov. Látky fosílného pôvodu sú zdrojom uhl'ovodíkov: ropa, zemný plyn a uhlie [33].

Alkylarylsulfonáty

Alkylarylsulfonáty sú najdôležitejšou skupinou aniónových látok, ktoré majú využitie v širokej škále v spotrebiteľských a priemyselných aplikáciách. Vyrábajú sa sulfonáciou alkylovaných arómatov, zahrňujúce alkylbenzény, toluén, xylén, kumén, alkylnaftalény a alkylfenoly. Najväčšie využitie alkylbenzensulfonátov majú ako surfaktanty v domácich detergentoch a toluén-, xylén-, a kuménsulfonáty (sodné a amónne soli) ako hydrotrópy na podporu rozpustnosti aniónických PAL v tekutých detergentoch [34].

Alfa-methylester sulfonáty

Alfa-methylester sulfonáty sa vyrábajú priamou sulfonáciou metylesterov mastných kyselín, po ktorej nasleduje reakcia s bázou alkalického kovu za vzniku solí. Methylestery sú zase odvodené z prírodných tukov a olejov (napr. loj, palmový olej, palmojadrový olej a kokosový olej). Pre získanie najkvalitnejšieho produktu z tukov a olejov sa obsah

karboxylových kyselín pohybuje v rozmedzí C12 až C18. Kokosové a palmojadrové oleje, triglyceridy mastných kyselín C12 až C14, sa používajú na premasťenie (pridanie extra oleja) mydiel, výrobu väčšiny PAL, tradičné mydlá, pracie prostriedky, šampóny, perličkové kúpele, kozmetiku a špeciálne aplikácie [34].

Sulfojantarany

Sulfojantarany, mierne zo všetkých aniónických tenzidov, sú sodné soli alkylesterov kyseliny sulfojantaranevej a podobajú sa alkylsulfonátom. Sú dvojakého typu: monoestery a diestery. Jedná sa o dve chemicky odlišné skupiny produktov, získané reakciou anhydridu kyseliny maleínovej s molekulami nesúcimi hydroxylové skupiny s následnou sulfonáciou medziproduktu, esteru. Sulfojantarany sú veľmi zaujímavé pre ich isté vlastnosti ako je penivosť, silné zmáčanie, emulgačné a rozpúšťacie vlastnosti, mimoriadna povrchová aktivita, vysoká účinnosť pri znižovaní povrchového napätia, biologická odbúrateľnosť, veľká jemnosť a nízka kritická koncentrácia micel (CMC). Používajú sa v rôznych typoch čistiacich prípravkov a osvedčujú sa taktiež v textilnom, polymérnom, natieračskom, kožiarskom, polygrafickom, poľnohospodárskom priemysle a maliarstve. Dôvod prečo sú zvolené pre tieto aplikácie, je ich jemnosť, univerzálnosť a nízka cena. A zároveň môžeme nájsť využitie aj v mnoho kondicionéroch a šampónoch proti lupinám vid' Obr. 6. Sulfojantaránové diestery sa v prostriedkoch osobnej hygieny vyskytujú len zriedka, kvôli zlému peneniu, dráždivosti a nízkej rozpustnosti. V priemysle sa používajú ako zmáčadlá a dispergátory. Naopak sulfojantaránové monoestery sú ideálne pre prostriedky v osobnej hygiene, vďaka dobrej penivosti a šetrnosti k pokožke a očiam [35].



Aqua, Cocamidopropyl Betaine, Coco-Glucoside, Disodium Lauryl Sulfosuccinate, Glycerin, Aloe Barbadensis Leaf Juice, Glyceryl Oleate, Triethylene Glycol, Benzyl Alcohol, Propylene Glycol, Argania Spinosa Kernel Oil, Opuntia Ficus Indica Seed Oil, Magnesium Nitrate, Magnesium Chloride, Parfum

Obrázok 6 Komerčný šampón No Gunk Fig Barbary Amber s obsahom laurylsulfosukcinátu disodného [36]

Acylicizetionáty

Acylicizetionáty sú založené na esteroch mastných kyselín kyseliny izetionovej (2-hydroxyetánsulfónová kyselina). Vyrábajú sa acyláciou izetionátu sodného

(2-hydroxyetánsulfonát sodný) mastnou kyselinou (napr. odvodené od kokosového oleja či kyselinou stearovou) s použitím kyseliny stearovej ako reakčného média. Reakciou etylénoxidu s hydrogénsiričitanom sodným sa zase získa spomenutý izetionát sodný. Charakteristické vlastnosti acylizetionátov sú, že zanechávajú na pokožke hladký a hodvábnny pocit, majú dobré zmáčacie, penivé, emulgačné a dispergačné vlastnosti, odolnosť voči tvrdej vode, a sú kompatibilné s mydlami mastných kyselín. Vďaka tomu sú vhodné v syntetických mydlách a kozmetických aplikáciách. Takým dobrým príkladom je kokosový acylizetionát sodný (kokoylizetionát sodný) vid' Obr. 7, ktorý sa primárne používa v syntetických detergentných mydlách (syndet), detských mydlách, tekutých mydlách na ruky, čistiacich krémoch, bublinkových kúpeľoch a šampónoch. Sám o sebe slúži aj ako dobrý prací prostriedok a funguje dobre v kombinácií s mydlom [34].



Sodium Cocoyl Isethionate, Sodium Coco Sulfate, Butyrospermum Parkii Butte, Urtica Dioica Extract, Lactic Acid, Theobroma Cacao (Cocoa) Seed Butter, Illite, Persea Gratissima Oil, Sapindus Mukurossi Powder, Inulin, Citrus Limon Peel Oil, Citrus Reticulata Peel Oil, Mentha Spicata Crispa Herbal Oil

Obrázok 7 Komerčný tuhý bylinný šampón Libebit Reetha s obsahom kokoylizetionátu sodného [37]

Acyltauráty

Acyltauráty (acylaminoalkánsulfonáty) sa štruktúrne i funkčne podobajú izetionátom. Líšia sa v tom, že sú estersulfonáty nahradené amidsulfonátmi, pomenované ako deriváty taurínu (kyselina 2-aminoetánsulfónová), inak nazývané aj tauridy. Amidová funkčná skupina dodáva taurátom zlepšenú chemickú, hydrolytickú a tepelnú stabilitu. Vlastnosti taurátov sú podobné ako u izetionátov, že sú jemné na pokožku, majú dobrú penivosť, dispergáciu, detergentné a emulgačné vlastnosti, kompatibilitu s inými PAL atď. Sú obsiahnuté v pracích prostriedkoch, produktoch osobnej starostlivosti, ďalej sú používané k farbeniu a konečnej úprave textílie a v poľnohospodárskych zmáčateľných práškoch. V kombinácií s kokamidopropylbetaínom sa často používa na zahustenie formulácií. A ako sekundárne tenzidy slúžia na doplnenie vlastností primárnych tenzidov, napríklad na zvýšenie viskozity [34].

2.6 Sulfáty

Pojem sulfáty (sírany) v surfaktantoch sa vzťahuje na soli kyslých esterov kyseliny sírovej ($R\text{-OSO}_3M$), kde M je označenie pre kation alkalického kovu, zvyčajne sodný (Na^+) a amónny kation (NH_4^+). Sulfátová esterová skupina je citlivá na hydrolýzu v kyslom prostredí a menej tepelne stabilná ako sulfonáty. Pretože hydrofóbna alkylová skupina R je pripojená k hydrofilnej skupine síranu kovu cez kyslík. Do kategórie sulfátových tenzidov sú zahrnuté sulfátované alkoholy, alkoholetoxyláty, sulfátované hydroxymastné kyseliny (napr. kyselina ricínolejová), čiastočne hydrolyzované prírodné oleje (mono- a diglyceridy), sulfátované alkanolamidy mastných kyselín a ich etoxyláty a sulfátované monoglyceridy mastných kyselín [34].

Alkylsulfáty

Alkylsulfáty (alkohol sulfáty, alkylsulfátové soli), považované za jednu z najväčších tried syntetických surfaktantov, sa získavajú pomocou zásaditej neutralizácie alkylsírových kyselín (ROSO_2OH). Komerčne sú dostupné alkylsulfáty len ako soli alkalických kovov (Na^+ , K^+) a nie ako alkylsírové kyseliny. Ako PAL sú dobrými detergentmi, emulgátormi a penidlami, vytvárajúce stabilnú, hustú, krémovú penu. Dodecyl alebo lauryl sulfát ako sodná, amónna alebo etanolamínová soľ má bežné využitie ako penidlo v šampónoch, zubných pastách a niektorých detergentoch. Medzi ďalšie vlastnosti týchto tenzidov sú zmáčanie, dispergačné vlastnosti a tolerancia voči elektrolytom. A preto sú zakomponované ako PAL v pracích práškoch a tekutinách, čistiacich prostriedkoch pre domácnosť, univerzálnych čistiacich prostriedkoch, čistiacich prostriedkoch na tvrdé povrchy (podlahy, kúpeľne, koberce a autá), poľnohospodárskych, priemyselných, textilných a plastových aplikáciách [34].

Alkylétersulfáty

Alkylétersulfáty alebo sulfátované étery, východiskovými materiálmi pre tieto PAL sú alkoholetoxyláty/polyetoxyláty (alkoholétery). Štruktúry alkylsulfátov a alkylétersulfátov reprezentované derivátmi laurylalkoholu sú laurylsulfát sodný (SLS) a laurethsulfát sodný (SLES), ktorého použitie je prezentované vybraným šampónom vid' Obr. 8 [34]. Ďalším vedľajším produktom, prítomný v kompozícií alkoholétersulfátov, sú oligoméry odvodené od samotného etylénoxidu, tj. poly(etylénglykol) alebo PEG. Ak sú prítomné v produkte, môžu sulfáty odvodené z PEG spôsobiť výkonnostné nedostatky, pretože tieto PEG sulfáty

fungujú ako hydrotrópy a rušia reakciu PAL na soľ. Počas sulfatácie pri vysokej hladine PEG môže zapríčiniť vysoké hladiny tvorby 1,4-dioxánu [34].

Alkoholétersulfáty obsahujú vysoké množstvo žiadúcich vlastností: dobrá penivosť, detergentné a emulgačné vlastnosti, schopnosť dispergovať vápenné mydlo, reologické spravenie a znášanlivosť s pokožkou. Prejavujú synergiu s inými aniónickými aj neiónickými PAL, čo sa používa na optimalizáciu požadovaných vlastností v rôznych formuláciách spotrebných produktov. Napríklad formulácia obsahujúca kombináciu alkoholétersulfátov a sulfonátov preukázala zlepšenú penivosť a schopnosť dispergovať olej vo všeobecných čistiacich produktoch, miernosť a vyššiu viskozitu kvapaliny v produktoch osobnej starostlivosti. Ďalej majú alkylétersulfáty využitie vo výrobkoch na ošetrovanie tkanín, jemných prácich a oplachovacích prostriedkoch, čistiacich prostriedkoch pre domácnosť (napr. na koberce), tekutých mydlách, sprchových géloch, penových kúpeľoch a najmä šampónoch. Alkylsulfáty a alkylétersulfáty sa v priemyselných aplikáciách používajú ako emulgátory pri emulzných polymerizáciách, antistatické činidlá pre textílie, plasty a pri úprave kovov [34].



Aqua (Water, Eau), Sodium Laureth Sulfate, Sodium Chloride, Cocamidopropyl Betaine, Chamomilla Recutita (Matricaria) Flower Extract, Salvia Officinalis (Sage) Leaf Extract, Melissa Officinalis Leaf Extract, Urtica Dioica (Nettle) Extract, Equisetum Arvense Extract, Rosmarinus Officinalis (Rosemary) Leaf Extract, Humulus Lupulus (Hops) Extract, Sodium Benzoate, Coco-Glucoside, Glyceryl Oleate, Citric Acid, Glycol Distearate, Parfum (Fragrance), Laureth-4, PEG-7 Glyceryl Cocoate, Hydrogenated Castor Oil, Linalool, Hydroxypropyl Guar Hydroxypropyltrimonium Chloride, Sodium Hydroxide, Hexyl Cinnamal, Benzyl Alcohol, Propylene Glycol, Butylene Glycol, Phenoxyethanol, Methyl Benzoate, Potassium Sorbate, CI 47005, CI 42090

Obrázok 8 Komerčný šampón na vlasy Schwarzkopf Schauma, 7 bylín s obsahom laurethsulfátu sodného [38]

2.7 Sírne a síranové minerálne vody

Prírodná minerálna voda je považovaná za mikrobiologicky nezávadnú, keďže je chránená pred akýmkoľvek rizikom znečistenia prostredníctvom fyzikálnych vlastností materiálu zvodnenej vrstvy. Zabezpečuje absenciu hlavných indikátorov kontaminácie (parazity, patogénne mikroorganizmy, *Escherichia coli*, fekálne streptokoky a pod.) pri zdroji, tak ako aj počas uvádzania na trh. Hoci v Európe a v USA existuje veľa kategorizácií minerálnych vôd, v súčasnosti je európskym referenčným bodom na ich klasifikáciu Smernica 2009/54/ES zo dňa 18. júna 2009 o využívaní a predaji prírodných minerálnych vôd [39].

Klasifikácia na základe obsahu minerálov je užitočná na identifikáciu zdravotných vlastností každého druhu [40; 41].

Sírne vody obsahujú minimálne 1 mg H_2S , HS^- , S^{2-} či tiosíranov na liter alebo komplexnú koloidnú sírnu vodu, prezentovanú ako jednoduchý alebo zmiešaný sulfid (alkalický, sýtený, chlórovaný sodík). Síra v sírnatých vodách sa nachádza vo viacerých formách ako je sírovodík, voľný sulfid, sulfidové skupiny a polysulfidové kyseliny. Sírovodík sa dostáva do tela tak, že sa vstrebáva kožou, pľúcami a tráviacou cestou a vylučuje sa kožou, črevami a obličkami. Tieto vody majú stimulačný účinok na sekrečné žľazy kože a slizníc priedušiek. Pri liečbe ochorení pečene (*hepatomegalia*, *dyspepsia*), sleziny (*splenomegalia*), zvýšenia množstva voľnej tekutiny v brušnej dutine (ascites) a niektorých prípadov chronickej horúčky sú užitočné rovnako ako v kúpeľoch so sírnou termálnou vodou, ktoré liečia kožné ochorenia ako psoriáza, pityriáza, ekzémy, svrab, svrbenie a akné. Termálne kúpele sú prospešné pri astme, kašli, reumatizme, dne, chronickej konzumácii alebo slabosti. Inhalačná liečba sírnatou vodou je indikovaná v dýchacích, ušných, nosných a krčných cestách pre účinky protizápalové, antiseptické a znecitlivené na sliznicu horných dýchacích ciest a tracheobronchiálny strom, s hlienom [42].

Lokálna aplikácia sírnych minerálnych vôd bohatých na hydrogénsiričitan má potenciál liečiť poruchy vnútorných orgánov ako je vysoký krvný tlak, ischemia a stavy postihujúce obličky či nervový systém. Aplikovanie tejto sírnej vody na pokožku vo forme vyzretého bahna alebo peloidu, môžu posilniť jej účinky. Absorbovanie cez kožu spôsobuje vazodilatáciu (rozšírenie ciev), analgéziu (odstránenie bolesti), inhibíciu imunitnej odpovede a keratolytické účinky znižujúce odlupovanie vrchnej vrstvy pokožky (deskvamácia). Ďalšie účinky sírnej minerálnej vody sú priaznivé protizápalové, keratoplastické a proti svrbeniu. Terapeutické vlastnosti minerálno-liečivých vôd sú určené ich prirodzenými vlastnosťami, čo znamená, že nie je možné ich chemicky upravovať, iba modifikovať jednoduchými fyzikálnymi prostriedkami. Sírne pramene využívané v balneoterapii majú tendenciu mať nízke koncentrácie sulfidov. Napríklad v Španielsku je koncentrácia sulfidov maximálne 45 mg/l, a preto sa nepovažujú za toxické [43].

Síranová minerálna voda je definovaná prítomnosťou síranového aniónu s rôznymi kationmi. Pitie minerálnej vody bohatej na síran horečnatý a síran sodný môže priniesť významné výhody pre zdravé trávenie, v zmysle zlepšenia príznakov zápchy, celkového vyprázdňovania a konzistencie stolice. Síran je nevyhnutnou živinou pre mnohé metabolické

a bunkové procesy, najmä pri raste a vývoji plodu. Z tohto dôvodu sú síranové minerálne vody alternatívnou voľbou stravy tehotných žien [40].

Vysoký obsah síranových aniónov navyše prepožičiava minerálnym vodám mierne horkú chuť. V klinických terapiách môžu síranové minerálne vody nájsť využitie rôznymi spôsobmi podávania ako je hydropinoterapia, spočívajúca v pití kúpeľnej minerálnej vody na liečebné účely, balneoterapia, bahenná terapia a bahenná balneoterapia, inhalačná alebo irigačná krenoterapia. Cyklus inhalačnej alebo irigačnej krenoterapie pozostáva z 12 aplikácií po 10 až 15 minútach kúpeľných minerálnych vôd formou priameho prúdu, vlhkej hmly, suchých inhalátorov, a vpúšťania plynu do stredného ucha. Síranové minerálne vody môžu byť užitočné pri liečbe chronických zápalov a podráždených horných i dolných dýchacích ciest. U dermatologických ochorení, vrátane plakovej psoriázy, atopickej dermatitídy a akné môže síranová minerálna voda predstavovať užitočnú terapeutickú stratégiu vďaka protizápalovým, zmiernujúcim a antioxidantným účinkom [44].

V štúdií [45] boli predložené protizápalové účinky minerálnych vôd síranu sodného na ľudskú pokožku pri zápalových reakciách spôsobených priamou aplikáciou dráždivých chemikálií. Pri svalových poruchách podávanie bahennej balneoterapie alebo balneoterapie súviselo s citlivými zlepšeniami v zmysle zníženia bolesti, stuhnutosti a funkčných obmedzení pri vykonaní každodenných aktivít [44].

Výhody kúpeľnej medicíny vďaka kombinácií fyzikálnych (teplo, mechanické pôsobenie vody, osmotické javy) a chemických (prítomnosť aktívnych iónov) vlastností a psychologických účinkov (pocit pohody, hydratácia, relaxácia od každodenného stresu), sú dobre známe. Preto môže byť liečba síranovými minerálnymi vodami pri viacerých chronických ochoreniach cennou, pomocnou alebo doplnkovou terapiou, schopnou poskytovať podporu pri klinickom a psychologickom manažmente viacerých pacientov [44].

3 VPLYV SÍRY NA LUDSKÉ ZDRAVIE

Síra, jedným z najbežnejších minerálov v ľudskom tele, dokáže bojovať proti baktériám spôsobujúcim akné, ale ostáva otázkou, čo by sa stalo keby sme mali bez nej fungovať [46]. Bestie Health [46] vo videu špecifikuje 7 príznakov z nedostatku síry, ako sú strata pamäti, obezita, kardiovaskulárne ochorenie, chronický únavový syndróm, toxíny v pečeni a problémy s funkciou buniek. Ďalšími signálmi nedostatku síry v organizme sú práve bolesti kĺbov, zlá kvalita nechtov a vlasov [1]. V druhom videu od Bestie Health [47] sú zase odkryté informácie o síre, že je potrebná aj pre ľudské telo, väčšinou sa to prehliada, čo je šokujúce, pretože jedna z kľúčových úloh je aj udržiavanie zdravej pokožky.

3.1 Síra vo výžive človeka

V súčasnosti neexistuje odporúčaná diéta pre síru, avšak je odporúčaný denný príjem aminokyselín obsahujúcich síru. Napríklad príjem esenciálnej sírovej aminokyseliny metionínu (v kombinácii s cysteínom) sa odporúča na 14 mg/kg telesnej hmotnosti. Dôležité je poznamenať, že odporúčania odrážajú vnímanú podpornú úlohu síry, za predpokladu, že potreby budú uspokojené prostredníctvom nepriamych zdrojov, ako je metionín [9].

Potraviny vo všeobecnosti obsahujú stopové množstvá prchavých zlúčenín síry, čím prispievajú k dobrej alebo zlej chuti v jedle a majú silný zápach. Varené potraviny zvyčajne obsahujú množstvo heterocyklických zlúčenín síry, ako sú tiazoly, tiofény a tiazolíny. Iné varené potraviny ako je chlieb, zemiakové výrobky, orechy, pukance, syr a káva tiež majú v sebe veľa zlúčenín síry. V ovocí, zelenine a mliečnych výrobkoch boli zase nájdené alifatické tioly, a viac ako polovica prchavých zlúčenín v cesnaku, cibuli, póre a pažitke obsahuje taktiež síru [48].

Glukosinoláty sa nachádzajú v bežných jedlých rastlinách, ako je brokolica, kapusta, karfiol, repka olejná, horčica a chren [49]. Doplnky GS sú odvodené z chitínu, látka v pancieroch kreviet, homárov a krabov. Chondroitín sulfát, zložený z lineárnych opakujúcich sa jednotiek D-galaktozamínu a kyseliny D-glukurónovej, sa nachádza v chrupavke, kostiach, koži, rohovke a stene tepien. Zdroje používané vo výživových doplnkoch zahŕňajú hovädzie, bravčové a žraločie chrupavky a veľrybie septum. Metylsulfonylmetán sa vyskytuje v ovocí, lucerne, kukurici, paradajkách, čaji, káve, v mlieku z hovädzieho dobytká aj človeka a taktiež i v ľudskej moči (4 až 11 mg/deň MSM sa normálne vylučuje močom). Tabuľky 3 a 4 načrtávajú klinické indikácie a dávkovanie dôležitých SAA [50]. Informácie o podrobnejšom rozbere organických zlúčeninách síry sú uvedené v kapitole 2.

Tabuľka 3 Klinické indikácie a dávkovanie dôležitých SAA [50]

Sírová výživa	Terapeutické indikácie	Dávkovanie
Cysteín	Na zvýšenie glutatiónu; na chelatovanie medi a zníženie hladín medi v pečeni	Optimálny denný príjem závisí od vystavenia toxínom. Použitie srvátkový proteín alebo iný zdroj bielkovín s vysokým obsahom SAA.
Metionín	Ako prekurzor S-adenozylmetionínu	Adekvátny denný príjem sa pohybuje medzi 1500 mg a 9000 mg. Užíva sa s B12 a folátom, aby bolo zabránené zvýšeniu hladiny homocysteínu
	Otrava acetaminofénom	2–5 g perorálneho metionínu každé 4 hodiny až do celkovej dávky 10 g
	Parkinsonová choroba	1 g/deň spočiatku, potom zvýšenie na 5 g/deň; znížiť dávku, keď dôjde k zlepšeniu
	Etanolová detoxikácia	500 mg TID (trikrát denne)
	Tuková pečeň (zabraňuje stukovateniu pečene prostredníctvom transmetylácie na tvorbu cholínu, nedostatok cholínu prispieva k stukovateniu pečene, cirhóze pečene a zhoršenej funkcii pečene)	500 mg TID

Tabuľka 4 Klinické indikácie a dávkovanie dôležitých SAA [50]

Sírová výživa	Terapeutické indikácie	Dávkovanie
Taurín	Kongestívne srdcové zlyhanie	1,5–4 g/deň
	Cukrovka	1,5–4 g/deň
	Prevenia makulárnej degenerácie a iných očných problémov súvisiacich s vekom	1,5–4 g/deň
	Inhibícia agregácie krvných doštičiek	1,5–4 g /deň
	Hypercholesterolémia	1,5–4 g/deň
	Epilepsia	200 mg/kg IV
	Alzheimerova choroba	1,5–4 g/deň
	Alkoholizmus	0,5 g/kg
	Cystická fibróza	30 mg/kg pre steatózu
Glutatión	Doplnok k liečbe rakoviny cisplatinou	1,5–2,5 g/m ² IV (priamo do žily) alebo 600 mg IM (injekčne do svalu)
	Optimálne stárnutie	600–1200 mg/deň redukovaného glutatiónu perorálne
	Kardiovaskulárne ochorenie	600–1200 mg/deň redukovaného glutatiónu
	HIV	600–1500 mg/deň redukovaného glutatiónu
	Mužská neplodnosť	600 mg IM
MSM	Autoimunitné poruchy	6–8 mg/kg/deň
	Zápalové a degeneratívne ochorenia kĺbov artritída	2000–3000 mg/deň počas najmenej 6 týždňov
	Intersticiálna cystitída a iné poruchy močového mechúra	30–50 ml nakvapkaných do močového mechúra
	Hojenie atletických zranení	2000–4000 mg/deň

3.2 Prejavy nedostatku síry

Nedostatok síry môže viesť k mnohým zdravotným problémom. Síra pomáha pri reprodukcií glutatiónu, čo je hlavná detoxikačná molekula a dôležitý antioxidant v tele, chrániť bunky pred poškodením, a tiež vytvárať spojivové tkanivá, ktoré podporujú kĺby. Bez dostatočného množstva vyvoláva pocit bolesti. Nahromadené toxíny, ktoré oslabujú imunitný systém a preťažujú obličky a pečeň, dokáže síra detoxikovať a omladzovať telo, prostredníctvom ich vylučovania. Pre tvorbu vitamínu je síra nevyhnutná, pretože riadi trávenie tučných jedál a rozklad sacharidov, čo súvisí s obezitou. Okrem toho síra a vitamín B uľahčujú

vyučovanie žlče v pečeni. Síra je dôležitá pre syntézu kolagénu, ktorý dodáva pokožke pevnosť, avšak pri prudkom poklese ich tvorby prispieva k starnutiu. Medzi ďalšie zdravotné poruchy spôsobené poklesom síry sú akné, artritída, lámavé nechty a vlasy, kŕče, depresia, ekzém, svrbenie kože a pokožky hlavy, strata pamäti (príklad Alzheimerova choroba), chronická únava, pomalé hojenie rán, srdcové choroby a svalové a kostrové poruchy súvisiace so zápalom [51].

3.2.1 Kožné choroby

Akné (Obr. 9) je charakterizovaná primárnymi léziami na tvári, hrudníku a chrbte, ktoré sa tvoria upchaním kožných pórov masťou, odumretými kožnými bunkami a baktériami. Takéto lézie sú buď nezápalové (otvorené a uzavreté komedóny, tiež nazývané biele a čierne bodky) alebo zápalové (papuly a pustuly). Výsledkom zápalových prejavov akné sú kolonizácie *Cutibacterium acnes* (*C. acnes*) a sú obzvlášť dôležité, kvôli rozvinutiu do uzlín a cýst, čo môže viesť k trvalému zjazveniu. Ďalej je sprevádzané radom ďalších príznakov a symptómov, ako je erytém, deskvamácia, pálenie, svrbenie, abnormálne sfarbenie a bolesť [52]. Akné postihuje viac ako 85 % tínedžerov, no často pretrváva až do dospelosti. Uvádza sa, že sociálne, psychologické a emocionálne poškodenie, ktoré môžu vyplývať z akné, je podobné tým, ktoré súvisia s epilepsiou, astmou, cukrovkou a artritídou [53].

Presná príčina je stále neznáma, aj keď skorá kolonizácia *C. acnes* má pri ochorení dôležitú úlohu, samotný spúšťač a vplyv liečby na priebeh ochorenia zostávajú nejasné. Boli však identifikované 4 prispievajúce patogénne faktory: kolonizácia pilosebaceóznej jednotky *C. acnes*, zápal, seborea a deskvamácia folikulov tzv. hyperkeratóza. Sekundárne faktory pre spustenie či zhoršenie akné môže spôsobiť nevhodná osobná hygiena (používanie abrazívnych mydiel, drsných čistiacich prostriedkov a nadmerné drhnutie), používanie kozmetických prípravkov a zmäkčovadiel (oklúzia pórov môže spôsobiť akneiformnú erupciu), environmentálne faktory (expozícia na prach, špinu, znečisťujúce prvky, zvyšky jedla a pot), vysoký index telesnej hmotnosti a bežné lieky. Kyslý plášť pokožky je základom pre tvorbu bariéry a kožnú antimikrobiálnu obranu a exogénne faktory, ako sú detergenty, kozmetické výrobky, okluzívne obvazy a lokálne antibiotiká, môžu hrať úlohu v patogenéze akné ovplyvňovaním pH pokožky [52].

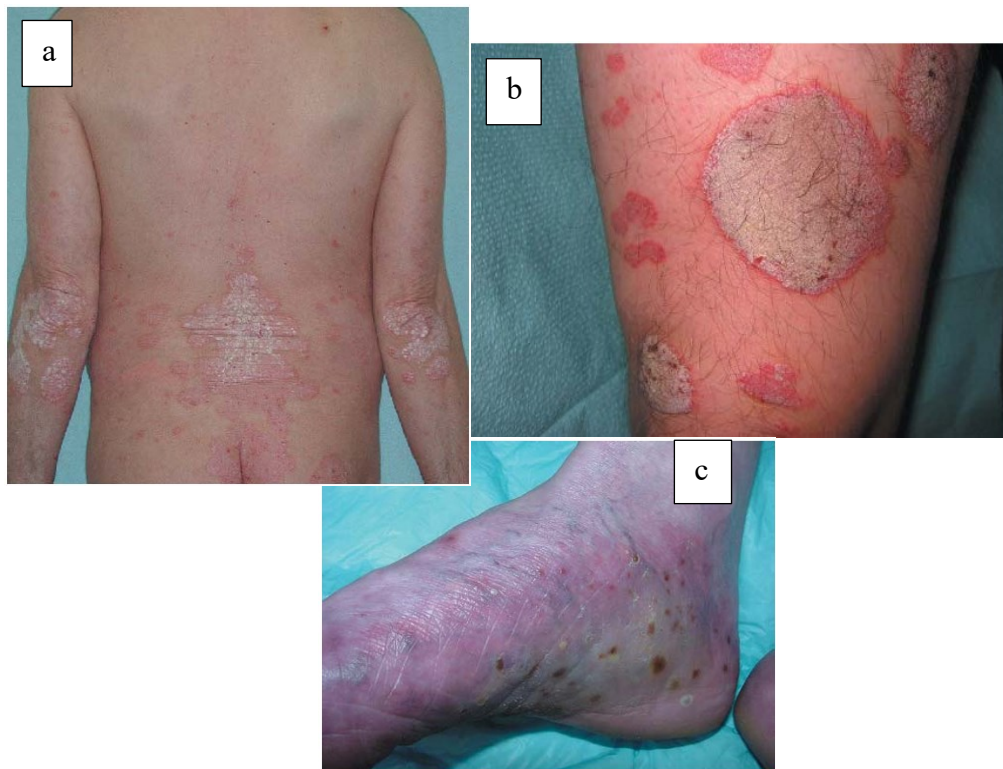


Obrázok 9 Akné [53]

Psoriáza (lupienka) je chronické, zápalové, imunitne sprostredkované, systémové ochorenie kože a kĺbov charakterizované erytematóznymi, šupinatými škvrnami alebo plakmi na koži, ktoré sú výsledkom hyperproliferácie epidermálnych keratinocytov. Postihuje približne 2 % svetovej populácie, môže predstavovať lézie na pokožke hlavy, trupu a povrchoch extenzorov [54]. Ako papuloskvamózne ochorenie má rôznu morfológiu, distribúciu, závažnosť a priebeh. Okrem šupinatých papul a plakov sú ešte ďalšie ochorenia, ktoré možno zvážiť pri diferenciálnej diagnóze, infekcia *tinea*, *pityriasis rosea* a *lichen planus*. Lézie lupienky sú odlišné od týchto jednotiek a sú klasicky veľmi dobre ohraničené, kruhové, červené papuly alebo plaky so sivou alebo strieborno-bielou suchou šupinou. Sú typicky distribuované symetricky na pokožke hlavy, lakt'och, kolenách, lumbosakrálnej oblasti a v záhyboch tela (Obr. 10a). A môže byť psoriatická artritída prítomná v mieste postihnutých nechtov [55].

Najbežnejšou formou lupienky je plaková psoriáza, pri ktorom majú pacienti ostro ohraničené okrúhle, oválne alebo numulárne (veľkosti mince) plaky (Obr. 10b). Na koži obklopujúcej psoriatický plak možno pozorovať biely blanširovací krúžok, známy ako Woronoffov krúžok. Psoriáza postihujúca ohyby je morfologicky odlišná od tradičných plakov inde na trupe a končatinách. Lézie sú bez šupín a javia sa ako červené, lesklé, dobre ohraničené plaky, občas zamieňané za kandidálne, intertrigové a dermatofytové infekcie [55].

Palmoplantar pustulosis (Obr. 10c) sa prejavuje ako sterilné žlté pustuly na pozadí erytému a šupinatosti postihujúcej dlane a chodidlá. Pustuly sú jemné a vyblednú a vytvárajú tmavohnedé sfarbenie s príľnavou šupinou/kôrkou. Tento typ lupienky je často spojená s psoriatickým postihnutím nechtov [55].



Obrázok 10 Lupienka – symetricky rozložené jej lézie na chrbte a lakt'och (a), v numulárnej plakovej forme (b) a palmoplantárnej pustulózy (c) [55]

Ekzém je skupina zápalových stavov kože, ktoré spôsobujú svrbenie, suchú pokožku, vyrážky, šupinaté škvrny, pľuzgiere a kožné infekcie. Existuje 7 rôznych typov ekzémov, atopická dermatitída, kontaktná dermatitída, dyshidrotický ekzém, numulárny ekzém, seboroická dermatitída a gravitačná dermatitída. Na svetlejšej pokožke sa prejavuje tým, že je červená a zapálená, a u tmavších tónov pleti je hnedá, fialová, sivá alebo popolavá. Najčastejším príznakom ekzému je svrbenie. Môže začať počas detstva, dospievania alebo dospelosti. Niektoré z najbežnejších príčin vzniku ekzému sú rodinná anamnéza, vystavenie stresu a určitým environmentálnym spúšťáčom. Bežné spúšťáče ekzému môžu byť niektoré typy mydiel a šampónov spôsobujúce lupiny, výrobky do kúpeľa, umývanie tela a čistiace prostriedky na tvár. Z farbív para-fenylén-diamín, ktorý sa využíva na farbenie kože a dočasné tetovania. Zo spotrebnej chémie to môžu byť pracie prostriedky a aviváže s chemickými prísadami, čistiace a dezinfekčné prostriedky. Z vybraných materiálov vlna alebo polyester v odevoch a plachtách, a kovy najmä nikel v šperkoch alebo nádobách. A taktiež môžu ekzém spôsobiť roztoče a život v špinavých priestoroch [56].

Atopická dermatitída je chronické ochorenie, ktoré spôsobuje zápal, začervenania a podráždenie kože. Nie je nákazlivá, takže sa nemôže šíriť z človeka na človeka. Kvôli extrémnemu svrbeniu kože spôsobené škrabaním vedie k ďalšiemu začervenaniu, opuchu, praskaniu, mokvaniu, tvorbe kôr a šupinateniu. Vo väčšine prípadov sú obdobia, kedy je

ochorenie horšie tzv. vzplanutia a po nich nasledujú obdobia, kedy sa koža zlepšuje alebo úplne vyčistí, nazývané remisie. Liečba môže pomôcť kontrolovať symptómy. U mnohých ľudí sa v dospelosti atopická dermatitída zlepši, ale pre niektorých môže ísť o celoživotné ochorenie [57].

Rúžovka alebo *rosacea* (Obr. 11) je chronické zápalové kožné ochorenie, postihujúce cievy a mazové žľazy, najmä v centrálnej zóne tváre (nos, líca, čelo a brada). Bežnejšie sa vyskytuje u ľudí so svetlou pokožkou, očami a vlasmi, írskoho, škótskeho alebo severoeurópskeho potomstva, a osoby s rodinnou anamnézou. Môže sa prejavíť ako lézie v oblastiach náchylné na poškodenie slnkom, ako sú uši, pokožka hlavy, krk alebo horná časť chrbta. Rôzne prejavy rúžovky sa môžu líšiť od jedného jedinca k druhému, ale jednotlivci musia prezentovať aspoň jeden z primárnych signálov a prípadne vyvinúť nejaké sekundárne signály, aby bolo možné zaviesť diagnózu. Primárne príznaky sú sčervenanie (prechodný erytém), neprechodný erytém (pretrvávajúci), papuly, pustuly a teleangiektázie. Sekundárne príznaky zahŕňajú pálenie alebo štipanie, plaky, suchosť očí, edém, očné prejavy a fymatózne zmeny. Rúžovku ako takú spúšťajú faktory, napríklad návaly horúčavy, zahrňujúce horúce a studené teploty, slnečné svetlo, vietor, horúce nápoje, cvičenie, korenené jedlá, alkohol, lokálne dráždivé látky a menopauza. V skutočnosti príčina ochorenia je neznáma, avšak mikroorganizmy, UV žiarenie a abnormality imunitného systému sú možnými príčinami ochorenia [58].



Obrázok 11 Erytemato-teleangiektatická rosacea [58]

Ľudský svrab je spôsobený roztočom *Sarcoptes scabiei* var. *Hominis*, čo je obligátny ektoparazit, ktorý žije v ľudskej epiderme. Ochorenie je bežné v preľudnených populáciách a prenáša sa blízkym kontaktom koža na kožu alebo sexuálnym kontaktom. Kožné znaky a symptómy sa vyskytujú v dôsledku hypersenzitívnej reakcie na antigény roztočov. U pacientov sa objavuje intenzívne svrbivá erupcia, ktorá narúša spánok a ovplyvňuje kvalitu života [59]. Vhodné liečby a typy kozmetických výrobkov pre dané kožné choroby sú ďalej zhrnuté nižšie.

3.2.2 Zlá kvalita nechtov a vlasov

Pokožka hlavy sa líši od pokožky pokrývajúcej zvyšok tela tým, že má množstvo veľkých vlasových folikulov, ktoré produkujú dlhé, hrubé vlasové vlákna s veľkými mazovými žľazami pripojenými ku každému folikulu, s úzkym spojením prepracovanej siete nervov a krvných ciev. Hlavným znakom všetkých časti kože je, že sa skladajú zo špecifickej triedy proteínov, keratínov, čo sú tiež hlavnou zložkou rohovej vrstvy, vonkajšej časti kože, chrániac vnútorné telo pred jeho prostredím. Keratíny sa vyznačujú vysokým obsahom cysteínu, jedinečnej SAA, ktorá je schopná vytvoriť zosieťovanie medzi proteínovými reťazcami disulfidovými väzbami. Vlasový kmeň, tvorený keratinizovanými bunkami, obsahuje vysoko organizovaný materiál, ktorého orientácia a biochemická štruktúra sú navrhnuté tak, aby vlákno bolo odolné voči rôznym environmentálnym faktorom a útokom, ako je trenie, napätie, ohyb, UV žiarenie a chemické poškodenie. Pigmentácia vlasov je spôsobená melanínom dvoch typov. Eumelanín je najbežnejší a dáva odtiene od hnedej po čiernu farbu. Feomelanín dáva odtiene žltu-blond, ryšavú a červenú farbu. Najvyšší obsah síry vykazuje červený vlasový pigment a najnižší škandinávská blond. Melanínový pigment vo vlasoch a epidermálny pigment, ktorý dodáva pokožke farbu, sú rovnakého typu. Tmavé eumelanínové pigmenty sú považované za fotoprotektívne v *epidermis*, ale feomelanín sa zdá byť menej fotoprotektívny a po ožiarení je dokonca fototoxický [60].

Lupiny, šupinatý stav pokožky hlavy, sú benígne ochorenie, ktoré postihuje približne 45 % ľudskej populácie, bez ohľadu na pohlavie a etnickú príslušnosť. Ako zdroj estetických porúch a kozmetického problému sa nejedná o život ohrozujúcu chorobu ani zdroj bolesti, ale svrbenie je jej takmer stálym spoločníkom [60]. Lupiny sú miernejšou formou seboroičky dermatitídy, čo je premnoženie hubových organizmov, ako sú *Malassezia globosa* a *Malassezia stricta*, z ktorých niektoré majú zápalový stav, ale príčina nie je známa, a na jej patogenéze sa podieľa kvasinka *Pityrosporum ovale*. Správna liečba vyžaduje lieky na predpis a správny výber šampónu, aby sa zabránilo opakovanej tvorbe. Najväčšou výzvou je recidíva, pretože tieto organizmy sú normálnou flórou pokožky hlavy, ale môžu sa rýchlo množiť, pokiaľ nie je zdravý imunitný systém, ktorý využíva kožný maz pre podporu rastu. Maz sa rozkladá na voľné mastné kyseliny, ktoré spôsobujú podráždenie pokožky hlavy a príznaky a symptómy seboroičky dermatitídy. Príznaky a symptómy možno vyvolať aplikáciou kyseliny olejovej, voľnej mastnej kyseliny, na pokožku hlavy citlivých jedincov bez plesňových organizmov. To znamená, že hygiena pokožky hlavy je kľúčom k prevencii seboroičky dermatitídy [61; 62].

Necht je keratínovou doštičkou produkovaný germinatívnym epitelom, rovnako ako bazálne epidermálne bunky produkujú *stratum corneum* kože. Keratinocyty prispievajú ku keratinizácii nechtov a tvrdosť nechtovej doštičky je spôsobená vysokou koncentráciou proteínu sírovej matrice. Väčšina nechtovej doštičky je vyrobená z keratínu dvoch typov, z vlasového („tvrdý“) a epitelového („mäkký“). Okrem nich sú v celej nechtovej jednotke tiež exprimované proteíny asociované so sírovými alebo tyrozín/glycínovými skupinami a proteín trichohyalín. Keratín vlasového typu tvorí 80 % až 90 % a keratín epitelového typu tvorí 10 % z 20 % nechtovej doštičky. Jeho celkový obsah síry je asi 10 % hmotnosti. Predpokladá sa, že disulfidové väzby cystínu v matricových proteínoch výrazne ovplyvňujú tvrdosť nechtov tým, že pôsobia ako lepidlo, ktoré drží keratínové vlákna pokope a vytvára pevnosť v ťahu nechtovej doštičky. Samotné zmeny nechtov v dôsledku podvýživy a iných systémových ochorení sa môžu sekundárne prejavovať z nedostatku určitého vitamínu, minerálu alebo iného stopového prvku (napr. anémia z nedostatku železa) a budú systematicky načrtnuté tým, ktorá časť nechtovej jednotky je postihnutá [63].

Hapalonychia alebo mäkké nechty súvisia s chorobami z povolania, ekzémovými dermatitídami a určitými systémovými chorobami. Niektoré systémové príčiny zahŕňajú hypochromnú anémiu, reumatoidnú artritídu a otravu arzénom. Nutričné nedostatky ako sú vitamíny A, B6, C a D spôsobujú mäkkosť nechtov. *Onychorrhaxis* alebo senilný necht opisuje pozdĺžne vyvýšenie v nechtovej doštičke, ktoré väčšinou súvisia s procesom starnutia. Minerálna nerovnováha, ktorá vedie k senilnému nechtu, zahŕňa anémiu z nedostatku železa, otrava arzénom a nedostatku zinku. *Trachyonychia* opisuje drsné nechtové doštičky s charakteristickou nepriehľadnosťou, krehkými a rozštiepenými voľnými koncami, pozdĺžnym ryhovaním a drsným povrchom. Príčiny často zahŕňajú opakované cykly hydratácie a dehydratácie. Ďalším typickým páchatelom je znížený príjem vody a jedla, čo je časté najmä u starších ľudí [63].

Málo sa vie o tom, ako môžu doplnky výživy ovplyvniť rôzne ochorenia nechtov, avšak syndróm krehkých nechtov je jednou z bežných nechtových porúch. Ide o ochorenie mäkkých, suchých, slabých, ľahko lámavých nechtov, ktoré vykazujú onychorrhexiu a onychoschiziu. Poškodenie nechtov v dôsledku nedostatočnej produkcie medzibunkového cementu môže súvisieť aj so systémovými ochoreniami, nutričnými deficitmi, endokrinnými alebo metabolickými poruchami a dermatologickými stavmi [63].

3.2.3 Kĺbové funkcie

Kostra vrátane kostí a jej kĺbov môže byť postihnutá celou radou ochorení, od zápalov, nezhubných a malígnych kostných nádorov, kostných metastáz z iných orgánov až po poruchy difúzne postihujúce kosti v dôsledku zmien kostného metabolizmu. Na ochoreniach kĺbov sa podieľa mnoho rôznych procesov. Zápal sa však zúčastňuje vo väčšine aspektov, nielen pri systémových autoimunitných poruchách kĺbov, ale aj pri aktivovaných stavoch dosť degeneratívnych stavov, ako je OA. Je to degeneratívne ochorenie kĺbov, klinicky charakterizované bolesťou, stuhnutosťou, kĺbovým výpotokom a stratou pohyblivosti kĺbov. Erózia chrupavkových tkanív z povrchov kĺbov a neschopnosť tkaniva účinne opraviť a regenerovať tieto oblasti vedie k nezvratnej strate funkčnosti kĺbov. Postihuje celý kĺb vrátane synoviálneho zápalu, subchondrálnej kostnej sklerózy a deštrukcie kĺbovej chrupavky [64]. Síra z MSM pomáha vytvárať kolagén a glukozamín, ktoré podporujú stavbu chrupavky. Takisto zabraňuje ich degenerácií a jeho antioxidantné a protizápalové vlastnosti zabraňujú bolestiam kĺbov [47].

3.2.4 Problémy s obezitou

Je známe, že hladiny lipidov v plazme sú kontrolované nielen tukom a sacharidami, ale aj bielkovinami a aminokyselinami v potrave. Síce sa predtým myslelo, že dôležitý je zdroj bielkovín, dôležitejšie sú však samotné aminokyseliny a peptidy zo stráveného proteínu. Spomedzi aminokyselín sa SAA považujú za jedny z najúčinnějších modulátorov metabolizmu lipidov. Metionín zvyšuje HDL (lipoproteín s vysokou hustotou) cholesterol. Cysteín účinne redukuje VLDL (lipoproteín s veľmi nízkou hustotou) cholesterol. Taurín znižuje VLDL cholesterol a mal tendenciu zvyšovať HDL cholesterol. Tieto údaje naznačujú, že príjem SAA majú niektoré prospešné funkcie proti aterosklerotickým ochoreniam a metabolickému syndrómu [65].

Síra je prítomná taktiež v inzulíne, esenciálnom hormóne, ktorý podporuje využitie cukru získaného zo sacharidov ako palivo vo svaloch a tukových bunkách. Zaujímavým sú dve molekuly, ktoré sa nachádzajú v krvnom obehú a v mnohých iných častiach tela: sulfát vitamínu D3 a sulfát cholesterolu. Po pobyte na slnku pokožka syntetizuje vitamín D3 sulfát, formu vitamínu D, ktorá je na rozdiel od nesulfátového typu rozpustná vo vode. Vďaka tomu môže voľne cirkulovať v krvnom obehú a pre transport nie je zapuzdrený v LDL (lipoproteín s nízkou hustotou) cholesterolu. Cholesterol sulfát je tiež syntetizovaný v koži, kde tvorí dôležitú súčasť ochrannej bariéry proti škodlivým baktériám a ďalším mikroorganizmom,

ako sú plesne. Reguluje gén pre proteín nazývaný profilagrín, ktorý je prekurzorom filagrínu a chráni pokožku pred napádajúcimi organizmami. Nedostatok filagrínu je spojený s astmou a artritídou, preto je cholesterol sulfát dôležitý. Rovnako ako vitamín D3 sulfát je rozpustný vo vode a na rozdiel od cholesterolu nemusí byť zabalený v LDL pre transport do tkanív [66].

Vyčerpanie síry z pôdy v poľnohospodárskych oblastiach, najmä v okolí veľkých miest, je hlavnou príčinou nedostatku síry v priemyselných mestách. Hlavným zdrojom síry na Zemi je sopečná hornina a tromi hlavnými dodávateľmi síry pre západné národy a obyvateľstvo sú Grécko, Taliansko a Japonsko. Práve tieto spomenuté krajiny majú nízku mieru srdcových chorôb, obezity a zvýšenú dĺžku života než v nevulkanických oblastiach, kde je množstvo obezity vyššie [66].

3.2.5 Zlyhanie srdca

Zlyhanie srdca (ZS) je hlavnou príčinou úmrtnosti a choroby v západných krajinách. Neuspokojivá kvalita života zdôrazňuje depresiu, prerušenie liečby a nedostatočný príjem živín. A práve zle stravovacie stratégie je u ľudí so ZS s neuspokojivou kvalitou života spojené. Bola vykonaná analýza súčasného stavu nutričných deficitov pri ZS so zameraním na fyziologickú úlohu a prognostický vplyv suplementácie mikroživín [67].

Tiamín, známy ako vitamín B1, pôsobí ako koenzým v oxidačno-redukčných reakciách metabolizmu glukózy a cyklu kyseliny citrónovej a ako koenzým v reakciách katalyzovaných enzýmom pyruvátdehydrogenázou. Aktívna forma tiamín pyrofosfátu sa podieľa na bioenergetických procesoch syntézy adenosíntrifosfát (ATP), produkcie hemoglobínu, syntézy kyseliny γ -aminomaslovej (GABA), imunitných stresových reakcií a genovej expresie. Jeho nedostatok môže súvisieť s alkoholizmom, hemodialýzou, zlou výživou, rakovinou, tehotenstvom a Alzheimerovou chorobou. Beriberiho syndróm je ochorenie spôsobené nedostatkom vitamínu B1 a existujú dva typy, mokré a suché. Mokré beriberi ovplyvňuje srdce a obehový systém. Suché beriberi poškodzuje nervy a môže viesť k strate svalovej sily až paralýze svalov. V západných krajinách je tento syndróm pomerne vzácny a je väčšinou spojený s alkoholizmom a podvýživou alebo s poruchou príjmu a transportu živín (malabsorpciou). Subklinický deficit tiamínu je však bežný u pacientov so ZS pri dlhodobom užívaní furosemidu, vysoko účinného močopudného lieku [67]. Podľa Hanninen a spol. [68], asi jedna tretina hospitalizovaných pacientov postihnutých

chronickým ZS mala nedostatok vitamínu B1 a dokonca aj malé dávky suplementácie (1,5 mg/deň) môžu byť účinné pri znižovaní tohto nedostatku.

Taurín je exprimovaný vo vysokých množstvách v myocytoch, ale jeho funkcia ešte nebola úplne objasnená. Má antioxidantné vlastnosti a reguluje fosforyláciu dvoch kľúčových proteínov myokardu v spojení excitácia-kontrakcia, fosfolambanu a sarkoplazmatickej retikulárnej Ca^{2+} ATPázy (SERCA2), a tiež prispieva k funkcií mitochondriálnych enzýmov. V srdci s nedostatkom taurínu je narušený aeróbnny metabolizmus a jeho nedostatok je spojený so zníženou spotrebou kyslíka, zvýšenou koncentráciou glykolýzy a laktátu a zníženou aktivitou ATP. Taurín môže zabrániť progresii ZS, znížiť kardiotoxicitu vyvolanú škodlivou aktiváciou sympatetického nervového systému a angiotenzínu II. V Japonsku je schválená suplementácia taurínom na liečbu ZS. Napriek tomu sa doteraz nepreukázala jasná súvislosť s výsledkami mortality [67].

3.2.6 Strata pamäti a chronický únavový syndróm

Strata pamäti nie je síce najbežnejším problémom, ale zato je jeden z najškodlivejších. Síra je zodpovedá za zníženie odumierania hipokampálnych buniek, ktoré zaisťujú uchovávanie informácií v mozgu. S pribúdajúcim vekom začínajú však degradovať. V tele bez prítomnosti síry nezostane nič, čo by zastavilo toto odumieranie, a súvisí so stratou pamäti. Ak sa telu dodávajú potraviny bohaté na síru ako je napríklad brokolica, budú tieto bunky chránené a umožnia zapamätať si väčšinu vecí. Mnoho pacientov s Alzheimerovou chorobou má zvyčajne veľmi nízke hladiny síry v tele [46].

Alzheimerova choroba (AC) je hlavnou príčinou demencie u starších ľudí. Ochorenie je klinicky charakterizované progresívnymi a ireverzibilnými kognitívnymi deficitmi a zmenami správania, ktoré ovplyvňujú pamäť, schopnosť učiť sa, aktivity a kvalitu každodenného života. Hlavným rizikovým faktorom pre rozvoj AC je starnutie, hoci sú známe aj niektoré genetické rizikové faktory. Zistilo sa, že cerebrovaskulárne ochorenie a anamnéza cukrovky, hypertenzie, fajčenia, obezity a zvýšených hladín lipidov zvyšujú riziko AC. Zdravý životný štýl je spojený s nižším výskytom demencie. Pretože farmakologická liečba AC je obmedzená, rastie záujem o pochopenie toho, ako by diéta mohla zmierniť riziko a progresiu AC [69].

Medzi vitamínmi B-komplexu sú niacín, tiamín a vitamín B12 spojené so zhoršením duševného stavu, pretože všetky tri vitamíny súvisia s neurologickými syndrómami. Dve dôležité neurologické zmeny, Wernicke Korsakoffov syndróm a pelagra, sú

spôsobené nedostatkom tiamínu a niacínu. Wernicke Korsakoffov syndróm podporuje poškodenie centrálného a periférneho nervového systému s problémami so zrakom a svalovou koordináciou a následnou stratou pamäti, konfabuláciami a halucináciami. Pelagra je charakterizovaná demenciou, hnačkou a symptómami dermatitídy, okrem zmien v centrálnom nervovom systéme, ako je psychická vyčerpanosť a symptómy psychózy vrátane dezorientácie, straty pamäti a zmätenosti. Aj keď kyselina listová nesúvisí priamo s neurologickým ochorením, ale je o ňu a vitamín B12 veľký záujem práve kvôli demenciám, pretože obe sú kofaktormi metabolizmu homocysteínu. Pri jej nedostatku sa môže znížiť koncentrácia acetylcholínu (deficitný neurotransmitter pri AC), alebo môžu súvisieť s vyššou úrovňou oxidačného stresu [69].

N-acetylcysteín (NAC) sa používa ako protijed pri liečbe predávkovania paracetamolom, mukolytikum pri chronickej obštrukčnej pľúcnej chorobe, látka chrániaca obličky pri nefropatiách vyvolané kontrastnou látkou a terapeutický prostriedok pri liečbe HIV. Množstvo dôkazov z poslednej doby naznačuje, že NAC môže mať takisto terapeutické účinky pri mnohých neuropsychiatrických ochoreniach. Mechanizmy účinku NAC sa prekrývajú s patofyziológiou rôznych neuropsychiatrických porúch, vrátane autizmu, závislosti, depresie, schizofrénie, bipolárnej poruchy, Alzheimerovej a Parkinsonovej choroby [70]. N-acetylcysteín nám pomôže zvládnuť depresiu, ktorú sprevádza aj iné poruchy. Keby táto biochemická funkcia bola bez síry, tak telo môže byť v depresii kvôli stresu, a mozog nebude môcť uvoľniť NAC, pretože na jeho vytvorenie nebude dostatok síry. V tomto prípade by sa to muselo kompenzovať inými chemikáliami na dobrý pocit, ale nemusí fungovať tak dobre, aby nahradila NAC [46].

3.3 Oblasti využitia síry v starostlivosti o ľudské zdravie

Balneológia je veda o tom, ako môžu prírodné liečivé zdroje pôsobiť na ľudský organizmus a využíva sa v liečebných metódach kúpeľov. Toto a prírodné minerálne vody, peloidy a klíma zahŕňajú liečebné postupy za účelom uzdravenia alebo regenerácie funkcií zdravia človeka [71]. V koži síra prejavuje svoje pôsobenie v časti *epidermis* a aktívne sa podieľa na syntéze spojivovej tkane a dodáva nechťom, pokožke a vlasom potrebnú štruktúru aby mali zdravý vzhľad. Síra typu lekárskeho (čisteného) je súčasťou kozmetiky a liečivých masť [72].

3.3.1 Balneológia

V skratke je to liečba chorôb kúpaním v termálnej vode. Po stáročia sa používa a dnes je populárna svojou formou liečby dermatologických a reumatologických ochorení. Hoci klíma termálnych stredísk balneoterapie ma priaznivý vplyv na psoriázu a atopickú dermatitídu, tak samotné termálne pramene majú zase potenciál znižovať zápaly kože. Keď sa ešte k tomu pridá fototerapia, teda balneofototerapia, tak sa zvyšujú protizápalové účinky termálnej vody. Balneológia sa ako dôležitá liečebná forma objavila v roku 1800, najskôr v Európe a potom v USA. Celá procedúra balneoterapie zahŕňa ponorenie pacienta do kúpeľov či bazénov s termálnou pramenitou vodou. Tie možno klasifikovať podľa chemického zloženia: hydrogénuhličitanové, síranové, sulfidové, chloridové a stopové kovy slabo mineralizované, alebo podľa teploty: studené nemajú teplotu vyššiu než 20 °C, hypotermické teploty sa pohybujú v rozmedzí 20–30 °C, tepelné zase medzi 30–40 °C a hypertermálne dosahujú teploty nad 40 °C. Okrem toho liečebné režimy balneoterapie sú špecifické pre inštitúciu a neexistujú žiadne štandardizované protokoly na liečbu kožných chorôb. Liečebné strediská môžu používať prírodnú minerálnu vodu alebo roztoky syntetických solí o rôznych koncentráciách (1 % až 30 %) a kompozície v kúpeľoch s teplotou od 30 do 35 °C, i trvanie ponorenia sa líši [73].

Príkladom môžu byť liečebné kúpele Smrdáky na Slovensku. Aby bol sírovodík penetrovaný do organizmu cez kožu, pôsobia na to viaceré faktory: koncentrácia sírovodíka, doba trvania kúpeľa, teplota a pH kúpeľovej vody a stav vlastností kožného povrchu. Keď koncentrácia v pomere síry a vody sú v priamej úmere, stúpa aj resorbcia, ale pri vysokých koncentráciách sa prekračuje terapeutické použitie, pretože sírovodík už dráždi kožu a vznikajú opuchy kože, brzdiace rezorbciu. Na celotelové kúpele sa používa koncentrácia riedená minerálnou vodou 100 mg sírovodíka na liter vody. A na miestne kúpele kvôli hrubšej povrchovej vrstve kože dlaní a chodidiel či premasteniu kapilícia je koncentrácia zvýšená od 125 do 250 mg sírovodíka na liter vody. Maximálna doba trvania kúpeľa je medzi 15–20 minútami. Avšak po prekročení doby, dochádza k extrakcií látok s hygroskopickými vlastnosťami, čím koža nebude môcť viazať vodu a minerálne látky. Optimálna teplota pri tomto kúpeli je 38°C a pri ďalšom zvyšovaní sa sírovodík uvoľní z vody do ovzdušia. Zároveň je potreba dbať na stav kardiovaskulárneho aparátu pacienta, pretože vysoká teplota zvýši akciu srdca asi o 10 tepov za minútu. Pri kyslom pH v kúpeli prevažuje nedisociovaný sírovodík než disociovaný, čo znamená, že pH pri sírnom kúpeli nesmie byť veľmi alkalické. A nakoniec stav vlastnosti kožného povrchu, kde sa prejavujú príznaky porušenej ochrannnej vrstvy pokožky (ako je

dermatitída a ekzém) alebo zvýšeného prekrvenia (ako je erytéma po vystavení sa slnku), je penetrácia sírovodíka vyššia. Znižuje sa vtedy, keď je koža premastená a zabráni jeho unikaniu z pokožky [74].

U pacientov s OA má balneoterapia pozitívny vplyv, čo naznačuje rastúci počet dôkazov, ale je nutné viac štúdií, aby sa určilo, do akej miery by rôzne zložky prítomné vo vodách mohli ovplyvniť jeho účinky. V tomto zmysle sa sírne minerálne vody tradične používajú v lekárskej hydrológii na liečbu ochorení pohybového ústrojenstva, aj keď mechanizmus ich účinku *in vivo* nie je úplne jasný. Balneoterapia v sírinatej vode bola hodnotená na potkanoch experimentálnom modeli OA na bolesť, invaliditu a degeneráciu chrupavky, rovnako ako na aktiváciu katabolických a oxidačných dráh. Výsledky preukázali priaznivý vplyv balneoterapie vo vode bohatej na síru, ktorá vedie k zníženiu poškodenia chrupavky a oxidačného poškodenia na experimentálnom modeli OA [75].

Sírne vody je celkový názov pre skupiny prírodne minerálnej vody so sulfátom a sírovodíkom a rozpustné sírne zlúčeniny. Osvedčenie Ministerstva zdravotníctva Českej republiky udáva podmienku obsahu titrovateľnej síry nad 2 mg/l prírodnej minerálnej vody. Sírne sulfátové vody majú mnoho rôznych foriem v závislosti od prítomnosti sodíka, horčíka alebo iných prvkov, sú vhodné ako pre vonkajšiu (kúpele) tak pre vnútornú (pitná kúra) balneológiu. Miesta s pitnou kúrou a vonkajšou balneológiou sa vyskytujú v Bělovsi, kúpeľoch Františkovy Lázně, Karlovy Vary, Luhačovice, Mariánské Lázně, Bludov a Teplice v Čechách [71].

Sírne vody so sulfánom (sírovodíkom) a rozpustnými zlúčeninami síry sa vyskytujú viac na Morave v dôsledku odlišných geomorfnych pochodov v porovnaní s Čechami. Síra má protitrombotické účinky, ovplyvňuje reologické vlastnosti krvi, zvyšuje elasticitu, rozťahovateľnosť a mechanickú odolnosť spojiva tým, že integruje do jeho štruktúry. Na molekuly aktínu, myozínu a ďalších štruktúr svalových buniek účinkuje pozitívne na myopatie a neurodegeneratívne a zápalové ochorenia nervosvalového systému stálym a proti intenzívnym účinkom sa zapája na zvýšení vytrvalosti svalovej výkonnosti. Ďalej spomaľuje odbúravanie kolagénu a elastínu v chrupavkách kĺbov, šľachách a fasciách, čo z nej robí vhodnú liečbu pre reumatické a autoimunitné spojivové choroby, kolagenózy a polymyozitídy. Má dezinfekčné a protizápalové účinky na kožu a sliznice a prispieva k ochrane štruktúry a funkcie orgánov v tele. A pre pacientov po chemoterapii majú vodné kúpele v sírnej vode so sulfánom detoxikačný význam. Konkrétne sa jedná o kúpeľové mestá Buchlovice, Kostelec u Zlína, Ostrožská Nová Ves, Slatinice u Olomouce a Velké Losiny

[71]. Sírne termálne pramene Velké losiny sa taktiež používajú ako aktívne zložky do dermokozmetických produktov THERMELOVE®, ktoré sú uvedené nižšie.

Sírne minerálne vody kúpeľov Solec-Zdrój v Poľsku sú veľmi účinné pri liečbe chronických, často starých a zanedbaných dermatologických lézií. Presné biologické vlastnosti vysokého obsahu sírovodíka v prírodných minerálnych vodách neboli úplne preukázané v kontexte schopnosti hojenia tela a najmä pokožky. Napriek tomu je balneoterapia životaschopnou a nákladovo efektívnou alternatívou farmaceutických produktov pri rôznych patologických stavoch, najmä tých, ktoré ovplyvňujú kožné tkanivo [76].

3.3.2 Peloterapia

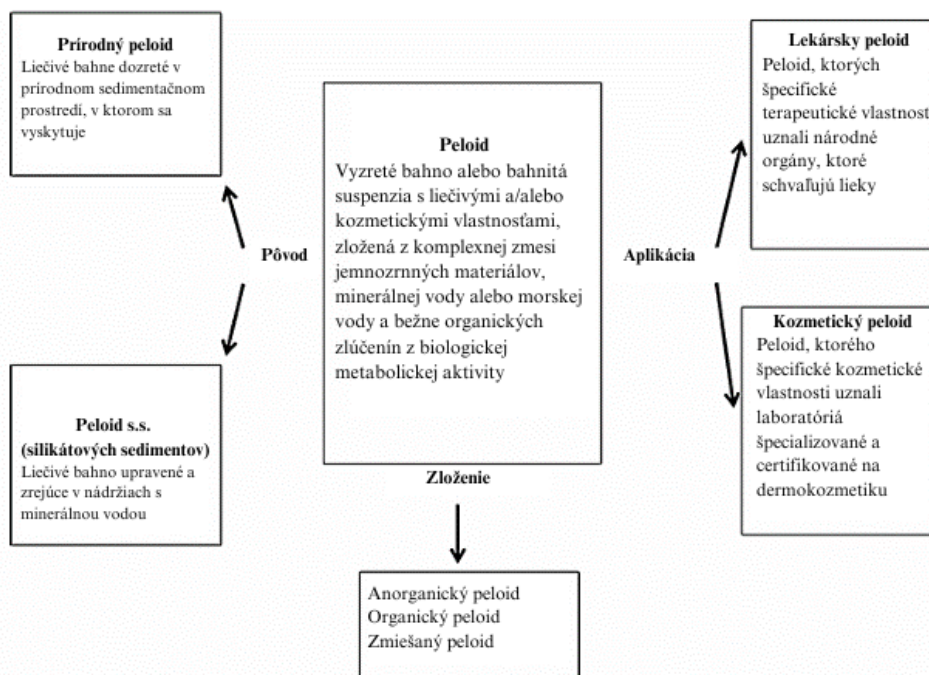
Peloidy vznikli v prírode geologickými a biologickými procesmi. V rozdrvenom stave sú buď zmiešané s vodou alebo miestne príslušnou prírodnou minerálnou vodou a slúžia k účelom liečiť. Delia sa na humolity a bahná podľa organických prímiesí. Do kategórie humolitov patria rašeliny (95–99 % rašeliníku, suchopýru a ďalšie rastliny v mieste rašeliniska), slatiny (50–95 % organických látok rastlinného pôvodu tj. trstina, orobinec a ostrice, a z anorganických komponentov sú obsiahnuté vo väčšom množstve železo, síra a vápnik), slatinné zeminy (20–50 % organických látok, vznikajú rovnako ako slatiny). Bahná možno rozdeliť do skupín na jednoduché, kde sa zaradzujú riečne a jazerné bahná, potom na žriedlové formou rozpustenia hornín termálnou vodou napr. v Bojniciach a nakoniec sýtené termálne prírodné minerálne vody napr. sírnou v Piešťanoch. V Českej republike sú síce prítomné len peloidy ale na Slovensku sú aj bahná [71].

Hlina (íl), prirodzene sa vyskytujúci geomateriál, je zložený z jemnozrnných materiálov, základnej zložky ílových minerálov, ktorá s vhodným obsahom vody je plastická a pri sušení/vypaľovaní stvrdne. Môže obsahovať aj pridružené minerály ako sú kremičitany (kremeň a živec), uhličitan (kalcit, oxidy a hydratované oxidy železa a hliníka ako je hematit, goethit a gibbsit), röntgenové amorfné materiály, anorganické röntgenové kvázi amorfné materiály a amorfné hydroxidy železa. Bentonit, kaolín, nanoíl a vláknitý íl ako je sépiolit a palygorskit sú vhodné pre medicínske, farmaceutické a kozmetické aplikácie [77].

Hlina je hlavnou zložkou liečivých a jedlých ílov, ale aj prírodných peloidov a peloidov, najmä anorganického typu. Jedlá hlina je zvláštna tým, že sa používa obmedzene na vnútornú aplikáciu požitím, napríklad koláčikov vyrobených z hlíny/živočíšneho tuku alebo ílu/disperzie/suspenzie v pitnej vode. Koncepcne liečivý íl môže byť vhodný nielen pre vnútorné zdravotné prínosy tráviaceho traktu ale aj na lokálne aplikácie vo forme pasty

z ílu/minerálnej vody nazývanej bahno prípadne peloid na liečbu svalovej kostry a dermatologických porúch. Prírodné aj umelé peloidy lekárskej alebo kozmetickej kvality je možné aplikovať priamo na kožu, ako bahenné a peloidné zábaly na kĺby (kolená a ruky) alebo na oblasť chrbtice. Tesne pred aplikáciou, ktorá trvá 20–30 minút, sa liečivé bahno aj medicínsky/terapeutický peloid zohrejú na približne 45 °C, čím teplo podporujúce otváranie kožných pórov uľahčuje transdermálnu absorpciu prospešných i nebezpečných látok obsiahnuté v peloide [77].

Peloterapia je v komplexnom význame používaná na lokálnu aplikáciu bahna, peloidu zo silikátovými sedimentami (s. s) alebo len peloidu na terapeutické a kozmetické účely vid' Obr. 12. Používa sa v celej Európe, najmä v termálnych, thalassoterapeutických a rehabilitačných centrách na liečbu špecifických reumatologických a dermatologických ochorení. Prírodné peloidy aj peloidy s. s. sú trojfázové systémy pozostávajúce z pevnej fázy (anorganická, organická alebo zmiešaná), kvapalnej fázy (termálny prameň, rieka, jazero alebo morská voda) a plynnej fázy (sírovodík, oxid uhličitéy, amoniak, metán a radón) [77].



Obrázok 12 Typov peloidov, ich pôvod, zloženie a aplikácia upravené podľa [77]

Bahno a peloid sa odlišujú tým, že bahno (prírodný alebo primárny peloid) dozrieva v prirodzenom prostredí, zatiaľ čo peloid (umelý, sekundárny alebo peloid s.s) dozrieva v kúpeľných zariadeniach. Prírodné peloidy možno aplikovať v rôznych prostrediach či už vonku alebo vo vnútri blízkyh či vzdialených kúpeľov, kde by mohli byť označené ako liečebné bahno alebo peloidy po prípadnej úprave a obohatení. Príkladom je bahno

z Mŕtveho mora s obsahom síry obohatené o horečnaté soli, ktoré je známe po celom svete pre svoje terapeutické a kozmetické vlastnosti. Liečivá hlina je účinná na reumatologické ochorenia, bolesti chrbta a fibromyalgia a dermatologické problémy ako je psoriáza, akné a seborea. Avšak existujú aj určité riziká ako je kontaminácia toxických stopových prvkov (olovo, kadmium, ortuť, hliník, arzén, antimón, zinok, chróm, meď, nikel a pod. sa môže začleniť dermálnou absorpciou) a kontamináciou mikroorganizmami (patogénne mikroorganizmy môžu spôsobiť infekciu kože a iné kožné poruchy, manipulácia a dozrievanie by mohli podporiť vývoj patogénnych mikroorganizmov) [77].

Využitie bahna na zdravotnícke účely siaha až do praveku. Egypťania používali bahnité sedimenty z rieky Nílu na lokálne aplikácie na liečbu porúch ženských gynekologických problémov a popálenín kože. Rimania ako prví odporúčali bahenné kúpele na liečebné účely, pričom bahno pochádzalo z ložísk na dne morí, jazier a riek, ako aj v rašeline z močiarov. V Európe niekoľko krajín ako Nemecko, Taliansko, Rumunsko, Maďarsko, Grécko, Španielsko a Rusko používalo bahno na terapeutické účely pred aj po rímskej okupácií a používajú ho dodnes. Dobrým príkladom bahennej terapie je tradičná prax v určitých prírodných lokalitách prímorského Atlantiku v Portugalsku, presnejšie na plážach Consolação, Parede, Meco, Porto de Mós, zahrňujúca používanie bahna, hlavne z ílových pást vyrobených zmiešaním slieňovej hliny extrahovanej z neďalekého útesu na liečbu reumatických a kožných ochorení. Obrázok 13 predstavuje aplikáciu bahna na pláži Parede (neďaleko Lisabonu) a na pláži Porto de Mós (v Algarve) [77].



Obrázok 13 Aplikácia bahna (morská voda je tekutá fáza) na liečbu reumatických porúch na pláži Parede (vľavo) a na účely starostlivosti o pokožku na pláži Porto de Mós (vpravo) [77]

3.3.3 Kozmetické prípravky, kozmeceutika, nutriceutika a léčiva

Pravdepodobne najväčšou výzvou pre kozmetických chemikov a dermatológov je citlivá pokožka. Citlivá pokožka je najľahšie rozpoznateľný stav, pretože vonkajšie prejavy erytému, deskvamácie, lichenifikácie a zápalu identifikujú prítomnosť vážneho porušenia bariéry. Tri najčastejšie príčiny citlivej pokožky tváre vyvolanej bariérovým defektom sú ekzém, atopická dermatitída a ružovka. Tie ilustrujú tri zložky citlivej pokožky: narušenie bariéry, imunitná hyperreaktivita a zvýšená neurosenzorická odpoveď [78].

Podľa Nariadenia Európskeho parlamentu a rady 1223/2009 z 30. novembra 2009 o kozmetických výrobkoch [79] je definovaný kozmetický prípravok ako akákoľvek látka alebo zmes určená ku kontaktu s vonkajšou časťou ľudského tela, ako je pokožka, vlasové systémy, nechty, pery, vonkajšie pohlavné orgány, zuby a sliznica ústnej dutiny za účelom čistenia, parfumovania, zmeny vzhľadu, ochrany, udržiavania v dobrom stave alebo úpravy telesných pachov. Termín kozmeceutikum bolo v roku 1984 predstavené Albertom Kligmanom jako označenie látok s kozmetickými a terapeutickými benefitmi. Sú to kozmetické výrobky s biologicky aktívnymi zložkami, ktoré majú liečivé účinky a používajú sa predovšetkým proti starnutiu pokožky [78; 80]. A liečivé rastlinné látky v kozmeceutike sú považované za potravinové prísady alebo doplnky podľa Úradom pre kontrolu potravín a liečiv v USA (FDA), ktorí ich vyhlásili za bezpečné. Nutriceutiká poskytujú zase výhody krásy zvnútra. Existuje niekoľko doplnkov stravy, ktoré boli vyvinuté na podporu zdravia pokožky. Poskytujú vitamíny a živiny, ktoré sa podieľajú najmä na fyziológii pokožky [78].

Česká dermokožmetika THERMELOVE® je jedinečné spojenie síry a sírnej termálnej vody z kúpeľov Velké Losiny. Bola vyvinutá v spolupráci s dermatológmi a ďalšími odborníkmi, aby ľudia trpiaci psoriázou alebo atopickým ekzémom mohli využívať liečivé účinky miestnych termálnych sírnych vôd aj v domácom prostredí. Produkty tejto dermokožmetiky zahŕňa dva kozmetické rady. Prvý základný rad produktov s termálnou vodou je na bežné denné používanie a kľúčovým produktom je sírna termálna voda v spreji. A druhý rad je obohatený koloidnou sírou a je určený ľuďom s problematickou pokožkou s výberom produktov od sírneho mydla, krému so sírou až po šampón proti lupinám so sírou [81].

Sírna termálna voda THERMELOVE® (Obr. 14) z prírodného liečivého prameňa kúpeľov Velké Losiny je vhodná pre starostlivosť o normálnu i problematickú pleť. Používa sa ako príjemné osvieženie a na hydratáciu pleti behom horúceho leta. Zmierňuje svrbenie, upokojuje podráždenú pokožku, dopĺňa minerály a zjemňuje kožu. Takisto pomáha pri liečbe lupienky, ekzému, akné a ďalších chronických kožných ochorení [81].



Aqua, Phenoxyethanol, Ethylhexylglycerin

Obrázok 14 Termálna voda THERMELOVE® [82]

Sírne mydlo THERMELOVE® (Obr. 15) obsahuje losínsku termálnu vodu a 6 % síry, a disponuje antibakteriálnym účinkom. Znižuje prejavy kožných problémov, upokojuje pokožku a prispieva k starostlivosti o problematickú a mastnú pleť [81].



Sodium Palmate, Sodium Palm Kernelate, Aqua, Sulfur, Palm Acid, Persea Gratissima Oil, Glycerin, Sodium Chloride, Palm Kernel Acid, Tetrasodium EDTA, Tetrasodium Etidronate, Pelargonium Graveolens Oil, Salvia Triloba Leaf Extract, Helianthus Annuus Seed Oil, Sodium Benzoate, Citrid Acid, Phenoxyethanol, Ethylenhexylglycerin, Citronellol, Geraniol, Linalool, CI 17200, CI 19140, CI 42090

Obrázok 15 Sírne mydlo THERMELOVE® [83]

Krém so sírou THERMELOVE® (Obr. 16) zahŕňa sírnu termálnu vodu z kúpeľov Velké Losiny a 3 % síry. Kombinácia použitých prísad napomáha udržiavať prirodzenú rovnováhu pokožky a hydratáciu. Je obohatený o ureu, čo reguluje produkciu kožného mazu a má upokojujúci účinok. Tento krém je vhodný v kozmetickej starostlivosti o pokožku tela a tváre s kožnými problémami, ako je akné, lupienka a ekzém [81].



Aqua, Coco-Caprylate/ Caprate, Stearic Acid, Prunus Amygdalus Dulcis Oil, Palmitic Acid, Sulfur, Cetareth-20, Glyceryl Stearates, Sodium Caproyl/Lauroyl Lactylate, Triethyl Citrate, Sodium Lactate, Sodium PCA, Glycine, Fructose, Urea, Niacinamide, Inositol, Sodium Benzoate, Lactic Acid, Phenoxyethanol, Pelargonium Graveolens Oil, Triethylene Glycol, Triethanolamine, Citral, Geraniol, Linalool, Citronellol, Limonene

Obrázok 16 Krém so sírou THERMELOVE® [84]

Sírny šampón proti lupinám THERMELOVE® (Obr. 17) obsahuje takisto sírnu termálnu vodu z liečivých prameňov kúpeľov Velké Losiny a 1 % síry. Použitá kombinácia

ingrediencií zachováva pokožku hlavy v rovnováhe a redukuje tvorbu lupín. Za regeneráciu a upokojenie pokožky je zodpovedný v zložení prítomný panthenol. Produkt je vhodný ako doplnok k starostlivosti o vlasy a pokožku hlavy u jedincov s problémami spojenými so zvýšeným množstvom mastnoty vo vlasoch, výskytom lupín a inými dermatologickými poruchami [81].



Aqua, Cocamidopropyl Betaine, Disodium Cocoyl Glutamate, Glyceryl Stearates, Coco-Glucoside, Sulfur, Polyacrylate Crosspolymer-6, Panthenol, Sodium Caproyl/Lauroyl Lactylate, Propylene Glycol, Sodium Chloride, Phenoxyethanol, Triethylene Glycol, Polyquaternium-7, Triethyl Citrate, Lactic Acid

Obrázok 17 Sírny šampón proti lupinám THERMELOVE® [85]

Kyselina alfa-lipoová sa nachádza v rôznych kozmetických prípravkoch proti starnutiu, aby fungovala ako antioxidant, ale môže mať aj veľmi obmedzené vlastnosti zosvetľovania pigmentov. Je to disulfidový derivát kyseliny oktánovej, ktorý je schopný inhibovať enzým, spôsobujúci nadmernú pigmentáciu (tyrozináza). Ide však o veľkú molekulu, a preto je pre kyselinu náročný prienik kožou na úroveň melanocytov [62]. Výskum [26], spomenutý vyššie, zase uvádza doplnok MSM a jeho účinok pri redukcii jemných liniek, vrások a zlepšenie stavu pokožky.

Produkty proti akné s aktívnou zložkou sú regulované FDA ako voľne predajné lieky. V prípravkoch na akné môžu byť použité schválené zložky ako sú kyselina salicylová, síra a síra kombinovaná s rezorcinolom a benzoylperoxidom. Síce nie je mechanizmus účinku síry úplne známy, ale predpokladá sa, že interaguje s cysteínom v *stratum corneum*, čo spôsobuje redukcii síry na sírovodík, ktorý degraduje keratín a vytvára tak keratolytický účinok síry. Je dostupná v koncentráciách 3–8 % vo voľne predajných prípravkoch na akné [62].

Látky 10% sulfacetamid sodný a 5% síra (SSS) sú používané na lokálnu liečbu seboroickej dermatitídy, *acne vulgaris* a ružovky od polovice päťdesiatych rokov minulého storočia. Je dostupný v rôznych formuláciách vrátane pleťových vôd, krémov, čistiacich prostriedkov a zmäkčujúcich pien. Zmäkčujúca pena SSS je formulovaná ako lokálna aerosolová pena bez alkoholu a vôní, pri ktorej sa preukázali zvlhčujúce vlastnosti. Okrem toho výrazne znižuje počet kolónií *C. acnes in vitro* [86].

Permetrín a sírová masť patria medzi najpoužívanéjšie možnosti lokálnej liečby svrabu. Permetrín je syntetický pyretroid, ktorý narúša funkciu napät'ovo riadených sodíkových kanálov v neurónovej membráne parazitov *Sarcoptes scabiei*, čo spôsobuje ich smrť. Síra je starý liek, ktorý pôsobí inhibíciou rastu parazita *Sarcoptes scabiei*. Medzi alternatívne spôsoby liečby v Európskom návode na liečbu svrabu patrí 6% až 33% sírová masť. Ak 1. týždeň po liečbe nedochádzalo k novým prejavom svrabu na koži a nočnému svrbeniu, tak pacient bol považovaný za vyliečeného. V poslednej dobe sa zvýšila pozornosť nárastu prípadov svrabu, ktoré sa nezlepšili liečbou permetrínom, považovaný za primárnu voľbu liečby. Boli skúmané a porovnané účinnosti permetrínu a sírovej masti pri liečbe svrabu. Účinnosť 5% permetrínového krému sa ukázala ako nízka, kým 10% sírová masť dosiahla až 83,5 % úspešnosť [87].

Šampóny pri liečbe seboroickej dermatitídy sú dôležitou prevenciou. Medzi účinné zložky šampónu patrí síra, decht, sulfid selénu, pyritión zinočnatý a kyselina salicylová [62]. V štúdií [61] sa porovnávali účinnosti šampónu s obsahom 2% ketokonazolu a šampónu so 2,5% sulfidom selénu u pacientov so stredne závažnými až závažnými lupinami. Výsledky ukázali, že oba šampóny sú účinné pri liečbe proti lupinám, avšak šampón s 2% ketokonazolom je lepšie tolerovaný.

Liečivé šampóny proti lupinám s malými časticami zinku a pyritiónu môžu znížiť kolonizáciu hub na pokožke hlavy, a tento podobný účinok majú sulfid selénu a pyritión zinočnatý. Pyritión zinočnatý je považovaný za účinnejší protizápalový prostriedok než sulfid selénu, kvôli výhodám zinku pre pokožku [62]. Ale podľa Nariadenia komisie (EU) 1902/2021 z 29. októbra 2021, ktorým sa menia prílohy II, III a V k Nariadeniu Európskeho parlamentu a Rady (ES) 1223/2009, pokiaľ ide o používanie určitých látok, ktoré sú klasifikované ako karcinogénne, mutagénne alebo toxické pre reprodukciu, v kozmetických výrobkoch je pyritión zinočnatý zakázaný [88].

Na liečbu krehkých nechťov existuje množstvo procesov, vrátane leštenia a zvlhčovania, aplikácie esenciálnych mastných kyselín a požívania vitamínu C a pyridoxínu, železa, vitamínu D, vápnika, aminokyselín a želatíny. Jedným z výživových doplnkov, ktorý bol skúmaný a nedávno sa ukázal ako sľubný, je vitamín B7 tzv. biotín. O úlohe biotínu pri ochoreniach nechťov svedčí aj jeho priaznivý vplyv na kožné ochorenia, akými sú seboroická dermatitída, Leinerova choroba a poruchy rastu vlasov [63].

Glutatión obsahuje cysteínovú aminokyselinu nesúcu – SH, ktorá molekule dodáva antioxidačnú aktivitu. Jej hladina koncentrácie v tele s pribúdajúcim vekom klesá, čo je súčasne príčinou a symptómom starnutia [89].

V doplnkoch stravy a homeopatikách s využíva cesnak na zápal slizníc. Biologická aktivita je primárne spôsobená alkylcysteínsulfoxidmi, najmä aliínmi, transformované na alicín a potom sa sušia, čo vedie k oligosulfidom a ajoénu. Tieto tiosulfináty sú hlavnými aktívnymi zložkami. Cesnak má antivírusovú aktivitu proti chrípke B a *herpes hominis I*. Cesnakové tablety stimulujú prirodzené T-lymfocyty v boji proti rakovine, vírusom a určitým baktériám, a zvyšujú glutatión v bunkách. Takisto je cesnak hlavným zdrojom vitamínov A, B1 a C. Podáva sa v kapsulách, tabletách, prášku a oleji. Krém s 0,4% ajoénom dokázal úspešne 34 pacientov počas 14 dní vyliečiť *tinea pedis*, tzv. atletická noha, ktorá spôsobuje plesňovú infekciu kože, začínajúca medzi prstami [78].

Cibuľa je schválená bylina na liečbu zápalov slizníc a na zníženie sklonu k infekcii. V ázijskej medicíne lieči rany plesňové, bakteriálne a helmintické infekcie. Medzi aktívne zlúčeniny patria aliíny, polysacharidy, sacharóza, flavonoidy a steroidné saponíny. Okrem protizápalových účinkov inhibuje gram-negatívne baktérie a trombocyty a má antialergické účinky. Zriedkavo vyvoláva kontaktné dráždivé reakcie [78]. V štúdiu [90] na liečbu nepravidelnej *alopecia areata* (strata vlasov a chlupov) u 23 pacientov sa po dvoch týždňoch liečby surovou cibuľovou šťavou začal opätovný rast hrubých chlpkov.

ZÁVER

Síra preukázala, že má dôležitú úlohu v údržbe zdravého stavu kože, vlasov, nechtovej a kĺbov. Príjem esenciálnej sírovej aminokyseliny metionínu s cysteínom je odporúčaná dávka na 14 mg/kg telesnej hmotnosti. Síra v potravinách a doplnkoch stravy napomáha detoxikácií organizmu, zlepšuje funkciu kĺbov, stimuluje regeneráciu chrupavky a zlepšuje stav pokožky. Potraviny bohaté na síru sú vajcia, cesnak, cibuľa, karfiol, brokolica a horčica. Čo sa týka vitamínov tak tiamín proti zlyhaniu srdca a biotín zase proti krehkosti nechtovej. Oboje vitamíny slúžia k ošetrovaniu kože v kozmetike.

V oblasti balneológie a peloterapie nachádzajú využitie v kúpeľových zariadeniach, vrátane tých v Českej a Slovenskej republike, kde síra v bahne alebo v anorganických zlúčeninách v prírodnej minerálnej vode pomáhajú uľaviť od bolesti pohybovému ústrojenstvu. Avšak vysoký obsah zlúčeniny síry vo vode môže viesť k toxickému účinku a podráždeniu kože začervenaním alebo dermatitídou. Medzi dôležité parametre správnej procedúry je teplota, daná koncentrácia síry pre kúpeľ celotelovú a na časti tela ako napríklad ruky a chodidlá. Peloidy a bahno sú rozdielne miestom dozrievania a to buď v prírode alebo umelom zariadení. Ich hlavnou zložkou je hlina a je účinná na reumatologické ochorenia, bolesti chrbta a dermatologické ochorenia.

Prísady síry v kozmetických prostriedkoch zabezpečujú čistotu tela a hlavy pokožky. Šampóny s obsahom síry odstraňujú lupiny vo vlasoch a zamedzujú opätovnej tvorbe. Produkty s aktívnymi zložkami nadobúdajú účinnosť pri zmiernení bolesti alebo úplnom odstránení kožných chorôb, najčastejšie akné, psoriáza, ekzém, rúžovka a svrab. Napríklad proti akné, seboroickej dermatitíde a rúžovke je 10% sulfacetamid sodný a 5% síra. Takisto produkty z českej dermokozy THERMELOVE® ako je sírne mydlo, krém alebo šampón proti lupinám ponúkajú ošetrovanie problematickej pokožky, pretože obsahujú síru a termálnu vodu z kúpeľov Velké Losiny.

Z tejto práce vyplýva, že by sa mala síra využívať preventívne príjmom potravín a doplnkov na posilnenie funkcií zodpovedných práve za zdravie pokožky, vlasov, nechtovej a kĺbov. Kozmetické prípravky s obsahom síry sú vhodnou doplnkovou aplikáciou liečby akné, lupienky, ekzému a rúžovky. A kúpele v sírnej termálnej vode prinášajú pozitívne účinky na ľudský organizmus a prispievajú k zlepšeniu zdravotného stavu. Samozrejme keď je síry málo alebo naopak príliš veľa, môže nám to rovnako uškodiť a preto nutné v tom udržať rovnováhu.

ZOZNAM POUŽITÉJ LITERATURY

- [1] THERMELOVE. *Síra a její účinky na lidské zdraví*. Online. 2020. Dostupné z: <https://www.thermelove.cz/sira>. [cit. 2023-09-04].
- [2] INGENBLEEK, Yves a KIMURA, Hideo. Nutritional essentiality of sulfur in health and disease. Online. *Nutrition Reviews*. Júl 2013, vol. 71, no. 7, s. 413-432. ISSN 00296643. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/nure.12050>. [cit. 2024-05-14].
- [3] GIANFALDONI, Serena; TCHERNEV, Georgi; WOLLINA, Uwe; ROCCIA, Maria Grazia; FIORANELLI, Massimo et al. History of the Baths and Thermal Medicine. Online. *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences*. 2017, roč. 5, č. 4, s. 566-568. ISSN 1857-9655. Dostupné z: <https://doi.org/10.3889/oamjms.2017.126>. [cit. 2023-09-09].
- [4] BRASTED, Robert C. *Sulfur*. Online. 1998, 1.3.2024. Dostupné z: <http://www.britannica.com/science/sulfur>. [cit. 2023-09-03].
- [5] GROHOL, Milan. 29. *SULPHUR*. Online. Raw Materials Information System. 2017. Dostupné z: <https://rmis.jrc.ec.europa.eu/uploads/rmprofiles/Sulphur.pdf>. [cit. 2023-09-12].
- [6] THERMELOVE. *Na kožní problémy pomáhá síra*. Online. 2022. Dostupné z: <https://www.thermelove.cz/article/pri-lecbe-koznich-problemu-pomaha-sira>. [cit. 2023-09-12].
- [7] KOMARNISKY, Lioudmila A.; CHRISTOPHERSON, Robert J. a BASU, Tapan K. Sulfur: its clinical and toxicologic aspects. Online. *Nutrition*. Január 2003, roč. 19, č. 1, s. 54-61. ISSN 08999007. Dostupné z: [https://doi.org/10.1016/S0899-9007\(02\)00833-X](https://doi.org/10.1016/S0899-9007(02)00833-X). [cit. 2023-09-13].
- [8] LAUTENSCHLAGER, Hans. *Sulphur for a beautiful skin - ingredients*. Online. Dermaviduals. 2021. Dostupné z: <https://dermaviduals.de/english/publications/ingredients/sulphur-for-a-beautiful-skin.html>. [cit. 2023-09-12].
- [9] HEWLINGS, Susan a KALMAN, Douglas. Sulfur and Human Health. Online. *EC Nutrition*. September 2019, roč. 14, č. 9, s. 785. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/335653705_Sulfur_and_Human_Health. [cit. 2024-05-14].
- [10] EFSA PANEL ON FOOD ADDITIVES AND NUTRIENT SOURCES ADDED TO FOOD (ANS). Scientific Opinion on the re-evaluation of sulfur dioxide (E 220), sodium sulfite (E 221), sodium bisulfite (E 222), sodium metabisulfite (E 223), potassium metabisulfite (E 224), calcium sulfite (E 226), calcium bisulfite (E 227) and potassium bisulfite (E 228) as food additives. Online. *EFSA Journal*. Apríl 2016, roč. 14, č. 4, s. 4438. ISSN 18314732, 18314732. Dostupné z: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2016.4438>. [cit. 2023-12-12].
- [11] HILL, Caroline R.; SHAFAEI, Armaghan; BALMER, Lois; LEWIS, Joshua R.; HODGSON, Jonathan M. et al. Sulfur compounds: From plants to humans and their role in chronic disease prevention. Online. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2023, roč. 63, č. 27, s. 8616-8638. ISSN 1040-8398. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/10408398.2022.2057915>. [cit. 2023-10-28].
- [12] FELKER, Peter; BUNCH, Ronald a LEUNG, Angela M. Concentrations of thiocyanate and goitrin in human plasma, their precursor concentrations in brassica

- vegetables, and associated potential risk for hypothyroidism. Online. *Nutrition Reviews*. Apríl 2016, roč. 74, č. 4, s. 248-258. ISSN 0029-6643, 1753-4887. Dostupné z: <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuv110>. [cit. 2024-05-06].
- [13] MAZUMDER, Anisha; DWIVEDI, Anupma a DU PLESSIS, Jeanetta. Sinigrin and Its Therapeutic Benefits. Online. *Molecules*. 2016, roč. 21, č. 4, s. 416. ISSN 1420-3049. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/molecules21040416>. [cit. 2024-03-03].
- [14] JANG, Yeon Jeong a PYO, Suhkneung. Anti-atherosclerotic effect of sinigrin in ApoE-deficient mice. Online. *The FASEB Journal*. Apríl 2015, roč. 29, č. S1, s. 609.1. ISSN 0892-6638, 1530-6860. Dostupné z: https://doi.org/10.1096/fasebj.29.1_supplement.609.1. [cit. 2024-03-03].
- [15] UK, ARTHRITIS RESEARCH. *Complementary and alternative medicines for the treatment of rheumatoid arthritis, osteoarthritis and fibromyalgia*. Online. Versus Arthritis. 2012, 24.7.2018. Dostupné z: <https://www.versusarthritis.org/media/1337/complementary-and-alternative-medicines-report.pdf>. [cit. 2023-11-27].
- [16] MAGNUSON, Bernadene A.; APPLETON, Jeremy a AMES, Gregory B. Pharmacokinetics and distribution of [35S]methylsulfonylmethane following oral administration to rats. Online. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2007, roč. 55, č. 3, s. 1033-1038. ISSN 0021-8561, 1520-5118. Dostupné z: <https://doi.org/10.1021/jf0621469>. [cit. 2024-05-06].
- [17] USHA, P. R. a NAIDU, M. U. R. Randomised, Double-Blind, Parallel, Placebo-Controlled Study of Oral Glucosamine, Methylsulfonylmethane and their Combination in Osteoarthritis:. Online. *Clinical Drug Investigation*. 2004, roč. 24, č. 6, s. 353-363. ISSN 1173-2563. Dostupné z: <https://doi.org/10.2165/00044011-200424060-00005>. [cit. 2024-02-10].
- [18] KIM, L.S.; AXELROD, L.J.; HOWARD, P.; BURATOVICH, N. a WATERS, R.F. Efficacy of methylsulfonylmethane (MSM) in osteoarthritis pain of the knee: a pilot clinical trial. Online. *Osteoarthritis and Cartilage*. Marec 2006, roč. 14, č. 3, s. 286-294. ISSN 10634584. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.joca.2005.10.003>. [cit. 2024-05-04].
- [19] DEBBI, Eytan M; AGAR, Gabriel; FICHMAN, Gil; ZIV, Yaron Bar; KARDOSH, Rami et al. Efficacy of methylsulfonylmethane supplementation on osteoarthritis of the knee: a randomized controlled study. Online. *BMC Complementary and Alternative Medicine*. December 2011, roč. 11, č. 1, s. 50. ISSN 1472-6882. Dostupné z: <https://doi.org/10.1186/1472-6882-11-50>. [cit. 2024-05-04].
- [20] LUBIS, Andri M T; SIAGIAN, Carles; WONGGOKUSUMA, Erick; MARSETYO, Aldo F a SETYOHADI, Bambang. Comparison of Glucosamine-Chondroitin Sulfate with and without Methylsulfonylmethane in Grade I-II Knee Osteoarthritis: A Double Blind Randomized Controlled Trial. Online. *Acta medica Indonesiana*. 2017, roč. 49, č. 2, s. 105-111. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28790224/>. [cit. 2024-05-04].
- [21] NATIONAL CENTER FOR BIOTECHNOLOGY INFORMATION. *PubChem Compound Summary for CID 6213, Dimethyl sulfone*. Online. 2004, 16.3.2024. Dostupné z: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Dimethyl-sulfone>. [cit. 2024-03-17].
- [22] BOHLOOLI, Shahab; MOHAMMADI, Sadollah; AMIRSHAHROKHI, Keyvan; MIRZANEJAD-ASL, Hafez; YOSEFI, Mohammad et al. Effect of Methylsulfonylmethane Pretreatment on Aceta-minophen Induced Hepatotoxicity in

- Rats. Online. *Iranian journal of basic medical sciences*. August 2013, roč. 16, č. 8, s. 896-900. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3786100/>. [cit. 2023-11-25].
- [23] WITHEE, Eric D.; TIPPENS, Kimberly M.; TIBBITTS, Deanne; HANES, Douglas a ZWICKEY, Heather. Effects of Methylsulfonylmethane (MSM) on exercise-induced oxidative stress, muscle damage, and pain following a half-marathon: a double-blind, randomized, placebo-controlled trial. Online. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 2017, roč. 14, č. 1, s. 24. ISSN 1550-2783. Dostupné z: <https://doi.org/10.1186/s12970-017-0181-z>. [cit. 2023-10-14].
- [24] KIM, Yoon Hee; KIM, Dae Hwan; LIM, Hwan; BAEK, Doo-Yeon; SHIN, Hyun-Kyung et al. The Anti-inflammatory Effects of Methylsulfonylmethane on Lipopolysaccharide-Induced Inflammatory Responses in Murine Macrophages. Online. *Biological and Pharmaceutical Bulletin*. 2009, roč. 32, č. 4, s. 651-656. ISSN 0918-6158, 1347-5215. Dostupné z: <https://doi.org/10.1248/bpb.32.651>. [cit. 2024-02-05].
- [25] ANTHONAVAGE, Michael a BENJAMIN, Rodney. Effects of Oral Supplementation with Methylsulfonylmethane on skin health and wrinkle reduction. Online. *Natural Medicine Journal*. November 2015, roč. 7, č. 11. Dostupné z: <https://www.researchgate.net/publication/304625658>. [cit. 2024-02-07].
- [26] MUIZZUDDIN, Neelam a BENJAMIN, Rodney. Beauty from within: Oral administration of a sulfur-containing supplement methylsulfonylmethane improves signs of skin ageing. Online. *International Journal for Vitamin and Nutrition Research*. Júl 2022, roč. 92, č. 3-4, s. 182-191. ISSN 0300-9831, 1664-2821. Dostupné z: <https://doi.org/10.1024/0300-9831/a000643>. [cit. 2023-12-12].
- [27] HENROTIN, Yves; MATHY, Mariane; SANCHEZ, Christelle a LAMBERT, Cecile. Chondroitin sulfate in the treatment of osteoarthritis: from *in vitro* studies to clinical recommendations. Online. *Therapeutic Advances in Musculoskeletal Disease*. December 2010, roč. 2, č. 6, s. 335-348. ISSN 1759-720X, 1759-7218. Dostupné z: <https://doi.org/10.1177/1759720X10383076>. [cit. 2023-11-29].
- [28] SHEN, Qingshan; GUO, Yujie; WANG, Kangyu; ZHANG, Chunhui a MA, Yanli. A Review of Chondroitin Sulfate's Preparation, Properties, Functions, and Applications. Online. *Molecules*. 2023, roč. 28, č. 20, s. 7093. ISSN 1420-3049. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/molecules28207093>. [cit. 2023-11-29].
- [29] SHI, Yu-gang; MENG, Yue-cheng; LI, Jian-rong; CHEN, Jie; LIU, Yu-hua et al. Chondroitin sulfate: extraction, purification, microbial and chemical synthesis. Online. *Journal of Chemical Technology & Biotechnology*. Október 2014, roč. 89, č. 10, s. 1445-1465. ISSN 0268-2575, 1097-4660. Dostupné z: <https://doi.org/10.1002/jctb.4454>. [cit. 2023-12-12].
- [30] ABBAS, Amal K. Therapeutic efficacy of protein compound extraction from *Metapenaeus affinis* against glucosamine sulphate-induced nephrotoxicity in male rats. Online. *International Journal of Pharmaceutical Research*. 2020, roč. 13, č. 10. ISSN 09752366. Dostupné z: <https://doi.org/10.31838/ijpr/2021.13.01.353>. [cit. 2023-11-29].
- [31] KANTOR, E. D.; LAMPE, J. W.; PETERS, U.; SHEN, D. D.; VAUGHAN, T. L. et al. Use of glucosamine and chondroitin supplements and risk of colorectal cancer. Online. *Cancer Causes & Control*. Jún 2013, roč. 24, č. 6, s. 1137-1146. ISSN 0957-5243, 1573-7225. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s10552-013-0192-2>. [cit. 2024-02-10].

- [32] DR.MAX. *Jamieson Glukosamin Chondroitin MSM 1300 mg 120 tablet*. Online. DR.MAX. Dr.Max lékarna. 2000, 9.4.2024. Dostupné z: <https://www.drmax.cz/jamieson-glukosamin-chondroitin-msm-1300mg-tbl-120>. [cit. 2024-04-12].
- [33] FAINERMAN, Valentin B.; MÖBIUS, D. a MILLER, Reinhard. *Surfactants: chemistry, interfacial properties, applications*. Online. Amsterdam: Elsevier Science, 2001. ISBN 978-0-444-50962-8.
- [34] RIZVI, Syed Q. A. *Surfactants and detergents: chemistry and applications*. West Conshohocken, Pennsylvania: ASTM International, 2021. ISBN 978-0-8031-7132-9.
- [35] TYAGI, V. K. Sulfosuccinates as Mild Surfactants. Online. *Journal of Oleo Science*. 2006, roč. 55, č. 9, s. 429-439. ISSN 1345-8957, 1347-3352. Dostupné z: <https://doi.org/10.5650/jos.55.429>. [cit. 2024-02-25].
- [36] BIOOO.CZ. *NO GUNK FIG BARBARY ŠAMPON - AMBER 250ML*. Online. BIOOO.CZ. BiOOO.cz – přírodní kosmetika | Otestováno pro vaše dobro. 2023. Dostupné z: https://www.biooo.cz/fig_barbary_sampon_amber_no_gunk-p-28006.html. [cit. 2024-04-29].
- [37] BIOOO.CZ. *LIBEBIT TUHÝ BYLINNÝ ŠAMPON REETHA 70 G*. Online. BIOOO.CZ. BiOOO.cz – přírodní kosmetika - Přírodně. Bezpečně. S láskou. 2007, 10.4.2024. Dostupné z: https://www.biooo.cz/tuhy_bylinny_sampon_reetha_libebit-p-15975.html. [cit. 2024-04-12].
- [38] DM.CZ. *Schwarzkopf Schauma šampon na vlasy 7 bylin, 400 ml*. Online. DM.CZ. Schwarzkopf Schauma - dm.cz. 2020. Dostupné z: <https://www.dm.cz/schwarzkopf-schauma-sampon-na-vlasy-7-bylin-p3838824086750.html>. [cit. 2024-04-29].
- [39] EURÓPSKY PARLAMENT, RADA EURÓPSKEJ ÚNIE. *Smernica Európskeho parlamentu a Rady 2009/54/ES z 18. júna 2009 o využívaní a uvádzaní na trh prírodných minerálnych vôd*. Online. EUR-Lex. 2006. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SK/ALL/?uri=CELEX%3A32009L0054>. [cit. 2024-03-06].
- [40] QUATTRINI, Sara; PAMPALONI, Barbara a BRANDI, Maria L. Natural mineral waters: chemical characteristics and health effects. Online. *Clinical Cases in Mineral and Bone Metabolism*. 2016, roč. 13, č. 3, s. 173-180. ISSN 1971-3266. Dostupné z: <https://doi.org/10.11138/ccmbm/2016.13.3.173>. [cit. 2024-02-26].
- [41] LECLERC, Henri a MOREAU, Annick. Microbiological safety of natural mineral water. Online. *FEMS Microbiology Reviews*. Máj 2002, roč. 26, č. 2, s. 207-222. ISSN 1574-6976. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/j.1574-6976.2002.tb00611.x>. [cit. 2024-02-27].
- [42] ILIUTA, Alexandru. SULPHUROUS MINERAL WATERS. Online. *Balneo Research Journal*. 2011, roč. 2, č. 3, s. 6-8. ISSN 20697597, 20697619. Dostupné z: <https://doi.org/10.12680/balneo.2011.1017>. [cit. 2024-02-26].
- [43] CARBAJO, Jose Manuel a MARAVER, Francisco. Sulphurous Mineral Waters: New Applications for Health. Online. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. 2017, s. 1-11. ISSN 1741-427X, 1741-4288. Dostupné z: <https://doi.org/10.1155/2017/8034084>. [cit. 2024-02-26].
- [44] COSTANTINO, Maria; IZZO, Viviana; CONTI, Valeria; MANZO, Valentina a FILIPPELLI, Amelia. Sulphate mineral waters: A medical resource in several disorders. Online. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*. Júl 2020,

- roč. 10, č. 4, s. 320-326. ISSN 22254110. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jtcme.2019.04.004>. [cit. 2024-02-26].
- [45] HERCOGOVA, J.; STANGHELLINI, E.; TSOURELI-NIKITA, E. a MENCHINI, G. Inhibitory effects of Leopoldine spa water on inflammation caused by sodium lauryl sulphate. Online. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*. Máj 2002, roč. 16, č. 3, s. 263-266. ISSN 0926-9959, 1468-3083. Dostupné z: <https://doi.org/10.1046/j.1468-3083.2002.00451.x>. [cit. 2024-03-02].
- [46] BESTIE HEALTH. *7 Signs You Have Sulfur Deficiency*. Online. 2020. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=y9PhecYXI2w>. [cit. 2024-03-03].
- [47] BESTIE HEALTH. *Hidden Powers of SULFUR That Boost Your HEALTH*. Online. 2023. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=ATjZ9tKo62o&t=24s>. [cit. 2024-03-03].
- [48] DORDEVIC, Dani; CAPIKOVA, Jana; DORDEVIC, Simona; TREMLOVÁ, Bohuslava; GAJDÁCS, Márió et al. Sulfur content in foods and beverages and its role in human and animal metabolism: A scoping review of recent studies. Online. *Heliyon*. Apríl 2023, roč. 9, č. 4, s. e15452. ISSN 24058440. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e15452>. [cit. 2024-03-16].
- [49] PRIETO, M.A.; LÓPEZ, Cecilia Jiménez a SIMAL-GANDARA, Jesus. Glucosinolates: Molecular structure, breakdown, genetic, bioavailability, properties and healthy and adverse effects. In: *Advances in Food and Nutrition Research*. Academic Press, 2019, s. 305-350. ISBN 1043-4526. Dostupné také z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1043452619300233>.
- [50] PARCELL, Stephen. Sulfur in human nutrition and applications in medicine. *Alternative medicine review*. Február 2002, roč. 7, č. 1, s. 22-44. ISSN 1089-5159.
- [51] FUNCTIONAL & METABOLIC MEDICINE ACADEMY. *Deficiency of sulfur and inability to detox*. Online. 2020. Dostupné z: <https://www.fammacademy.org/beta/index.php?route=pavblog/blog&id=22>. [cit. 2024-03-17].
- [52] SPARAVIGNA, Adele; TENCONI, Beatrice; DE PONTI, Ileana a LA PENNA, Laura. An innovative approach to the topical treatment of acne. Online. *Clinical, Cosmetic and Investigational Dermatology*. 2015, roč. 8, s. 179-185. ISSN 1178-7015. Dostupné z: <https://doi.org/10.2147/CCID.S82859>. [cit. 2024-03-18].
- [53] JAMES, William D. Acne. Online. *New England Journal of Medicine*. 2005, roč. 352, č. 14, s. 1463-1472. ISSN 0028-4793, 1533-4406. Dostupné z: <https://doi.org/10.1056/NEJMcp033487>. [cit. 2024-03-22].
- [54] TORRES, Tiago a FILIPE, Paulo. Small Molecules in the Treatment of Psoriasis. Online. *Drug Development Research*. August 2015, roč. 76, č. 5, s. 215-227. ISSN 0272-4391, 1098-2299. Dostupné z: <https://doi.org/10.1002/ddr.21263>. [cit. 2024-03-22].
- [55] LANGLEY, R G B; KRUEGER, G G a GRIFFITHS, C E M. Psoriasis: epidemiology, clinical features, and quality of life. Online. *Annals of the Rheumatic Diseases*. 2005, roč. 64, č. suppl_2, s. ii18-ii23. ISSN 0003-4967. Dostupné z: <https://doi.org/10.1136/ard.2004.033217>. [cit. 2024-03-22].
- [56] NATIONAL ECZEMA ASSOCIATION. *Eczema (atopic dermatitis): Causes, symptoms, and treatment*. Online. National Eczema Association. C2002-2024. Dostupné z: <https://nationaleczema.org/eczema/>. [cit. 2024-03-23].

- [57] NATIONAL INSTITUTE OF ARTHRITIS AND MUSCULOSKELETAL AND SKIN DISEASES. *Atopic Dermatitis*. Online. National Institutes of Health (NIH) (.gov). Dostupné z: <https://www.niams.nih.gov/health-topics/atopic-dermatitis>. [cit. 2024-03-23].
- [58] GONÇALVES, Maria Manuel Baía De Melo Magalhães a PINA, Maria Eugénia Soares Rodrigues Tavares De. Dermocosmetic care for rosacea. Online. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*. 2018, roč. 53, č. 4. ISSN 2175-9790. Dostupné z: <https://doi.org/10.1590/s2175-97902017000400182>. [cit. 2024-03-24].
- [59] ARORA, Pooja; RUDNICKA, Lidia; SAR-POMIAN, Marta; WOLLINA, Uwe; JAFFERANY, Mohammad et al. Scabies: A comprehensive review and current perspectives. Online. *Dermatologic Therapy*. Júl 2020, roč. 33, č. 4. ISSN 1396-0296, 1529-8019. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/dth.13746>. [cit. 2024-03-24].
- [60] BOUILLON, Claude a WILKINSON, John. *The science of hair care*. Online. 2nd ed. Boca Raton: Taylor & Francis, 2005. ISBN 0-203-02722-1. Dostupné z: https://www.canadiancosmeticcluster.com/uploads/3/7/9/8/37984461/epdf.pub_the-science-of-hair-care.pdf. [cit. 2024-03-25].
- [61] DANBY, F. William; MADDIN, W. Stuart; MARGESSON, Lynette J. a ROSENTHAL, Donald. A randomized, double-blind, placebo-controlled trial of ketoconazole 2% shampoo versus selenium sulfide 2.5% shampoo in the treatment of moderate to severe dandruff. Online. *Journal of the American Academy of Dermatology*. December 1993, roč. 29, č. 6, s. 1008-1012. ISSN 01909622. Dostupné z: [https://doi.org/10.1016/0190-9622\(93\)70282-X](https://doi.org/10.1016/0190-9622(93)70282-X). [cit. 2024-03-31].
- [62] DRAELOS, Zoe Diana. *Cosmetics and dermatological problems and solutions: a problem based approach*. 3rd ed. London: Informa healthcare, 2011. ISBN 978-1-84184-740-5.
- [63] CASHMAN, Michael W. a SLOAN, Steven Brett. Nutrition and nail disease. Online. *Clinics in Dermatology*. Júl 2010, roč. 28, č. 4, s. 420-425. ISSN 0738081X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.clindermatol.2010.03.037>. [cit. 2024-03-31].
- [64] PIETSCHMANN, Peter. *Principles of Bone and Joint Research*. Springer International Publishing, 2017. ISBN 978-3-319-58955-8.
- [65] ODA, Hiroaki. Functions of Sulfur-Containing Amino Acids in Lipid Metabolism. Online. *The Journal of Nutrition*. Máj 2006, roč. 136, č. 6, s. 1666S-1669S. ISSN 00223166. Dostupné z: <https://doi.org/10.1093/jn/136.6.1666S>. [cit. 2024-04-01].
- [66] ZAMINPIRA, Somayeh a NIKNAMIAN, Soroush. Sulfur Deficiency in Human Body, May Be the Link to the Rise of Obesity in Men and Women. Online. *International Science and Investigation Journal*. 2016, roč. 5, č. 5. ISSN 2251-8576. Dostupné z: https://www.academia.edu/29805307/Sulfur_Deficiency_in_Human_Body_May_Be_the_Link_to_the_Rise_of_Obesity_in_Men_and_Women. [cit. 2024-04-01].
- [67] SCIATTI, Edoardo; LOMBARDI, Carlo; RAVERA, Alice; VIZZARDI, Enrico; BONADEI, Ivano et al. Nutritional Deficiency in Patients with Heart Failure. Online. *Nutrients*. 22.7. 2016n. 1., roč. 8, č. 7, s. 442. ISSN 2072-6643. Dostupné z: <https://doi.org/doi.org/10.3390/nu8070442>. [cit. 2024-04-03].
- [68] HANNINEN, Stacy A.; DARLING, Pauline B.; SOLE, Michael J.; BARR, Aiala a KEITH, Mary E. The Prevalence of Thiamin Deficiency in Hospitalized Patients With Congestive Heart Failure. Online. *Journal of the American College of Cardiology*. Január 2006, roč. 47, č. 2, s. 354-361. ISSN 07351097. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2005.08.060>. [cit. 2024-04-03].

- [69] CARDOSO, Bárbara; COMINETTI, Cristiane a COZZOLINO, Silvia Maria Franciscato. Importance and management of micronutrient deficiencies in patients with Alzheimer's disease. Online. *Clinical Interventions in Aging*. 10.5. 2013n. 1., roč. 8, s. 531-542. ISSN 1178-1998. Dostupné z: <https://doi.org/10.2147/CIA.S27983>. [cit. 2024-04-03].
- [70] BERK, Michael; MALHI, Gin S.; GRAY, Laura J. a DEAN, Olivia M. The promise of N-acetylcysteine in neuropsychiatry. Online. *Trends in Pharmacological Sciences*. Marec 2013, roč. 34, č. 3, s. 167-177. ISSN 01656147. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.tips.2013.01.001>. [cit. 2024-04-06].
- [71] JANDOVÁ, Dobroslava. *Základy balneologie*. Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2014. ISBN 978-80-7013-573-0.
- [72] НАЦІОНАЛЬНИЙ ФАРМАЦЕВТИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ (НФАУ). *196 effect of sulfur on the skin*. Online. 2022. Dostupné z: <https://dspace.nuph.edu.ua/bitstream/123456789/20405/1/196-197.pdf>. [cit. 2024-04-13].
- [73] HUANG, Amy; SEITÉ, Sophie a ADAR, Tony. The use of balneotherapy in dermatology. Online. *Complementary Dermatology*. 2018, roč. 36, č. 3, s. 363-368. ISSN 0738-081X. Dostupné z: <https://doi.org/doi.org/10.1016/j.clindermatol.2018.03.010>. [cit. 2024-04-14].
- [74] LIDAJ, Mudr. Jan. Balneoterapia v léčbě psoriázy. Online. *Dermatologie pro praxi*. 2008, roč. 2, č. 4, s. 186-189. Dostupné z: https://www.solen.cz/artkey/der-200804-0007_Balneoterapia_v_lecbe_psoriazy.php. [cit. 2024-04-14].
- [75] VAAMONDE-GARCÍA, Carlos; VELA-ANERO, Ángela; HERMIDA-GÓMEZ, Tamara; FERNÁNDEZ-BURGUERA, Elena; FILGUEIRA-FERNÁNDEZ, Purificación et al. Effect of balneotherapy in sulfurous water on an in vivo murine model of osteoarthritis. Online. *International Journal of Biometeorology*. Marec 2020, roč. 64, č. 3, s. 307-318. ISSN 0020-7128, 1432-1254. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s00484-019-01807-w>. [cit. 2024-04-14].
- [76] POKORSKI, Mieczyslaw; KOSIŃSKA, Bożena a GRABOWSKI, Marek L. Sulfurous Balneotherapy in Poland: A Vignette on History and Contemporary Use. In: *Advancements and Innovations in Health Sciences*. 1211. Springer International Publishing, 2019, s. 51-59. ISBN 978-3-030-32788-0.
- [77] GOMES, Celso De Sousa Figueiredo. Healing and edible clays: a review of basic concepts, benefits and risks. Online. *Environmental Geochemistry and Health*. Október 2018, roč. 40, č. 5, s. 1739-1765. ISSN 0269-4042, 1573-2983. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s10653-016-9903-4>. [cit. 2024-04-15].
- [78] DRAELOS, Zoe Kececioğlu a THAMAN, Lauren A. *Cosmetic formulation of skin care products*. New York: Taylor & Francis, 2006. ISBN 978-0-8493-3968-4.
- [79] EURÓPSKY PARLAMENT A RADA EURÓPSKEJ ÚNIE. *NARIADENIE EURÓPSKEHO PARLAMENTU A RADY (ES) č. 1223/2009 z 30. novembra 2009 o kozmetických výrobkoch*. Online. EUR-Lex. 2006. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SK/TXT/?uri=CELEX:32009R1223>. [cit. 2024-05-09].
- [80] VAISHALI, Kadam; ASHWINI, Chintale; KSHITIJ, Deshmukh a DIGAMBAR, Nalwad. *COSMECEUTICALS AN EMERGING CONCEPT: A COMPREHENSIVE REVIEW*. Online. 2013. Dostupné z: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:212584799>. [cit. 2024-05-14].

- [81] THERMELOVE LÁZEŇSKÁ KOSMETIKA. *THERMELOVE® – Česká dermokosmetika s termální vodou a sírou*. 2022.
- [82] THERMELOVE. *Termální voda THERMELOVE, 100ml*. Online. LOVE SPA S.R.O. Česká kosmetika Thermelove. 2017, 16.4. 2024. Dostupné z: <https://www.lovespa.cz/termalni-voda-thermelove-100ml.html>. [cit. 2024-05-10].
- [83] THERMELOVE. *Sírné mýdlo THERMELOVE, 100g*. Online. LOVE SPA S.R.O. Česká kosmetika Thermelove. 2017, 16.4. 2024. Dostupné z: <https://www.lovespa.cz/sirne-mydlo-thermelove-100g.html>. [cit. 2024-05-10].
- [84] THERMELOVE. *Krém se sírou THERMELOVE, 200ml*. Online. LOVE SPA S.R.O. Česká kosmetika Thermelove. 2017, 16.4. 2024. Dostupné z: <https://www.lovespa.cz/krem-se-sirou-thermelove-200ml.html>. [cit. 2024-05-10].
- [85] THERMELOVE. *Šampon se sírou proti lupům THERMELOVE, 200ml*. Online. LOVE SPA S.R.O. Česká kosmetika Thermelove. 2017, 16.4. 2024. Dostupné z: <https://www.lovespa.cz/sampon-se-sirou-proti-lupum-thermelove-200ml.html>. [cit. 2024-05-10].
- [86] DEL ROSSO, James Q. The use of sodium sulfacetamide 10%-sulfur 5% emollient foam in the treatment of acne vulgaris. Online. *The Journal of clinical and aesthetic dermatology*. 2009, roč. 2, č. 8, s. 26-29. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2923965/>. [cit. 2024-03-22].
- [87] ERTUGRUL, Goksen a AKTAS, Habibullah. Comparison of sulfur ointment and permethrin treatments in scabies. Online. *Dermatologic Therapy*. December 2022, roč. 35, č. 12. ISSN 1396-0296, 1529-8019. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/dth.15897>. [cit. 2024-03-24].
- [88] EURÓPSKY PARLAMENT A RADA EURÓPSKEJ ÚNIE. *Nariadenie Komisie (EÚ) 2021/1902 z 29. októbra 2021, ktorým sa menia prílohy II, III a V k nariadeniu Európskeho parlamentu a Rady (ES) č. 1223/2009, pokiaľ ide o používanie určitých látok, ktoré sú klasifikované ako karcinogénne, mutagénne alebo toxické pre reprodukciu, v kozmetických výrobkoch*. Online. EUR-Lex. 2006. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SK/TXT/?uri=CELEX:32021R1902>. [cit. 2024-05-13].
- [89] DRAELOS, Zoe Kececioglu. *Cosmetic dermatology: products and procedures*. Chichester, West Sussex ; Hoboken, NJ: Wiley-Blackwell Pub, 2010. ISBN 978-1-4051-8635-3.
- [90] SHARQUIE, Khalifa E. a AL-OBAIDI, Hala K. Onion Juice (*Allium cepa* L.), A New Topical Treatment for Alopecia Areata. Online. *The Journal of Dermatology*. Jún 2002, roč. 29, č. 6, s. 343-346. ISSN 0385-2407, 1346-8138. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/j.1346-8138.2002.tb00277.x>. [cit. 2024-04-29].

ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK

SAA	Aminokyseliny obsahujúce síru
MSM	Metylsulfonylmetán
FDA	Úrad pre kontrolu potravín a liečiv v USA
EFSA	Európsky úrad pre bezpečnosť potravín
Nrf2	Nukleárny faktor erytrocytov 2-relatovaný faktor
I3C	Indol-3-karbinol
DIM	3,3-diindolylmetán
OA	Osteoartróza
APAP	Acetaminofen
GSH	Glutatión
ROS	Reaktívne formy kyslíka
RONs	Reaktívne formy kyslíka a dusíka
ECM	Extracelulárny matrix
CS	Chondroitín sulfát
GS	Glukozamín sulfát
GAG	Glykozaminoglykán
PAL	Povrchovo aktívna látka
PAS	Primárne alkánsulfonáty
SAS	Sekundárne alkánsulfonáty
CMC	Kritická micelárna koncentrácia
EO	Oxyetylén
SLS	Laurylsulfát sodný
SLES	Laurethsulfát sodný
PEG	Poly(etylénglykol)
SSS	Sulfacetamid sodný 10% - síra 5%

ZS Zlyhanie srdca

ZOZNAM OBRÁZKOV

Obrázok 1 Elementárna síra [6]	10
Obrázok 2 Alotropné formy síry upravené podľa [4]	11
Obrázok 3 Štruktúrny vzorec MSM [21]	17
Obrázok 4 Fotografický príklad subjektu s nižšou koncentráciou MSM doplnku jasne ukazuje zmäkčenie vrások po 16 týždňoch, upravené podľa [26]	19
Obrázok 5 Doplnok stravy Jamieson Glucosamine Chondroitin MSM [32]	21
Obrázok 6 Komerčný šampón No Gunk Fig Barbary Amber s obsahom laurylsulfosukcinátu disodného [36]	22
Obrázok 7 Komerčný tuhý bylinný šampón Libebit Reetha s obsahom kokoylizetionátu sodného [37]	23
Obrázok 8 Komerčný šampón na vlasy Schwarzkopf Schauma, 7 bylín s obsahom laurethsulfátu sodného [38]	25
Obrázok 9 Akné [53]	32
Obrázok 10 Lupienka – symetricky rozložené jej lézie na chrbte a lakt'och (a), v numulárnej plakovej forme (b) a palmoplantárnej pustulózy (c) [55]	33
Obrázok 11 Erytemato-teleangiektatická rosacea [58]	34
Obrázok 12 Typov peloidov, ich pôvod, zloženie a aplikácia upravené podľa [77]	44
Obrázok 13 Aplikácia bahna (morská voda je tekutá fáza) na liečbu reumatických porúch na pláži Parede (vľavo) a na účely starostlivosti o pokožku na pláži Porto de Mós (vpravo) [77]	45
Obrázok 14 Termálna voda THERMELOVE® [82]	47
Obrázok 15 Sírne mydlo THERMELOVE® [83]	47
Obrázok 16 Krém so sírou THERMELOVE® [84]	47
Obrázok 17 Sírny šampón proti lupinám THERMELOVE® [85]	48

ZOZNAM TABULIEK

Tabuľka 1 Fyzikálne a chemické vlastnosti síry [7].....	11
Tabuľka 2 Výskyt síry [7].....	14
Tabuľka 3 Klinické indikácie a dávkovanie dôležitých SAA [50].....	29
Tabuľka 4 Klinické indikácie a dávkovanie dôležitých SAA [50].....	30

