

# Nutriční aspekty v péči o pokožku

Julie Dvořáčková

---

Bakalářská práce  
2023



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

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

Akademický rok: 2022/2023

# ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Julie Dvořáčková**  
Osobní číslo: **T19623**  
Studijní program: **B0711A130009 Materiály a technologie**  
Specializace: **Biomateriály a kosmetika**  
Forma studia: **Prezenční**  
Téma práce: **Nutriční aspekty v péči o pokožku**

## Zásady pro vypracování

Vypracujte literární studii zaměřenou na problematiku nutričních aspektů v oblasti péče o pokožku lidského organismu. Zmapujte aktuální nabídku doplňků stravy v této oblasti, charakterizujte jejich vliv a působení na pokožku; zaměřte se také na kožní nemoci.

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

Seznam doporučené literatury:

- [1]Draelos ZD. An Oral Supplement and the Nutrition-Skin Connection. J Clin Aesthet Dermatol. 2019 Jul;12(7):13-16.  
[2]Maia Campos PMBG, Melo MO, Siqueira César FC. Topical application and oral supplementation of peptides in the improvement of skin viscoelasticity and density. J Cosmet Dermatol. 2019 Dec; 18(6): 1693-1699.  
[3]León-López A, Morales-Peñaloza A, Martínez-Juárez VM, Vargas-Torres A, Zeuqolis DI, Aquirre-Álvarez G. Hydrolyzed Collagen-Sources and Applications. Molecules. 2019 Nov;24(22):4031.

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

Datum zadání bakalářské práce: **1. února 2023**  
Termín odevzdání bakalářské práce: **19. května 2023**

L.S.

---

**prof. Ing. Roman Čermák, Ph.D.**  
děkan

---

**doc. Ing. Marián Lehocký, Ph.D.**  
ředitel ústavu

## **PROHLÁŠENÍ AUTORA 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 pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

Ve Zlíně, dne:

Jméno a příjmení studenta:

.....  
podpis studenta

## **ABSTRAKT**

Bakalářská práce se zabývá problematikou nutričních aspektů ve vztahu k pokožce. Popisuje jednotlivé složky výživy, jejich rozdělení a komplexní význam pro lidský organismus. Další část literární studie se věnuje kosmetickým přípravkům, doplňkům stravy a léčivům. Detailněji jsou popsány kosmeceutické, nutrikosmetické a nutraceutické produkty, rozdíly mezi nimi a způsob aplikace. Další kapitola kategorizuje biologicky aktivní složky těchto produktů, doplněné výzkumy a studiemi. Dále jsou shrnuty postupy pro prokazování účinnosti a bezpečnosti přípravků s nutričním významem. Závěrem jsou uvedeny studie prokazující účinnost doplňků stravy.

Klíčová slova: výživa člověka, kosmeceutika, doplňky stravy, bioaktivní látky

## **ABSTRACT**

The bachelor thesis deals with the issue of nutritional aspects in relation to the skin. It describes the individual components of nutrition, their division and complex importance for the human body. Another part of the literature study deals with cosmetics, food supplements and pharmaceuticals. Cosmeceuticals, nutricosmetic and nutraceutical products are described more in detail with reference to the differences among them and to their method of application. The next chapter categorizes the biologically active components of these products, substantiated by research and studies. The procedures for demonstrating the efficacy and safety of products of nutritional importance are summarised below. In conclusion, studies proving the effectiveness of dietary supplements are presented.

Keywords: human nutrition, cosmeceuticals, dietary supplements, bioactive compounds

Touto cestou bych chtěla velmi poděkovat mé vedoucí práce Ing. Janě Pavlačkové, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady a připomínky. Dále za její ochotu, čas, podporu a především trpělivost, kterou mi věnovala při vypracovávání této bakalářské práce.

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

# OBSAH

<b>ÚVOD.....</b>	<b>9</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST .....</b>	<b>10</b>
<b>1 VÝŽIVA ČLOVĚKA A JEJÍ VLIV NA KŮŽI.....</b>	<b>11</b>
1.1 MAKRONUTRIENTY .....	12
1.1.1 Proteiny .....	12
1.1.2 Sacharidy .....	13
1.1.3 Lipidy .....	14
1.2 MIKRONUTRIENTY .....	15
1.2.1 Vitaminy.....	15
1.2.2 Minerální látky .....	20
1.2.3 Ostatní neenergetické složky.....	22
<b>2 NUTRIČNÍ ASPEKTY V KOSMETICKÉ PÉČI.....</b>	<b>23</b>
2.1 TOPICKÉ APLIKACE KOSMETICKÝCH PŘÍPRAVKŮ A KOSMECEUTIK .....	26
2.2 DOPLŇKY STRAVY S KOSMETICKÝM EFEKTEM .....	27
<b>3 VYBRANÉ NUTRIENTY PRO PÉČI O KŮŽI.....</b>	<b>29</b>
3.1 LÁTKY STIMULUJÍ HYDRATACI A BARIÉROVOU INTEGRITU.....	29
3.1.1 Kolagen .....	29
3.1.2 Kyselina hyaluronová.....	30
3.1.3 Ceramidy .....	31
3.1.4 Aloe vera .....	31
3.2 LÁTKY S FOTOPROTEKČNÍM ÚČINKEM.....	32
3.2.1 Karotenoidy .....	32
3.2.2 Polyfenoly .....	33
3.2.3 Probiotika .....	34
3.3 LÁTKY S PROTIZÁNĚTLIVÝM ÚČINKEM.....	34
3.3.1 Houby .....	34
3.3.2 Kurkumin .....	35
3.3.3 Zázvor .....	35
3.4.1 Měď .....	35
3.4.2 Vitamin C .....	36
3.5 LÁTKY STIMULUJÍCÍ BUNĚČNOU TRANSFORMACI .....	36
3.5.1 Vitamin A.....	36
3.5.2 Zinek .....	37
3.5.3 Kolostrum.....	37
<b>4 PŘÍSTUPY PROKAZOVÁNÍ ÚČINNOSTI A BEZPEČNOSTI VÝŽIVY NA LIDSKÉ KŮŽI.....</b>	<b>38</b>
<b>5 VYBRANÉ STUDIE PROKAZUJÍCÍ ÚČINNOST DOPLŇKŮ STRAVY .....</b>	<b>40</b>
<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>43</b>

<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>44</b>
<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>	<b>52</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>53</b>
<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>54</b>



## ÚVOD

V posledních letech je velmi oblíbená kombinovaná kosmetická péče zevnitř i zvenčí. Kromě topicky aplikovatelných krémů, sér či mastí lze péči o pleť doplnit orálními přípravky – nutrikosmetikou. Jde o nejnovější trend na kosmetickém trhu. S nutrikosmetickými produkty se lze setkat v mnoha formách. Mohou být ve formě tablet, kapslí či nápojů. Také ji lze znát pod pojmy „pilulky krásy“ nebo „orální kosmetika“. Primárním účelem nutrikosmetiky není jen podpořit a zlepšit vzhled pokožky uživatele, ale také přináší mnoho benefitů. Poskytuje ochranu proti každodenním externím i interním faktorům. Mohou působit protektivně proti slunečnímu záření, částečně suplovat nevyváženou stravu či vykazovat antioxidační vlastnosti a předcházet předčasnému stárnutí pokožky. Jsou tedy účinným prostředkem pro komplexní podporu zdraví, vitality a mohou být účinnou složkou terapie při zdravotních problémech, včetně dermatologických. Účinné látky v nutrikosmetických produktech jsou zastoupeny širokým spektrem látek přírodního původu. Nutrikosmetické ingredience mohou napomáhat hydrataci pokožky, tvorbě kolagenu, obnově kožní bariéry či redukovat projevy stárnutí. Využívané složky mohou být rostlinného i živočišného původu. Na trhu se lze setkat s velkým množstvím přípravků s obsahem kolagenu. Kolagen je v dnešní době velmi populární ingrediencí a na trhu mají tyto přípravky široké zastoupení. Oblíbenými složkami jsou také vitaminy, rostlinné extrakty či peptidy.

Zvyšující se povědomí o účincích bioaktivních složek mnohonásobně navyšuje poptávku po nutrikosmetice. V dnešní době se společnost stále více přiklání ke zdravému životnímu stylu a osobní péči. Důvodem k prozkoumání tohoto segmentu kosmetiky nemusí být jen touha po krásné pokožce, vlasech a nehtech. Účinky nutrikosmetiky jsou především komplexní a některé produkty mohou pozitivně ovlivňovat psychickou kondici, paměť či soustředění.

Cílem této práce je charakterizace nutrientů ve vztahu k pokožce a jejich využití v kosmetické péči. Bude popsána výživa, její rozdělení a úloha v organismu. Práce bude dále zaměřena na přípravky s nutričním významem a budou popsány aktivní složky využívané při formulaci těchto přípravků. V neposlední řadě budou zmíněny postupy testování výše zmíněných přípravků doplněné studiiemi.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 VÝŽIVA ČLOVĚKA A JEJÍ VLIV NA KŮŽI

Lidská kůže je jedním z nejvýznamnějších orgánů lidského těla s mnohostranným významem. Kromě toho, že tvoří povrch celého těla, které chrání před vlivy vnějšího prostředí, je rovněž zodpovědná za mnoho procesů odehrávajících se v lidském organismu. Pro tělo je rovněž důležitým smyslovým orgánem, reagujícím na změny vnějšího a vnitřního prostředí a je schopen signalizovat nástup či přítomnost široké škály patologických jevů [1].

Výživa je nezbytným prvkem pro každodenní fungování lidského organismu. Její složení má nejen významný vliv na celkový zdravotní stav člověka, ale také na jeho kůži. Stav pokožky hraje v našem životě velmi důležitou roli, jak na fyzické, tak na psychické úrovni. Její vzhled je primárně určen několika faktory, jako je struktura, barva a také fyziologickými vlastnostmi, například elasticitou, pocením či produkcí kožního mazu. Lidská kůže podléhá mnohým exogenním vlivům, do kterých spadá ultrafialové záření (UV), vznik volných radikálů, působení chemických sloučenin a mechanické poškození. Endogenními faktory, které mohou negativně působit na vzhled a stav kůže, jsou imunitní a hormonální vlivy, genetická predispozice a v neposlední řadě také stres. Tyto faktory se projevují v podobě narušení homeostázy, snížením imunitní funkce a vznikem různých kožních onemocnění [2], [3].

Organismus člověka vyžaduje poměrně velké množství energie a stavebních látek k zajištění správné funkce těla. Tyto látky jsou majoritně přijímány potravou. Příjem živin by měl být vyvážen jak z kvalitativního, tak i z kvantitativního hlediska. Mezi základní živiny tzv. makronutrienty jsou řazeny proteiny, sacharidy a lipidy. Další živiny neboli mikronutrienty, bez kterých se tělo neobejde, jsou vitaminy a minerální látky. Majoritní složkou, kterou je nutno zmínit, je samozřejmě voda viz Tab. 1 [4].

Tabulka 1 Přehled složek lidské výživy a jejich úloha v organismu – upraveno [5 s. 515]

Výživa	Složky stravy	Funkce
<b>Makronutrienty (živiny)</b>	Sacharidy Proteiny Lipidy	Získ energie a stavba těla
<b>Mikronutrienty</b>	Vitaminy	Regulace metabolismu
	Minerální látky	Iontové rovnováhy
<b>Ostatní složky</b>	Vlákniny	Role v trávení
	Voda	Základní rozpouštědlo

## 1.1 Makronutrienty

Strava je složena ze tří základních složek, kterými jsou proteiny, sacharidy a lipidy. Tyto látky jsou přijímány v podstatně ve větším množství než mikronutrienty. Jsou primárním zdrojem energie pro lidský organismus a stavbu těla viz Tab. 2.

Tabulka 2 Energetická hodnota a celkový denní energetický příjem makronutrientů [6]

<b>Makronutrient</b>	<b>Energetická hodnota [kcal.g<sup>-1</sup>]</b>	<b>Denní energetický příjem [%]</b>
Proteiny	4	10–15
Sacharidy	4	55–75
Lipidy	9	15–30

### 1.1.1 Proteiny

Proteiny (bílkoviny) jsou esenciální látkou organismu tvořících více jak 50 % suché hmotnosti buněk. Prakticky hrají hlavní roli ve všech aspektech buněčné funkce a jejich struktury. Jedná se o makromolekuly tvořené jedním či více peptidovými řetězci, z nichž každý obsahuje sto a více aminokyselinových zbytků. Tato skupina látek má četné biologické vlastnosti a díky jejich specifické struktuře mohou zastupovat mnoho funkcí v organismu [7, s. 29], [8].

V přírodě je známo okolo 300 aminokyselin (AK). Stavebními jednotkami proteinů je 20 základních proteinogenních AK. Části identické struktury jim umožňují mezi sebou vytvářet peptidovou vazbu a díky různým substituentům každé AK vykazují vzniklé molekuly různorodé vlastnosti. Nепroteinogenní AK jsou přítomny např. v živočišných tkáních, rostlinných pletivech nebo jsou součástí nízkomolekulárních peptidů, avšak nejsou přímými komponenty polypeptidů či proteinů [9, s. 147–150], [10].

Význam proteinů ve výživě

Proteiny disponují mnohými funkcemi a vlastnostmi. Jsou strukturními, transportními či regulačními látkami. Podstatnou skupinou jsou proteiny enzymového charakteru. Také mohou figurovat jako sekundární zdroj energie. I když jsou za primární zdroj energie považovány

sacharidy a tuky, při dlouhodobé energetické deprivaci je tělo schopno katabolickými procesy štěpit bílkoviny na menší fragmenty v podobě peptidů až AK za vzniku energie [4], [11].

Doporučený denní příjem bílkovin je  $0,8 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$  hmotnosti jedince. Denní dávky jsou ovšem upravovány vzhledem k věku či zdravotnímu stavu. Úlohou proteinů ve stravě je také udržení dusíkové bilance v rovnováze. Jsou jediným zdrojem dusíku, a proto by měl minimální příjem proteinů představovat alespoň 30 g/den. Dusíková bilance souvisí s poměrem přijímaného a vydávaného dusíku. Dusík se z těla vylučuje zejména močí, stolicí, potem anebo deskvamací kůže [5, s. 516, 518–519], [12, s. 212].

Aminokyseliny přijímané potravou se dělí na esenciální a neesenciální. Lidský organismus není kompetentní k syntéze esenciálních AK, a proto musejí být přijímány ve stravě. Bohatým zdrojem těchto AK jsou živočišné bílkoviny, zejména vaječné. Oproti tomu, rostlinné bílkoviny nejsou adekvátním zdrojem esenciálních AK, jelikož je jejich zastoupení neplnohodnotné. Neesenciální AK nejsou ve stravě příliš podstatné z toho důvodu, že si je lidský organismus umí syntetizovat [5, s. 518–519], [8].

### 1.1.2 Sacharidy

Sacharidy (lat. *saccharum* = cukr) jsou nezastupitelným zdrojem energie pro všechny organismy, včetně člověka. Představují rozsáhlou skupinu látek vyskytujících se v nízkomolekulární i vysokomolekulární formě [9, s. 128], [12, s. 110].

#### Význam sacharidů ve výživě

Sacharidy jsou primárně základní živinou pro přímé využití, sekundárně dochází k jejich depozici v těle, kde figurují jako energetická zásoba. Jsou nejen nepostradatelným zdrojem energie pro buňky, ale také hrají důležitou roli ve strukturní a imunologické sféře. Sacharidy jsou rovněž důležitou součástí složitějších látek, jako jsou např. nukleové kyseliny, bílkoviny, koenzymy, hormony či lipidy [12, s. 110].

Denní příjem sacharidů by měl v běžné stravě člověka zaujímat přibližně 50 % z celkového energetického příjmu. Majoritně by měly ve stravě převládat rostlinné polysacharidy. Sladké cukry, především sacharóza, by měla být přijímána ve velmi malém množství. Tělo získává energii také ze sacharidových zbytků z komplexních sloučenin, např. z glykolipidů. Sacharidy nejsou pro lidský organismus zcela esenciálními látkami, kromě jejich derivátů – kyseliny L-askorbové. Úplné vynechání sacharidů není ovšem také optimální [5, s. 516, 518].

Glukosa je jedním z nejjednodušších sacharidů, který je v těle využit jako pohotovný zdroj energie. Složitějšími formami sacharidů je např. glykogen a škrob, které jsou ukládány a využity až při případné potřebě organismu. Některé sacharidy v podobě vlákniny nemají pro lidské tělo z energetického hlediska význam, protože je ve většině případů nestravitelná, avšak má v mnoha aspektech pozitivní vliv na organismus [12, s. 110], [13].

### 1.1.3 Lipidy

Lipidy jsou další nepostradatelnou živinou, bez které se lidský organismus neobejde. Jsou rozmanitou skupinou přírodních látek s různorodými vlastnostmi. Jednotlivým prvkem ve struktuře lipidů je přítomnost mastných kyselin (MK) a alkoholů, vázaných zejména esterovou vazbou. A samozřejmě jejich hydrofobní charakter [9, s. 144].

#### Význam lipidů ve výživě

Lipidy jsou bohatým zdrojem energie. Vzhledem k více jak dvojnásobné energetické hodnotě viz Tab. 2, než mají ostatní živiny, představují nejdůležitější „palivo“ pro organismus. Hlavními lipidy ve výživě jsou triacylglyceroly, fosfolipidy a steroly. Triacylglyceroly jsou ve stravě zastoupeny tuky a oleji a představují 95 % přijímaných lipidů. Tuky jsou především živočišného původu. Vyznačují se vysokým obsahem nasycených MK a jsou bohaté na cholesterol. Oleje, které nacházejí původ v rostlinách, obsahují zejména nenasycené MK, které mají v mnoha aspektech pozitivní vliv na organismus, avšak musejí být přijímány v omezeném množství [5, s. 520], [14].

Podobně jako AK, tak i některé MK jsou nutričně esenciální. Hlavními esenciálními kyselinami je kyselina  $\alpha$ -linolenová (omega-3) a kyselina linolová (omega-6). Lidský organismus si není schopen tyto dvě MK syntetizovat, a proto by měly být nepodmíněně přijímány. Kyselina  $\alpha$ -linolenová je prekurzorem pro syntézu dalších podmíněně esenciálních omega-3 mastných kyselin – eikosapentaenové a dokosahexaenové. Tato skupina MK působí v organismu protizánětlivě, antikoagulačně, předchází kardiovaskulárním chorobám a snižuje hladinu cholesterolu v krvi. V neposlední řadě mají blahodárný vliv na funkci nervového systému. Skupina omega-6 MK má v organismu antagonistický účinek. Optimální poměr, který by měl být 4:1, mezi omega-6 a omega-3 MK je nezbytný pro udržení standardní funkce organismu [5, s. 520–521], [11], [14].

## 1.2 Mikronutrienty

I když jsou mikronutrienty přijímány v mnohem menším množství než živiny, tvoří neodmyslitelnou součást stravy. Tyto látky sice nejsou metabolizovány a neslouží jako zdroj energie, ale podstatně se podílejí na celkovém zdravotním stavu a růstu člověka. Potřeba mikronutrientů závisí především na metabolické aktivitě jedince a jeho životním cyklu. Už během prenatálního období jsou tyto látky esenciálními a závisí na nich správný vývoj plodu. Denní příjem minerálních látek a vitaminů není zcela určen. Je dán mnohými faktory, jako je fyzická aktivita, těhotenství, dětství, stáří či specifická dieta. Mikronutrienty podstatně ovlivňují funkci a proliferaci buněk, předchází onemocněním a podstatně se podílejí na udržení zdraví. Vyvážená a především pestrá strava zvyšuje odolnost organismu proti infekcím a také může být v případě mnohých onemocnění užitečnou složkou terapie [5, s. 521], [15]. Klasifikace mikronutrientů je prezentována v Tab. 3.

Tabulka 3 Klasifikace mikronutrientů – upraveno [15]

Vitaminy		Biogenní prvky	
Hydrofilní	Lipofilní	Makrominerály	Stopové prvky
Thiamin (B <sub>1</sub> )	Retinol (A)	Vápník	Železo
Riboflavin (B <sub>2</sub> )	Kalciferol (D)	Sodík	Chlor
Niacin (B <sub>3</sub> )	Tokoferol (E)	Hořčík	Kobalt
Pantothenát (B <sub>5</sub> )	Fylochinon (K)	Draslík	Měď
Pyridoxin (B <sub>6</sub> )		Fosfor	Zinek
Biotin (B <sub>7</sub> )		Síra	Molybden
Folát (B <sub>9</sub> )			Jod
Kobalamin (B <sub>12</sub> )			Selen
Askorbát (C)			Křemík atd.

### 1.2.1 Vitaminy

Vitaminy představují organické nízkomolekulární látky potřebné pro zajištění normálního fyziologického stavu organismu. Téměř všechny vitaminy je nutné přijímat ve stravě, až na tři výjimky – K, D a biotin. Vitamin K a biotin mohou být produkovány bakteriemi střevní mikroflóry, které jsou potřebné pro správnou funkci gastrointestinálního traktu (GIT). Vitamin D si tělo dokáže syntetizovat samo po vystavení se slunečnímu záření. Obsah vitaminů

v potravinách je velmi různorodý. Neexistuje potravina, která by obsahovala všechny vitaminy, a proto by měla být strava co nejpestřejší. Množství přijatých vitaminů potravou se neztotožňuje s množstvím, které tělo vstřebá a využije. Záleží na velikosti střevní absorpce. Pokud je například strava ochuzena o tuky, dochází k nižší absorpci lipofilních vitaminů. Obecně se denní doporučený příjem vitaminů pohybuje v téměř zanedbatelném množství, kromě vitamínu C, kde by denní příjem měl představovat 50–75 mg [5, s. 524], [11].

Vitaminy jsou v některých případech přijímány jako provitaminy, tj. látky, které jsou svojí chemickou povahou podobné vitaminům a transformují se na účinný vitamin až v těle. Příkladem může být známý  $\beta$ -karoten, který se v organismu transformuje na retinol. Obdobně je tomu u vitamínu D ( $D_2$  a  $D_3$ ), který je jako takový neúčinný a v organismu dochází k jeho úpravě. Některé vitaminy plní funkci kofaktorů nebo koenzymů, také figurují jako protektivní látky zabráňující nežádoucím procesům v organismu [5, s. 524], [9, s. 164], [15].

#### Vitaminy rozpustné v tucích

Molekuly této skupiny vitaminů (A, D, E, K) jsou lipofilního charakteru a je vhodné je konzumovat společně s tuky. Díky své lipofilní povaze mohou v organismu setrvávat delší dobu, jelikož se v těle ukládají společně s tukovou tkání. Jejich depozitním místem jsou rovněž játra a kosterní svalstvo. Tento jev s sebou nese negativní dopady v podobě hypervitaminózy až toxicity [16], [17].

Vitamin A (retinol) se vyskytuje ve dvou formách, a to retinolu a jeho provitamínech (karotenoidech). Vitamin A se může vyskytovat v podobě dalších aktivních látek, a to v oxidovaných formách – retinalu a kyseliny retinové. Nejpodstatnějším provitaminem je  $\beta$ -karoten, dále pak  $\alpha$ -karoten a  $\gamma$ -karoten. Na aktivní formu se  $\beta$ -karoten transformuje v játrech. Vitamin A primárně ovlivňuje funkci, proliferaci a diferenciaci buněk, především epitelových. Zde se zejména uplatňuje kyselina retinová podílející se na syntéze glykolipidů a glykoproteinů. Od retinolu a jeho oxidovaných forem byla odvozena syntetická léčiva – retinoidy, která jsou široce využívána k léčbě kožních onemocnění. Vitamin A má spojitost s procesem vidění. Také značně ovlivňuje keratinizaci, tvorbu slizničního hlenu, účastní se metabolismu kostí a zubů a v neposlední řadě působí na vývoj placenty a spermatogenezi [5, s. 526], [18], [19].

K vzniku hypovitaminózy přispívají chronické infekce, poruchy metabolismu či autoimunitní onemocnění, například celiakie. Nejčastějšími následky jsou poruchy zraku, dále do-



chází k postižení sliznic a kůže, která vykazuje suchost a má sklon k šupinatění. Také dochází k rozvoji hyperkeratózy. Nedostatek se rovněž projevuje suchými vlasy a dystrofickými nehty [18], [20, s. 74].

Intoxikace se vyznačuje zvýšením nitrolebního tlaku, zvětšením jater a bolestivostí kloubů. Dále se projevuje suchostí kůže i rtů, jejich svěděním a ztrátou hmotnosti. Při nadbytečném příjmu  $\beta$ -karotenu k intoxikaci nedochází, pouze má za následek oranžové zbarvení krevního séra a kůže. Ve velkých dávkách působí jako antioxidant [5, s. 526], [20, s. 74].

Vitamin D (kalciferol) se vyskytuje ve dvou formách – ergokalciferol ( $D_2$ ) a cholekalciferol ( $D_3$ ). Vitamin  $D_3$  je získáván především ze živočišných zdrojů. Druhou možností je vlastní syntéza pomocí UV záření z provitaminu 7-dehydrocholesterolu nacházejícího se v *epidermis*. Vitamin  $D_2$  se do organismu dostane v podobě léčiv nebo doplňků stravy obsahující syntetický ergokalciferol. V organismu jsou obě formy neaktivní a musejí být metabolizovány na aktivní formu – kalcitriol [5, s. 509–510, 526], [15], [21].

Biologická úloha kalcitriolu spočívá v regulaci homeostázy vápníku a fosfátu (fosforu). Dále inhibuje proliferaci buněk a indukuje diferenciaci různých buněčných linií, také je nezbytný pro regeneraci epiteliální bariéry a podílí se na zrání imunitních buněk. Má kompetenci k produkci antimikrobiálních peptidů epiteliálními a imunitními buňkami, které předchází virovým či bakteriálním infekcím [21].

Vitamin E ( $\alpha$ -tokoferol) se přirozeně vyskytuje v podobě tokoferolů a tokotrienolů. Každá z těchto skupin disponuje čtyřmi izomery ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ ). U tohoto izomeru byl zjištěn nejvyšší výskyt v lidském těle. Ostatních sedm forem má odlišnou afinitu k transportnímu proteinu  $\alpha$ -tokoferolu ( $\alpha$ -TTP) a vykazují různou biologickou aktivitu *in vivo*. Vitamin E je považován za jeden z nejdůležitějších antioxidantů, jež zabraňuje působení volných radikálů, zejména kyslíkových. Především je lokalizován v buněčných membránách, které chrání před oxidací nenasycených MK v membránových fosfolipidech. Sekundárně se podílí na modulaci enzymových aktivit, buněčné signalizaci a genové expresi. Rovněž zabraňuje autooxidaci vitaminu A a jeho provitamínů. U vitaminu E je znám synergický účinek s koenzymem  $Q_{10}$  a vitaminem C, které regenerují svojí oxidací tokoferolový radikál na tokoferol [5, s. 256], [22].

Vitamin K (fylochinon) je souhrnný název pro deriváty naftochinonu, které jsou syntetizovány rostlinami a bakteriemi. Vitamin K má zásadní vliv na hemokoagulaci. Také se uplatňuje při kostní kalcifikaci [5, s. 528], [18].

Do skupiny lipofilních vitaminů byl dříve řazen i vitamin F. Jde o souhrnné označení esenciálních MK, zejména o kyselinu linolovou a  $\alpha$ -linolenovou. Jsou důležitými komponenty membránových lipidů. Vitamin F má pozitivní vliv na kůži a využívá se při léčbě některých kožních onemocnění, např. při léčbě atopické dermatitidy. Pro své protizánětlivé účinky se také uplatňuje při léčbě akné [2], [5, s. 528–529], [9, s. 166].

Vitaminy rozpustné ve vodě

Společným rysem této skupiny vitaminů je hydrofilní charakter. Na rozdíl od lipofilních vitaminů se neakumulují v těle a jsou vylučovány močí. Proto je zapotřebí jejich nepřetržitý přísun zejména ve stravě. Obecně jsou přítomny především v zelenině a ovoci, ale také v některých živočišných zdrojích. Do této skupiny je řazen komplex vitaminů B a vitamin C. Téměř všechny tyto vitaminy působí jako prekurzory nebo samotné kofaktory enzymů. V organismu podléhají specifické, metabolicky řízené modifikaci, díky které jsou převedeny na aktivní formy [5, s. 529], [23].

Vitaminy skupiny B se zejména podílejí na syntetických a energetických reakcích. Jejich působení je synergické a často dochází k vícečetnému deficitu. Hypovitaminózy jednotlivých vitaminů B-komplexu mají obdobné projevy. Často je zasažen imunitní a nervový systém, dochází k různým formám chudokrevnosti či vzniku specifických onemocnění, která jsou vázána na konkrétní deficit vitaminů skupiny B [24]. Dále budou zmíněny pouze vitaminy skupiny B prospívající zdraví pokožky.

Vitamin B<sub>2</sub> (riboflavin) je výchozí látkou pro syntézu flavoproteinových koenzymů. Koenzymy riboflavinu jsou nezbytné pro konverzi jiných vitaminů na aktivní formy. Riboflavin podporuje syntézu steroidů, erytrocytů a glykogenu. Pozitivně působí na kůži, sliznice, oči a nervový systém. V neposlední řadě, deriváty riboflavinu disponují antioxidačními účinky v buněčných systémech [19], [25].

Hypovitaminóza B<sub>2</sub> se nejnápadněji projevuje na kůži a rtech. Nejčastěji může vést k cheilitidě, která se projevuje záněty, praskáním a suchostí koutků rtů. Častým projevem je také dermatitida a stomatitida, která postihuje sliznici dutiny ústní. Deficit riboflavinu má negativní vliv na hojení ran. K hypervitaminóze dochází pouze při intoxikaci vitaminovými suplementy, avšak samotná potrava tento stav vyvolat nemůže [5, s. 530], [24].

Vitamin B<sub>3</sub> (niacin) je znám také jako faktor pelagry (PP-faktor – Pellagra-Preventive Factor) nebo nikotinamid. Primárně se nejedná o vitamin, jelikož je částečně syntetizován v těle z tryptofanu. Niacin je souhrnné označení pro kyselinu nikotinovou a nikotinamid,

kteří jsou stavebním základem pro oxidoredukční koenzymy nikotinamidadenin dinukleotid(fosfáty) [5, s. 530], [19].

Vitamin B<sub>3</sub> má značný vliv na pokožku. Účastní se syntézy sfingolipidů, MK, cholesterolu a také ceramidů. Zmíněné látky hrají důležitou roli v hydrataci kůže a také podporují syntézu kolagenu. Vitamin B<sub>3</sub> je tak účinným prostředkem v boji proti stárnutí pokožky. Hojně je využíván v anti-aging kosmetice a produktech podporujících bariérovou funkci pokožky [26].

Deficit niacinu způsobuje široké spektrum potíží a poruch, např. nespavost, ztrátu chuti k jídlu, potíže GIT, otupělost, bolesti hlavy, nervozitu a špatnou koncentraci. Při úplné avitaminóze dochází k propuknutí onemocnění zvaného *pelagra*. Je charakterizováno dermatitidou, diareou a demencí. Projevuje se také dalšími neurologickými příznaky v podobě depresí, apatie a ztrátou paměti. Pokud se nezahájí léčba, může být toto onemocnění smrtelné. Vitamin B<sub>3</sub> je využíván při léčbě cévních onemocnění a hypercholesterolémií. Intoxikace není možná a nevyvolává hypervitaminózu [5, s. 530], [19].

Vitamin B<sub>5</sub> (kyselina pantothenová/pantothenát) je substrátem pro syntézu koenzymu A, který podporuje činnost mozkových buněk, podílí se na syntéze cholesterolu, AK, fosfolipidů a MK [25]. Nedostatek se projevuje únavou, poruchami spánku, narušením koordinace, necitlivostí či brněním končetin. Pantothenát je dnes využíván jako léčivo. Předchází mnohým infekcím, působí proti stresu a má pozitivní vliv na hojení kůže [5, s. 531], [24].

Biologicky aktivní formou vitamínu B<sub>6</sub> (pyridoxin) je pyridoxalfosfát. Jeho nedostatek je spojován s deficitem jiných vitaminů B, zejména riboflavinu, který je esenciální pro syntézu pyridoxalfosfátu. Indikátorem nedostatku pyridoxinu může být narušení syntézy serotoninu, který má pozitivní vliv na duševní zdraví. Deficit se nejčastěji projevuje patologickými změnami na kůži a sliznicích v podobě dermatitidy, zánětů koutků rtů (cheilitidy) či jazyka (glositidy) [19], [24].

Vitamin B<sub>7</sub> (biotin) je také znám pod pojmem vitamin H, kde H představuje německý výraz pro kůži – Haut. Není řazen mezi podmíněně esenciální vitaminy, jelikož je syntetizován střevními bakteriemi. K jeho deficitu dochází zejména při poruchách střevní mikroflóry či při vrozeným metabolických vadách syntézy biotinu nebo jeho vstřebávání. Nedostatek se projevuje poruchami funkce imunitního systému a má za následek sníženou syntézu kola-

geny. Následkem jsou dermatologické příznaky v podobě seboreického ekzému nebo alopecie. Dlouhodobější nedostatek biotinu se podílí na vzniku atopické dermatitidy a může vést k jejímu zhoršení [27].

Vitamin C (askorbát, kyselina L-askorbová) je pro lidské tělo esenciálním mikronutrientem zabezpečujícím nespočet fyziologických funkcí. Je znám pro své pozitivní účinky na kůži. Askorbát hraje důležitou roli v syntéze proteinů, zejména kolagenu. Askorbát se v podobě kofaktoru podílí na hojení ran, a to tvorbou kolagenové pojivové tkáně. Vitamin C je obecně znám pro své antioxidační účinky. Kromě přímého působení v podobě antioxidantu je rovněž schopen regenerovat oxidované formy látek, např. tokoferol. Také zabraňuje oxidaci lipofilních vitaminů, zejména retinolu, jeho provitamínů a tokoferolu. Rovněž se podílí na absorpci železa, podporuje hemokoagulaci a tvorbu protilátek. Známým projevem totálního deficitu je onemocnění zvané skorbut, jehož majoritními příznaky jsou oteklé, krvácivé dásně, ztráta zubů, hematomy, kožní léze, svalová atrofie atd. Hypovitaminóza C vede ke zhoršení hojení ran, vyskytují se patologické nálezy na kůži a sliznicích, dochází k oslabení kostí, zubů a pojivových tkání. Obecně je snížena funkce imunitního systému a tím i odolnost proti infekcím [28], [29].

### 1.2.2 Minerální látky

Za mikronutrienty lze také považovat minerální látky. Oproti vitaminům disponují anorganickým charakterem. Díky tomu jsou stabilnější a zachovávají si svoji chemickou strukturu. Tato rozsáhlá skupina rovněž zahrnuje nežádoucí látky – kontaminanty, jako je rtuť, olovo či kadmium. U těchto látek byla prokázána toxicita i teratogenita, včetně karcinogenního účinku [9, s. 124], [30], [31].

#### Hlavní biogenní prvky

Makrobiogenní prvky Na, K, Ca, P, Mg a S představují největší podíl ve složení lidského těla. Jejich přítomnost v organismu je zcela esenciální, neboť jsou součástí mnoha fyziologických procesů a pochodů v organismu. Například sodík a draslík se podílejí na udržení homeostázy, svalové kontrakci a přenosu nervových impulsů. Vápník ve spojení s fosforem je esenciální pro zdravý vývoj kostí a zubů, dále je důležitý pro správnou funkci nervové a svalové soustavy, reguluje krevní tlak a podporuje imunitní systém. Síra je součástí sírných AK a nachází uplatnění při léčbě kožních onemocnění [32], [33, s. 93].

## Stopové prvky

Stopové prvky, byť v malém množství, jsou nepostradatelné pro každodenní metabolické procesy v organismu. Jejich denní příjem by neměl přesáhnout 100 mg, ve vyšších dávkách mohou vykazovat toxicitu. Nicméně jejich deficit či absence v organismu způsobuje celou řadu zdravotních problémů vedoucí k různým onemocněním [15].

Železo je hlavním komponentem hemoglobinu a myoglobinu, a tím se podílí na přenosu kyslíku mezi krví a tkáněmi. V buňkách představuje složku enzymů, které se účastní oxidoredukčních reakcí. Jeho nedostatek vyvolává anémii projevující se bledostí, únavou či ragádami ústních koutků. Při nadbytku dochází ke vzniku cirhózy a pigmentaci kůže [15], [34]. Mangan se nachází ve všech tkáních organismu. Podílí se na metabolizování všech živin. Napomáhá funkci imunitního systému, reguluje glykémii a účastní se obranných mechanismů proti volným radikálům [34].

Měď je součástí mnohých enzymů a reguluje jejich aktivitu, rovněž se účastní metabolismu železa. Také podporuje pevnost epiteliálních a pojivových tkání. Účastní se syntézy melaninu, myelinu a hemoglobinu. Deficit mědi se projevuje anémií z nedostatku železa, kloubními a neurologickými potížemi, také dochází ke ztrátám pigmentu, kožním opruzeninám a poruchám funkce štítné žlázy [32], [34].

Křemíku nebyla dříve přisuzována žádná funkce v organismu, nedávné studie [5, s. 523] tuto teorii vyvrátily. Účastní se mineralizace kostí a vývoje měkkých tkání. Pozitivní účinek křemíku se rovněž projevuje zpomalením stárnutí kůže, nehtů a vlasů. Jeho nedostatek je spojován s předčasným stárnutím, jelikož se podílí na zrání kolagenu, elastinu a tvorbě glykosaminoglykanů (GAGs).

Jód je esenciálním prvkem pro správný růst a vývoj organismu. Je nepostradatelný při syntéze hormonů štítné žlázy. Disponuje pozitivními účinky na kůži, nehty, zuby a vlasy [33, s. 83].

Selen zaujímá v organismu funkci antioxidantu společně s tokoferolem. Zabraňuje peroxidaci nenasycených MK a je součástí AK selenocysteinu. Předchází vzniku kardiovaskulárních chorob a pozitivně působí na pokožku. Je využíván v přípravcích určených pro léčbu ekzému, psoriázy a dalších zánětlivých kožních onemocnění [2], [5, s. 522], [15].

Zinek je důležitým stopovým prvkem účastnícím se více jak 200 enzymatických reakcí. Podporuje růst a proliferaci buněk, je zodpovědný za správnou funkci imunitního systému a je

důležitý při syntéze proteinů, zejména kolagenu. Tím podporuje regeneraci a hojení tkání. Také je esenciální při syntéze DNA [32], [33, s. 94].

### 1.2.3 Ostatní neenergetické složky

Vlákniny jsou významnou složkou potravy přinášející mnoho benefitů. Představují rozmanitou skupinu polysacharidů, které se vyskytují především v rostlinné potravě, jako je ovoce, zelenina, otruby a luštěniny. Lze je klasifikovat na 2 skupiny – rozpustné a nerozpustné vlákniny. Jejich význam je značný. Snižují hladinu cholesterolu, brání účinku karcinogenů, podporují peristaltiku střev a zvyšují absorpci minerálních látek. Vlákniny jsou obecně známé pro své pozitivní účinky na trávení. Podporují činnost střevních bakterií, a tak mohou ve stravě zastupovat funkci prebiotik. Prebiotika jsou nestavitelné složky potravy. Mezi známá probiotika lze zařadit fruktany, která selektivně podporují růst anebo činnost specifických bakterií ve střevech, např. bakterií mléčného kvašení [5, s. 523], [35], [36].

Vůbec nejdůležitější složkou stravy je voda. Tvoří více jak polovinu hmotnosti lidského těla. Je stavební složkou, základním rozpouštědlem, umožňuje průběh mnoha reakcí, zajišťuje transport a také se podílí na termoregulaci [37].

## 2 NUTRIČNÍ ASPEKTY V KOSMETICKÉ PÉČI

Dnešní trh disponuje širokou škálou produktů s různorodými účinky. Mohou být určeny pro komplexní podporu zdraví, jiné upravují vzhled či slouží jako terapeutický prostředek. V dnešní době exponenciálně vzrůstá zájem o produkty na přírodní bázi. Stále jsou vyvíjeny nové inovace, které by uspokojily představy spotřebitele. V posledních letech je věnována velká pozornost doplňkům stravy. Dříve byly považovány za prostředek doplňující „pouhý“ deficit vitaminů či minerálů, dnes do této kategorie spadá široká škála produktů zaměřených na různé problematiky, včetně té kosmetické. Vysoká poptávka po těchto produktech nepramení pouze z jejich přírodního původu a předpokladu, že jsou potencionálně nezávadné, ale také kvůli jejich snadnému dostání. Do popředí se dostala nutraceutika, která vykazují podobné účinky jako léčiva. Ve srovnání s léčivy nepodléhají striktním regulačním opatřením a nenesou s sebou četná omezení [38]. Kategorizace produktů závisí na mnohých aspektech a nelze je zařadit jen na základě jejich primárního účelu, viz Tab. 4.

### Kosmetické přípravky

Kosmetika je v současné době neodmyslitelnou součástí každodenního života. Povědomí o kosmetice sahá až do starověkého Egypta, kde sloužila jako prostředek pro udržení zdraví a hygieny. Už tehdy byly využívány vonné oleje či masti a zrodila se zde i první dekorativní kosmetika. Výjimkou nebyly ani barvy na vlasy či na tělo. Kosmetika byla od svého počátku nepřetržitě vyvíjena. I v dnešní době se lze setkat s mnohými inovacemi a její vývoj zdaleka nekončí [39], [40].

Termín kosmetický přípravek je velice rozsáhlý, zahrnuje širokou škálu výrobků definovaných v nařízení (ES) č. 1223/2009, o kosmetických přípravcích [41]: „*kosmetickým přípravkem je jakákoli látka nebo směs určená pro styk s vnějšími částmi lidského těla (pokožkou, vlasovým systémem, nehty, rty, vnějšími pohlavními orgány) nebo se zuby a sliznicemi ústní dutiny, výhradně nebo převážně za účelem jejich čištění, parfemace, změny jejich vzhledu, jejich ochrany, jejich udržování v dobrém stavu nebo úpravy tělesných pachů*“.

Výše zmíněná definice výstižně popisuje charakter kosmetických přípravků. Pokud by byl přípravek určen k požití, vdechnutí, injekční aplikaci či implantaci do lidského těla, nespadal by do kategorie kosmetických přípravků. Rovněž by neměl vykazovat farmakologický, imunologický a metabolický účinek. Tyto produkty by nebyly považovány za kosmetický přípravek, ale za léčivo [42].

Tabulka 4 Srovnání doplňků stravy, kosmetických přípravků a léčiv – upraveno [38]

	<b>Doplňky stravy</b>	<b>Kosmetické přípravky</b>	<b>Léčiva</b>
<b>Typické složky</b>	Vitaminy, minerály či jiné látky s nutričním nebo fyziologickým účinkem	Aktivní látky	Farmakologicky ověřené ingredience
<b>Vývoj</b>	Dle znalosti prokázaných účinků minerálů, vitaminů a jiných látek s nutričním či fyziologickým účinkem	Dle testů prováděných na kosmetických formulacích; vývoj aktivních substancí	Dle testů prováděných na aktivních substancích založených na účinnosti a bezpečnosti
<b>Mechanismus místa působení</b>	Nutriční a fyziologický účinek	Kontakt s vnějšími částmi lidského těla (pokožkou, vlasovým systémem, nehty, rty, vnějšími pohlavními orgány), se zuby či sliznicemi ústní dutiny	Farmakologicky aktivní, účinek při absorpci do těla
<b>Časový interval vývoje produktu a jeho uvedení na trh</b>	Krátký	Velmi krátký	Dlouhý a finančně náročný
<b>Požadavky</b>	Příznivé zdravotní účinky, popřípadě snížení rizika ve spojitosti s onemocněním	Pozitivní vliv na vzhled či vůni těla	Diagnostika, léčba či prevence onemocnění



### Kosmeceutika

Za zakladatele termínu kosmeceutikum je považován Reymond Reed. Byl to jeden ze zakladatelů společnosti kosmetických chemiků (US Society of Cosmetic Chemist). Tento termín poprvé zmínil v roce 1961. Nicméně termín kosmeceutikum je spojován s Albertem Klignanem, který tento termín popularizoval až o několik let později. První kosmeceutické produkty se na světovém trhu objevily až v roce 1996. Tato inovace vyvolala značné diskuze ohledně jejich významu a účinnosti. Kosmeceutické produkty jsou považovány za hybridy kosmetiky a léčiv. Mohou to být léčiva, kosmetika či obojí. Neexistují pro ně žádná regulační opatření. Mohou plnit funkci dermatologických přípravků a kosmetických produktů, které mají za úkol podpořit a zlepšit zdraví a vzhled pokožky [26], [43].

Kosmeceutika se stala velmi populárními. Jejich aplikace je topická. Na trhu jsou k dispozici v mnoha formách. Mohou to být krémy, lotiony či masti. Obsahují různé aktivní složky s terapeutickými účinky, které mají vliv na biologickou funkci pokožky. Povaha aktivních složek může být různorodá. Mohou být získávány z rostlinných i živočišných zdrojů. Nejčastěji se jedná o mikrobiální metabolity, fytonutrienty, proteiny či mikronutrienty. Pleti dodávají potřebné živiny, zlepšují její texturu, vzhled či působí proti stárnutí. Některé rostlinné extrakty (např. z kokosu, jasmínu) vykazují léčivé účinky, které jsou využívány při léčbě kožních onemocnění [44].

### Nutraceutika

Dalším kosmetickým konceptem se stala nutraceutika. Termín nutraceutikum je postaven na pojmech nutrition a pharmaceutical, tedy na výživě a léčivech. Tento pojem byl zaveden v roce 1989, a to zakladatelem a předsedou Nadace pro inovace v medicíně, Stephenem DeFelice. Nutraceutikum definoval jako „*stravu, nebo alespoň její část, jež disponuje zdravotními či léčebnými přínosy, včetně prevence anebo přímým léčebným účinkem*“ [45, s. 35]. V 90. letech se o nutraceutika, coby další inovaci, vysoce zvýšil zájem mnohých farmaceutických a potravinářských společností. V současné době stále neexistuje jednotná definice. Nicméně díky svému pozitivnímu bezpečnému účinku se staly předmětem zájmu farmaceutického trhu. U nutraceutik se dále předpokládá, že mohou předcházet některým onemocněním, či figurovat jako užitečná složka terapie [26], [46].

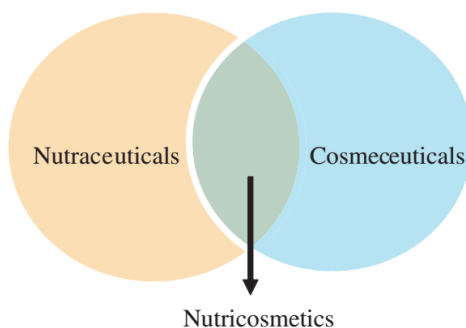
Většina nutraceutik je považována za doplňky stravy či přímo potraviny. Jen zlomek z nich je veden jako léčivo. Nejčastějšími složkami jsou látky rostlinného původu s antioxidační

vlastnostmi, nenasycené MK a také probiotika. V posledních letech se vývoj nutraceutik zaměřil na bioaktivní peptidy, z nichž je obzvláště využíván kolagenový hydrolyzát [46], [47].

### Nutrikosmetika

Novým konceptem v kosmetickém průmyslu se stala nutrikosmetika. Stojí na pomezí nutraceutik a kosmeceutik. Jejich vzájemný vztah znázorňuje Obr. 1. Nutrikosmetické produkty jsou podávány orální cestou, a to v podobě tablet, kapslí či nápojů. Proto začaly být nazývány jako „pilulky krásy“ či „ústní kosmetika“. Průkopníkem tohoto odvětví se stal švédský biochemik Dahlgren. Koncem 80. let uvedl na trh první nutrikosmetický produkt s názvem Imedeen. První nutrikosmetika byla vyvinuta k redukci problematické celulitidy především u žen. Dnešní trh disponuje produkty, jak pro kosmetické, tak dermatologické potřeby [26], [48].

Nutrikosmetika je založena na přírodních produktech, které podporují celkové zdraví a krásu. Její účinek je zaměřený na pokožku, vlasy, nehty i psychické zdraví. Uplatňuje se široké spektrum látek s rozmanitými účinky a vlastnostmi. Mezi nejčastěji využívané aktivní látky spadají vitaminy, kolagen, kyselina hyaluronová či ceramidy [44], [49].



Obrázek 1 Vztah mezi nutraceutiky, kosmeceutiky a nutricosmetikou [48]

## 2.1 Topické aplikace kosmetických přípravků a kosmeceutik

Kosmetické přípravky a kosmeceutika jsou poměrně složité substance. Na trhu se lze setkat s různými formami kosmetických formulací. Může se jednat o roztoky, gely, suspenze, krémy, aerosoly aj. Využití účinných látek v kosmetice není žádnou novinkou. Nicméně jejich účinnost závisí na mnoha faktorech. Hlavní roli představují fyzikálně-chemické vlastnosti při penetraci aktivních složek do pokožky. Důležitým faktorem je také místo dodání.

Některé látky je třeba doručit jen do svrchních vrstev pokožky, některé však i do hlubších. Dále závisí na koncentraci, době a způsobu dodání. Účinnost je rovněž ovlivněna subjektivními vlastnostmi uživatele, jako je permeabilita či tloušťka pokožky. Existují různé nosné systémy. Jsou využívány např. liposomy, mikroemulze, nanoemulze či mikročástice [26].

Liposomy jsou fosfolipidové sférické struktury různých forem a tvarů. Jejich charakter umožňuje enkapsulaci široké škály aktivních látek. Záleží ovšem na povaze liposomu a aktivní látky. Aktivní látky mohou být rovněž ukotveny v lipidové dvojvrstvě liposomů. Liposomy jsou velmi oblíbeným prostředkem ve farmacii. Umožňují aplikaci léčiv různými cestami. Díky své biokompatibilitě minimalizují vznik erytému a podráždění pokožky. V dermatologii a kosmetologii jsou využívány rostlinné fosfolipidy, zejména kvůli kyselině linolové. Podporuje bariérovou funkci kůže a snižuje transepidermální ztrátu vody (TEWL – Transepidermal Water Loss). Mikroemulze jsou čiré a na rozdíl od klasických emulzí termodynamicky stabilní. Jsou velmi populární pro velmi dobrou solubilizaci hydrofilních i lipofilních látek a jejich doručení do kožních vrstev. Využívaným prostředkem jsou také mikročástice, do kterých je aktivní složka zakomponována pomocí chemické vazby, povrchové absorpce či fyzikální cestou. Jedná se o částice sestavené z biodegradabilních proteinů nebo syntetických polymerů. Nejčastěji se lze setkat s kyselinou polymléčnou, anhydridem kyseliny polyadipové nebo přírodními polymery zahrnující škrob, albumin či želatinu. Mikročástice jsou běžně využívány v pleťových vodách, pudrech či krémech. Aktivní látky se do pokožky uvolňují v závislosti na teplotě či pH [26], [50].

## 2.2 Doplnky stravy s kosmetickým efektem

Topické produkty jsou tradičním prostředkem v péči o pokožku zvenčí. Doplnky stravy zacílené na kosmetickou péči jsou oproti topickým produktům relativně nové. Stav pokožky závisí na celkovém zdraví, a proto jej lze podpořit konzumací doplňků stravy, včetně vitaminů a antioxidantů. Záměrem nutricosmetických produktů není jen pozitivní působení na pokožku, vlasy a nehty, ale i na celý organismus. Kombinací topických produktů a orálních suplementů lze zvýšit očekávaný efekt [46], [47], [51].

Doplnky stravy disponují odlišnými vlastnostmi, včetně jejich aplikace. Při jejich vývoji je brán zřetel především na toxikologické zkoušky, biologickou dostupnost a metabolizaci jejich složek. Součástí nutricosmetiky jsou bezpečné a často přírodní látky, které vykazují antioxidační, protizánětlivé či zeštíhľující účinky. Nutricosmetické produkty jsou vyvíjeny za účelem zpomalení stárnutí, regenerace a reparace pokožky, zmírnění její pigmentace

anebo ochrany před UV zářením [26]. Nutraceutika vykazují obdobný efekt. Jejich působení je systémové. Poskytují fyziologický přínos nebo preventivně působí proti různým chorobám. Mají vliv na chronická zánětlivá a degenerativní onemocnění, posilují imunitu a kardiovaskulární systém. Některá nutraceutika obsahují antiobezitní, antidiabetické a antikarcinogenní látky [46].

### 3 VYBRANÉ NUTRIENTY PRO PÉČI O KŮŽI

Existuje mnoho látek, které se různými způsoby podílí na stavu kůže. Některé lze jednoduše přijímat prostřednictvím potravy, jiné je možno získávat pomocí doplňků stravy. Trh disponuje širokou nabídkou suplementů. Výjimkou nejsou ani topicky aplikovatelné produkty s obsahem látek, které jsou běžnou složkou stravy.

#### 3.1 Látky stimulují hydrataci a bariérovou integritu

Bariérová funkce a s ní spojená hydratace jsou klíčovými faktory nejen pro zdravý vzhled pokožky, ale také pro její mechanické vlastnosti a fyziologické funkce. V pokožce dochází ke kontinuálnímu odpařování vody, které je řízeno kožní bariérou. Tato bariéra je však často narušena, ať už z interních či externích příčin. Při poškození bariérové permeability dochází ke zvýšení TEWL. K udržení či znovuobnovení hydratace lze využít mnohých přípravků, které dodávají kůži potřebné látky, hydratují ji, anebo přímo zabraňují ztrátě vody. S hydratací kůže také souvisí příjem nutrientů a tekutin. Jejich nedostatek v těle se rovněž může odrážet na stavu pokožky [26].

Hydratace kůže je ovlivněna přítomností lipidů, ale i keratinu, který je schopen vázat velké množství vody. Kromě něj se v kůži vyskytují další hydrofilní i hydrofobní látky nazývané jako přirozený hydratační faktor (NMF – Natural Moisturizing Factor). Vyskytují se jak intracelulárně, tak extracelulárně a tvoří 20–30 % suché hmotnosti *stratum corneum*. Mezi látky NMF spadají např. MK, močovina, ionty, kyselina mléčná či hyaluronová. V pokožce mají tyto látky nezastupitelnou roli, zabraňují jejímu praskání, šupinatění, a také zlepšují její plasticitu díky interakcím s keratinem [26].

##### 3.1.1 Kolagen

Kolagen je nejhojněji se vyskytující protein v lidském těle. Existuje více než 28 typů kolagenu. Jde o strukturní protein podílející se na stavbě pojivových tkání včetně kůže, kde představuje až 75 % celkové hmotnosti. Tvoří jednu z komponent extracelulární matrix a s dalšími jejími složkami (kyselinou hyaluronovou, retikulinem a elastinem) vytvářejí podpůrnou síť pro kožní buňky. S přibývajícím věkem však tato síť degraduje a následkem jsou strukturní a funkční změny v *dermis*. Dochází k redukci objemu a tloušťky *epidermis*, ztrátě elasticity a vzniku vrásek. Také nastává pokles hydratace v důsledku snížení množství kyseliny hyaluronové v extracelulární matrix, která napomáhá zadržovat vodu v kožních strukturách [52].

Nejvyžívanější formou kolagenu je hydrolyzovaný kolagen, u kterého byly prokázány příznivé účinky proti stárnutí pokožky. Několik studií potvrdilo hypotézu, že při snížení syntézy kolagenu s přibývajícím věkem, je suplementace bioaktivních kolagenových peptidů účinným nástrojem pro syntézu nových kolagenových vláken v pokožce. Kolagen je bohatý na hydroxyprolin, prolin a glycin. Pouze hydroxyprolin je přímým komponentem kolagenu. Některé studie ukázaly, že sloučeniny těchto AK jsou absorbovány jako dipeptidy a depozirovány v pokožce, kde zvyšují bioaktivitu fibroblastů. Ty podporují syntézu kolagenu, což má za následek zvýšení hydratace, elasticity a redukci vrásek [52].

### 3.1.2 Kyselina hyaluronová

Kyselina hyaluronová představuje jednu z nejdůležitějších složek extracelulární matrix. Z chemického hlediska se jedná o GAGs, s nejhojnějším výskytem v kůži a ostatních tkáních. Podílí se na proliferaci buněk a jejich adhezi, ovlivňuje membránové receptory, a především stabilizuje a formuje extracelulární matrix. Je schopna vázat velké množství vody, čímž podporuje hydrataci a zabraňuje nežádoucímu tření mezi kolagenovými a elastinovými vlákny v pokožce. Kyselina hyaluronová se hojně využívá v lékařství (např. v oční chirurgii nebo při léčbě osteoartritidy kolene), dále se uplatňuje v topických přípravcích určených pro podporu hojení jizev. V posledních letech se stala velmi používanou látkou v estetické chirurgii při dermálních výplních. Díky vysoké molekulové hmotnosti neproniká do hlubších vrstev kůže a na jejím povrchu vytváří viskoelastický film. Kyselinu hyaluronovou lze přijímat i orální cestou. S přibývajícím věkem dochází k jejímu poklesu. Na trhu je uvedeno mnoho doplňků stravy s obsahem kyseliny hyaluronové, které by měly kompenzovat její ztráty. Nicméně, během trávení je kyselina hyaluronová metabolizována a o jejích účincích jsou vedeny značné spekulace [2], [26].

Vysokomolekulární kyselinu hyaluronovou je možno modifikovat i na nízkomolekulární formu. Je schopna pronikat přes *stratum corneum*, podporovat expresi genů a syntézu ceramidů. Také vykazuje hydratační účinky [53].

Studie [53] prokázala, že topická aplikace nízkomolekulární kyseliny hyaluronové napomáhá diferenciaci korneocytů. Dále podporuje bariérovou funkci a zvyšuje hydrataci pokožky.

### 3.1.3 Ceramidy

*Stratum corneum* je tvořena korneocyty a lipidy. Hlavními lipidy jsou ceramidy, které představují až 50 % z celkových lipidů. Dále cholesterol, MK a v menší míře estery cholesterolu či jeho deriváty. Jsou hlavními složkami udržující strukturu, integritu kožní bariéry a zabraňují TEWL. Základní struktura ceramidů je tvořena bazickým alkoholem (nejčastěji sfingosinem), na který je amidicky vázána MK. Při nedostatku či změně uspořádání ceramidů ve *stratum corneum* dochází ke kožním onemocněním, jejichž výskyt je typický při poruše bariérové funkce kůže. Nejčastěji se jedná o atopickou dermatitidu, psoriázu či ichtyózu [40], [54], [55].

Experimentální studie zkoumala účinky orálně podávaného sfingomyelinu na pokožku. Skupině 36 žen byl po dobu 12 týdnů podáván sušený prášek získaný z kuřecí kůže. Subjekty jej užívaly jednou denně v 1 mg nebo 2 mg dávkách. Výsledky prokázaly zvýšení elasticity a hydratace pokožky [40].

### 3.1.4 Aloe vera

*Aloe vera* (*A. vera*) je semitropická rostlina z čeledi liliovitých. Existuje přes 250 druhů, avšak pouze 4 druhy vykazují nutriční hodnotu, ze kterých vyniká *A. vera*. V minulosti byla využívána k léčbě popálenin a otoků. Disponuje mnohými pozitivními účinky na kůži i celý organismus. Má protizánětlivé, antimikrobní a antioxidační vlastnosti, díky kterým se hojně využívá v kosmetických produktech a farmacii. *A. vera* obsahuje prospěšné složky, jako jsou AK, sliz, vitaminy či triterpenoidy (např. kampesterol,  $\beta$ -sitosterol) [26], [56].

Byla provedena experimentální studie [56], jejímž předmětem bylo zkoumání pozitivních účinků *A. vera* na pokožku. Studie se účastnilo 12 subjektů ve věku 20 až 65 let. Byl použit krém obsahující extrakt z listů *A. vera* (10 %) aplikovaný na obličej každého subjektu. Během studie byl testován účinek na bariérovou funkci pokožky. Hodinu po topické aplikaci se hodnota TEWL rapidně snížila o 22 %. Po 15 dnech testování byl prokázán pozitivní efekt *A. vera* na bariérovou integritu kůže. Dále byla testována účinnost *A. vera* na zvýšení hydratace pokožky. Při topické aplikaci byl zaznamenán zvlhčující účinek, a to zvýšením o 31 % hydratačních jednotek po 15 dnech testování. Dále byla potvrzen účinek na zlepšení pevnosti a elasticity kůže. Dle výsledků studií prováděných *in vivo* by se dal očekávat také pozitivní účinek *A. vera* proti stárnutí pleti.

## 3.2 Látky s fotoprotekčním účinkem

Dlouhodobá expozice slunečnímu záření je jednou z hlavních příčin, které přispívají ke stárnutí kůže. Ultrafialové záření indukuje tvorbu volných radikálů, které vyvolávají oxidační stres. Ten je zodpovědný za vznikající mutace a stárnutí pokožky. Obecně je známo, že stárnutí je dlouhodobý proces. Kromě frekvence, délky expozice a kumulace UV záření v pokožce také závisí na subjektivních vlastnostech jedince, jako je např. pigmentace kůže. Kožní pigmenty figurují jako primární ochrana před slunečním zářením, avšak v mnohých případech není dostačující. Destruktivně působí na pojivové tkáně a extracelulární matrix UVA záření, které je schopno proniknout až do *dermis*. Následkem jsou viditelná poškození pokožky, ztráta elasticity, hydratace a pevnosti. Oproti tomu UVB záření proniká pouze do *epidermis*, avšak působí destruktivně na DNA za vzniku různých mutací. Ty vedou nejčastěji ke vzniku rakoviny kůže. Dále má za následek vznik erytému, fotoimunosupresi či poruchu melanogeneze [57].

Přírodní antioxidanty jsou zcela běžně přijímány prostřednictvím potravy. Nejčastěji se lze setkat s vitaminy A, C, E a některými MK. Například vitamin C minimalizuje nežádoucí pigmentaci a působí proti vzniku zánětlivých ložisek vyvolaných UVA a UVB zářením. Dalšími účinnými fotoprotekčními látkami mohou být karotenoidy či polyfenoly [1].

### 3.2.1 Karotenoidy

Karotenoidy jsou lipofilní látky rostlinného původu, které se běžně vyskytují v ovoci a zelenině. Mezi karotenoidy spadá například  $\beta$ -karoten, lykopen, lutein, zeaxantin a astaxantin. Vykazují specifickou antioxidační aktivitu a značně ovlivňují pochody na buněčné úrovni. Ve spojitosti s UV zářením, jsou karotenoidy schopny chránit lidský organismus fyzikální i chemickou cestou. Většina z nich reaguje s volnými radikály a transformuje je na nereaktivní formy, zbylé účinkují jako filtry modrého světla. Kombinací topické a orální aplikace karotenoidů lze rovněž podpořit elasticitu a hydrataci pokožky. Prostřednictvím orální aplikace  $\beta$ -karotenu je možno předcházet solárnímu erytému.  $\beta$ -karoten je schopen akumulace v pokožce a modulace jejích vlastností [26], [38]. Úloha  $\beta$ -karotenu byla podrobněji popsána v kapitole 1.2.1.

#### Lykopen

Lykopen je obsažen v rajčatech či broskvích, které jsou rovněž bohaté na polyfenoly. Lykopen snižuje negativní působení krátkodobého i kumulativního účinku UV záření na pokožku



[1]. Intervenční studie [38] prokázala účinnost lykopenu na snížení vzniku solárního erytému. Skupině subjektů byla jedenkrát denně po dobu 10 týdnů orálně podávána rajčatová pasta s vysokým obsahem lykopenu. Pasta obsahovala 16 mg karotenoidu a 10 g olivového oleje. Druhé kontrolní skupině byla podávána směs bez obsahu lykopenu. Po 4 týdnech studie nebyl registrován znatelný účinek. Subjekty, které užívaly směs s obsahem lykopenu, vykazovaly po 10 týdnech snížený projev solárního erytému. Ze studie vyplynulo, že lykopen vykazuje fotoprotekční vlastnosti až po delší kumulaci v těle. Zároveň konzumace karotenoidů obsažených ve stravě může přispívat k ochraně pokožky před působením UV záření.

### 3.2.2 Polyfenoly

Polyfenoly představují rozsáhlou skupinu přirozeně se vyskytujících látek. Jsou hojně obsaženy v zelenině, ovoci, kávových zrnech či v červeném víně. Kromě svého antioxidačního účinku disponují protizánětlivými a hojivými účinky. Polyfenoly jsou rovněž využívány v přípravcích pro zklidnění iritované pokožky. U mnohých polyfenolů (např. polyfenoly obsažené v zeleném a černém čaji) byl prokázán pozitivní účinek na snížení vzniku rakoviny kůže indukované UV zářením [2], [26].

#### Kyselina kávová a ferulová

Kyselina kávová a ferulová jsou navázány na sacharidy obsažené v semenech či zelenině. Jejich účinek spočívá v ochraně fosfolipidové membrány před peroxidací vyvolanou UV zářením. U obou kyselin byl prokázán ochranný účinek před vznikem solárního erytému. Kyselina ferulová velmi silně absorbuje UV záření. Je využívána v pleťových vodách či opalovacích krémech [58].

#### Quercetin

Quercetin je nejhojněji se vyskytující flavonoid. Snižuje a předchází škodlivým účinkům UV záření. Disponuje ochranným efektem na kožní antioxidační systém. Chrání jej před působením UVA i UVB záření [58].

#### Čajovník čínský (*Camelia sinensis*)

Nejběžnějšími polyfenoly obsaženými v černém a zeleném čaji jsou epikatechiny a jejich deriváty. Disponují protizánětlivými a antikarcinogenními účinky. Byla provedena studie na bezsrstých myších [58], kterým byly podávány polyfenoly orální i topickou cestou. Byla

prokázána účinnost proti vzniku kožnímu edému a solárnímu erytému. Rovněž byl zjištěn pozitivní vliv na epidermální antioxidační systém.

### 3.2.3 Probiotika

Pojem probiotika definuje bakterie mléčného kvašení nacházející se v kysaném mléce či jogurtech. Podporují trávení, imunitní systém a udržují mikrobiální rovnováhu. Pravidelná konzumace vede ke snížení TEWL, působí příznivě na vzhled pokožky a může být užitečnou složkou terapie při atopické dermatitidě [38].

Ve studii [59] byl zkoumán efekt probiotické bakterie *Lactobacillus johnsonii* na modulaci kožní imunitní homeostázy po působení UV záření u lidí. Byla prokázána rychlejší regenerace alostimulační funkce epidermálních buněk. Klinická data potvrdila předpoklad, že některá probiotika jsou schopna preventivně působit proti poškození kůže UV zářením.

## 3.3 Látky s protizánětlivým účinkem

Zánět je přirozenou imunitní odpovědí organismu. Vzniká na základě poškození tkáně či externími příčinami. Zánět může být způsoben patogeny, alergeny, infekcemi či UV zářením. Projevuje se bolestí, otokem a zarudnutím. Jedná se o komplexní proces, který je indukován cytokiny, chemokiny, adhezními molekulami, cytoplazmatickými a nukleárními receptory. Dlouhodobý zánět může vést k chronickým zánětlivým onemocněním a může být příčinou vzniku rakoviny. Bylo prokázáno, že vysoká produkce oxidu dusnatého a některých prozánětlivých cytokinů inhibuje aktivaci makrofágů a je spojena s patogenezi několika zánětlivých onemocnění [44], [60].

### 3.3.1 Houby

Houby jsou zdrojem široké škály bioaktivních sloučenin, jako jsou steroidy, terpenoidy, antioxidanty a mnohé mikronutrienty a makronutrienty. Klíčovou složkou s potencionálními zdravotními benefity jsou  $\beta$ -glukany. Houby jsou široce využívány pro své pozitivní účinky na zdraví. Protizánětlivý účinek hub je dán mnohými mechanismy. Mohou inhibovat sekreci cytokinů, předchází oxidaci, regulují imunitní systém a změny v buněčné signalizaci [60].

#### *Ganoderma lucidum*

Houba z řádu chorošotvarých *Ganoderma lucidum* se stala velmi využívanou ingrediencí v kosmetických produktech určených pro péči o pleť. Také se využívá při léčbě zánětů a ran.

Studií [2] provedenou na zvířatech byly prokázány značné protizánětlivé, antimutagenní a antioxidační účinky.

### 3.3.2 Kurkumin

Kurkumin je přírodní sloučenina obsažená v kurkumě dlouhé (*Curcuma longa*). Jedná se o žlutý pigment, který je využíván jako koření. Působí antioxidačně, protizánětlivě, antimikrobně, antikarcinogenně a uplatňuje se při hojení ran. Také pozitivně působí na kůži. Podporuje její elasticitu, redukuje pigmentaci a vrásky. Tetrahydrokurkumin je hydrogenovaná forma kurkuminu. Disponuje vyššími antioxidačními účinky než vitamin E, pro které je hojně využíván v kosmetických produktech. Účinky tetrahydrokurkuminu byly zkoumány na hlodavcích. Byl prokázán inhibující účinek na proliferaci nádorových buněk. Dále byla detekována reparace defektů vyvolaných cystickou fibrózou [38], [61], [62].

### 3.3.3 Zázvor

Zázvor disponuje protizánětlivými účinky a je využíván při zánětlivých procesech. V čerstvém zázvoru je obsažena aktivní látka – gingerol. Byla provedena studie [45], která zkoumala účinek gingerolu na rakovinu kůže (epidermoidní karcinom A431). Výzkum prokázal značnou cytotoxicitu gingerolu indukovanou inhibicí karcinogenních buněk za tvorby reaktivních forem kyslíku. Ze studie vyplynulo, že by se gingerol mohl uplatnit při léčbě rakoviny kůže.

## 3.4 Látky podporující syntézu kolagenu

S narůstajícím věkem se syntéza kolagenu snižuje. Ve věku 40 let dochází k jeho ztrátám, které představují okolo 1 % ročně. Na množství kolagenu má vliv mnoho faktorů, jako je přítomnost volných radikálů, nepřiměřená strava, kouření, alkohol či různá onemocnění. Kolagen plní v těle mnoho funkcí. Je strukturálním komponentem orgánů, účastní se procesu hojení a zajišťuje biologické funkce [63].

### 3.4.1 Měď

Měď se podílí na řízení biochemických procesů probíhajících při zrání a strukturální integritě kolagenu a elastinu [45]. Široce využívanou komplexní sloučeninou je tripeptid mědi (glycyl-L-histidyl-L-lysin-Cu<sup>2+</sup>), který se běžně nachází v krevní plazmě. V minulosti byl využíván pro rychlejší regeneraci jizev. Měď má vliv na zvýšenou produkci kolagenu a sul-

fátových proteoglykanů ve fibroblastech. Rovněž byly potvrzeny pozitivní účinky na remodelaci tkání. Nové poznatky nasvědčují tomu, že přípravky s obsahem mědi mají vliv na redukci vrásek [2].

### 3.4.2 Vitamin C

Vitamin C má kromě svých unikátních účinků, které byly zmíněny v kapitole 1.2.1, také majoritní vliv na metabolismus kolagenu. Během syntézy kolagenu je kofaktorem při hydroxylaci lysinu a prolinu v prokolagenu. Enzymy, které se účastní tohoto procesu, jsou zodpovědné za stabilizaci a strukturální podobu kolagenu. Jednou ze základních komponent kolagenu je hydroxyprolin, který je syntetizován pouze za účasti vitaminu C. Prostřednictvím vitaminu C je rovněž modulována genová exprese [45], [62]. Studie dokazují, že vitamin C stimuluje syntézu kolagenu v pokožce. Mohl by být účinným prostředkem pro prevenci i léčbu strií. Rovněž lze předpokládat vliv na redukci vrásek. Jiné studie ukázaly, že vitamin C může mít rovněž negativní dopad na akumulaci elastinu. Koncentrace, které vyvolaly maximální stimulaci syntézy kolagenu, působily inhibičně na akumulaci elastinu [2].

## 3.5 Látky stimulující buněčnou transformaci

Epidermální buněčná transformace se se zvyšujícím věkem zpomaluje až o 50 %. Zatímco u mladých jedinců tento proces trvá přibližně 20 dnů, u starších je to více než 30 dnů. To s sebou nese negativní dopady v podobě pomalejšího hojení ran či delší dobu regenerace, např. po kosmetických zákrocích (dermabraze atd.). Drsný vzhled a matná pokožka jsou následkem zpomaleného buněčného cyklu. V praxi jsou často využívány produkty s obsahem retinoidů k urychlení buněčné transformace [2].

### 3.5.1 Vitamin A

Vitamin A a jeho deriváty (retinoidy) disponují širokým spektrem účinků na pokožku. Mají podstatný vliv na diferenciaci buněk v *epidermis*, moduluji růstové faktory a také se podílejí na řízení činnosti mazových žláz. Také zabraňují tvorbě komedonů. Retinoidy zamezují nadměrné TEWL a inhibují aktivitu metaloproteináz, které jsou zodpovědné za degradaci kolagenu. Nejúčinnějším derivátem je tretinoin, který prokazatelně působí proti stárnutí kůže. Rovněž účinně podporuje buněčnou transformaci keratinocytů a zabraňuje shlukování granul melaninu. Běžně je využíván při lokální léčbě akné. Bylo prokázáno, že stabilizovaná forma retinolu má vliv na syntézu kyseliny hyaluronové [26], [45], [64]. Vitamin A byl podrobněji popsán v kapitole 1.2.1.

### 3.5.2 Zinek

Zinek je esenciálním prvkem pro syntézu proteinu vázající retinol. Zinek prokazatelně působí na růstové faktory v *epidermis*. Dle klinických studií pozitivně působí na elasticitu pokožky, redukci vrásek a vyhlazuje pleť [2]. Indikátorem nedostatku zinku jsou patologické změny kůže. Může docházet k rozvoji erytematózních ložisek, vředů či šupinatění kůže [45].

### 3.5.3 Kolostrum

Kolostrum neboli prvotní mléko je produkováno savci těsně před porodem a pár dní po porodu. Je žluté barvy, mírně kyselé a má vyšší hustotu než mateřské mléko. Disponuje vysokým obsahem bioaktivních látek. Je bohaté na proteiny (např. kasein, imunoglobuliny, laktoferin), vitaminy, růstové faktory a vykazuje antimikrobní, antioxidační a imunomodulační vlastnosti. Kolostrum je s oblibou využíváno v dermatologické péči pro svůj přírodní původ. Topická aplikace urychluje hojení ran a popálenin. Je také účinným terapeutickým prostředkem při léčbě kožních onemocnění. Studie [65] zkoumala účinky koňského kolostra aplikovaného lokálně. Kolostrum prokazatelně urychlilo regeneraci pokožky u subjektů postižených seboroickou dermatitidou. V praxi je zejména využíváno kravské a kozí mléko. Kolostrum rovněž vykazuje hydratační účinky, reguluje sekreci kožního mazu a působí proti stárnutí pleti.

## 4 PŘÍSTUPY PROKAZOVÁNÍ ÚČINNOSTI A BEZPEČNOSTI VÝŽIVY NA LIDSKÉ KŮŽI

Tabulka 5 Přehled kroků pro prokázání účinnosti a bezpečnosti – upraveno [38]

<b>Hodnocení bezpečnosti</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Test akutní toxicity</li> <li>2. Test chronické toxicity</li> <li>3. Mutagenní a karcinogenní testy</li> <li>4. Teratogenní testy</li> <li>5. Výzkum alergenního potenciálu a/nebo účinky imunitních funkcí</li> <li>6. Údaje o účincích na lidech</li> </ol>
<b>Biologická dostupnost</b>	Studium farmakokinetiky aktivních složek
<b>Prokazování účinnosti <i>in vitro</i></b>	<p>Studium protiradikálových aktivit</p> <p>Stimulace proliferace kožních buněk aj.</p>
<b>Prokazování účinnosti <i>in vivo</i></b>	<p>Sebehodnocení dobrovolníků</p> <p>Posouzení objektivních klinických kritérií včetně fotografií</p> <p>Měření klinických, popř. biometrologických parametrů kůže (hydratace, pružnost, drsnost aj.)</p> <p>Hodnocení molekulárních parametrů v lidské kůži (př. genová exprese)</p>

### Hodnocení bezpečnosti

V případě, že má být na trh uveden nový produkt, respektive produkt s obsahem látky, která nebyla doposud uvedena na seznamu pozitivních látek, musí být tato látka podrobena testování. Před registrací musí být provedeny toxikologické zkoušky zahrnující šest sekcí. Je zahrnuta akutní toxicita, chronická toxicita, mutageneze a kancerogeneze, teratogeneze, alergenní potenciál a/nebo potenciální účinky na imunitní funkce a výsledky studií prováděných

na lidech. Prvotním krokem při hodnocení bezpečnosti je prozkoumání a prověření informací o původu, složení, výrobě a zjištění nutričních charakteristik. Dále je látka analyzována, popřípadě zkoumána historie předchozí expozice člověka této látky/produktu. V některých případech jsou tyto informace dostačující a daná látka či produkt nemusí podstupovat další kroky v hodnocení bezpečnosti. Při hodnocení bezpečnosti jsou dále podstatné následující kroky. Je zjišťováno nebezpečí (neškodnost) a riziko vzniku nebezpečí s jeho potenciálními důsledky. Tato stanoviska zahrnují čtyři fáze. Nejprve je nebezpečí identifikováno a charakterizováno, dále je posouzena jeho expozice a charakterizace rizika [38].

#### Biologická dostupnost

U složek, které vykazují účinky na kůži, je nutné prověřit biologickou dostupnost. Při jejich konzumaci dochází k metabolizaci a následné distribuci do tkání. Během tohoto procesu může dojít ke ztrátě biologické aktivity a potenciálně aktivní látky se stávají neúčinnými. Pro zjištění jejich účinnosti je zkoumána distribuce a mechanismus transportu [38].

#### Prokazování účinnosti *in vitro*

Na rozdíl od kosmetiky, kde jsou studovány především fyzikální účinky, u nutrientů jsou studovány hlavně ty biologické. Při prokazování účinnosti *in vitro* hraje důležitou roli biologická dostupnost a fyziologie kůže, pomocí nichž lze blíže stanovit kompetentní parametry k následnému testování. Pro prokázání účinnosti *in vitro* jsou často využívány 3D modely, díky kterým lze zjistit účinnost zkoumané látky a specifikovat očekávaný účinek. Také jsou využívány histologické analýzy, které poskytují doplňující informace k biologickým účinkům [38].

#### Prokazování účinnosti *in vivo*

Studie *in vivo* by měly být prováděny v delším časovém úseku. Uvádí se více než 3 měsíce. Studie by měly být realizovány paralelně, placebem kontrolované. Výběr dobrovolníků je velmi striktní. Musí být zvážen jejich zdravotní stav, pohlaví, životní styl, návyky aj. V opačném případě by mohlo dojít ke zkreslení výsledků [38]. Postupy prokazování účinnosti popisuje Tab. 5.

## 5 VYBRANÉ STUDIE PROKAZUJÍCÍ ÚČINNOST DOPLŇKŮ STRAVY

Studie [66] se zaměřila na vztah složek výživy k pokožce. Konkrétně byl zkoumán efekt doplňků stravy, které by mohly mít pozitivní efekt na hydrataci pokožky a redukci vrásek. Doplnky stravy obsahovaly antioxidační vitaminy, stopové prvky, AK a esenciální MK.

Byla provedena jednomístná, dvojité zaslepená, placebem kontrolovaná studie trvající 12 týdnů. Studie se účastnilo 50 žen ve věku 35 až 65 let. Z toho 20 subjektů bylo v menopauze. Výběr subjektů byl eliminován stupnicí dle Fitzpatricka. Subjekty musely spadat do kategorií I až IV. Nesměla být přítomna žádná kožní choroba. Subjekty měly vykazovat mírné až střední fotostárnutí. Subjekty podstoupily vyšetření dermatologem a sebehodnocení zahrnující celkový stav, pigmentaci, texturu, hydrataci, vlhkost aj. Bylo provedeno neinvazivní vyšetření pomocí korneometru (Dermalab; Cortex Technologies) a byly pořízeny digitální fotografie obličeje každého subjektu.

Polovina náhodně vybraných subjektů obdržela studovaný doplněk stravy (Lumity, Lumity Life Ltd., Londýn, Spojené Království). Druhé polovině bylo přiděleno placebo (tablety sacharózy). Měly jej užívat dvakrát denně po dobu jednoho měsíce, a to 3 tablety ráno a 3 tablety večer. Ranní tablety obsahovaly vitamin A (1500 IU), vitamin C (12 mg), vitamin E (9 IU), vitamin D (600 IU), jód (225 mg), selen (24,75 mg), hořčík (60 mg), zinek (3 mg), lněný olej (1 g), L-cystein (682 mg), extrakt z kurkumy (30 mg), acetyl-L-karnitin a koenzym Q<sub>10</sub>. Večerní tablety obsahovaly pouze lněný olej (933 mg), L-cystein (634 mg) a různé AK (lysin, L-arginin, L-glutamin aj.).

Hodnocení bylo prováděno ve 4., 8. a 12 týdnů. Byla hodnocena i celková kvalita života (spánek, energie, psychický stav apod.).

Ve 4. týdnů nebyly zaznamenány téměř žádné změny ve srovnání s placebem. V 8. týdnů se statisticky zlepšil celkový vzhled, hydratace a vlhkost pokožky. Rovněž byl zaznamenán pokles drsnosti a pigmentace. Ve 12. týdnů byl statisticky zaznamenán znatelný rozdíl s porovnáním výsledků z 8. týdne. Došlo ke znatelným vizuálním změnám ve srovnání s placebem. Byl zaznamenán pokles vrásek viz Obr. 2.





Obrázek 2 Reprezentativní ukázka studovaného subjektu na začátku studie (A) a po 12týdenní suplementaci (B) [66]

Další studie [67] se zabývala účinností nutrikosmetického produktu Gold Collagen od firmy MINERVA Research Labs (Londýn, Velká Británie). Tato studie byla provedena za účelem zhodnocení protektivního účinku před působením UV záření a zlepšením elasticity pokožky. Studie byla dvojitě zaslepená, randomizovaná a placebem kontrolovaná. Účastnilo se jí celkem 120 subjektů ve věku 40 až 60 let. Výběr byl eliminován mnohými faktory (alergie, závažná lékařská anamnéza aj.). První skupina se skládala z 57 žen a tří mužů, kterým byl přidělen testovaný produkt. Druhou skupinu představovalo 54 žen a šest mužů, kterým bylo přiděleno placebo. Testovaný nápoj (50 ml) měli konzumovat jednou denně po dobu 90 dnů. Složení testovaného produktu bylo následující: hydrolyzovaný kolagen typ I (5000 mg), kyselina hyaluronová, N-acetylglukosamin, olej z brutnáku lékařského, zinek, měď, vitaminy, antioxidanty a další účinné látky, např. pupalkový olej.

Měření bylo provedeno na začátku studie a po 90 dnech. Primárně byla hodnocena elasticita pokožky. Sekundární hodnocení zahrnovalo kvalitativní analýzu struktury kůže prostřednictvím histologického vyšetření a sebehodnocení dotazníkovým šetřením. Výsledky studie prokázaly účinnost testovaného produktu, a to zvýšením elasticity pokožky o 7,5 % po 90 dnech konzumace produktu. U subjektů, které během testování podstoupily kosmetické ošetření došlo ke zvýšení elasticity pokožky až o 9,1 %. Histologická vyšetření ukázala zlepšení

struktury epidermálních vrstev pokožky a snížení projevů fotostárnutí ve srovnání s parametry na začátku studie. Dle dotazníkových šetření došlo k významnému komplexnímu zlepšení (kvalita života, celkový vzhled apod.). Porovnání změn na začátku studie a na konci studie znázorňuje Obr. 3.



Obrázek 3 Vizuální zhodnocení textury pokožky v oblasti očního okolí a nosoretních rýh – subjekt I na začátku studie (1a), na konci studie (1b); subjekt II na začátku studie (2a), na konci studie (2b) – upraveno [67]

## ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce bylo představit a zhodnotit vliv jednotlivých složek výživy na pokožku člověka, jejich využití v kosmetické péči a v neposlední řadě zmínit základní postupy pro testování účinnosti a bezpečnosti přípravků s nutričním významem, doplněných studii.

Výživa byla klasifikována na makronutrienty, mikronutrienty a neenergetické složky. Makronutrienty byly zmíněny s důrazem na jejich strukturní funkci a energetickou hodnotu. Rovněž kvůli jejich využití v kosmetických formulacích či doplňcích stravy, kde se uchytily produkty s obsahem kolagenu či peptidů. Mikronutrienty zahrnovaly vitaminy a minerály. Byl objasněn jejich přínos pro organismus, ale i negativní dopady, spojené s jejich nedostatkem či nadbytkem. S ohledem na jejich hojné využití v kosmetickém i farmaceutickém průmyslu, byly popsány i nadále. Z hlediska komplexní funkce organismu byla zmíněna úloha neenergetických složek výživy.

Dnešní trh disponuje širokou škálou produktů s obsahem aktivních látek. Může se jednat o topicky aplikovatelné produkty anebo doplňky stravy. Způsob aplikace produktu se odráží na jeho účinku. Zatímco u topických produktů může účinek nastat okamžitě, u orálně užívaných doplňků stravy se účinek dostavuje s delší časovou prodlevou. Záleží však na více faktorech.

Novodobým trendem v kosmetické péči je biokosmetika, nebo také přírodní či organická kosmetika. Mnohé kosmetické firmy používají přírodní suroviny nebo suroviny odvozené od těch přírodních. Tyto produkty jsou složením velice podobné certifikované biokosmetice, avšak nejsou totožné. K rozeznání pravé biokosmetiky slouží certifikační známky, které jsou uvedeny přímo na etiketě výrobku. Zvyšující se poptávka po biokosmetice pramení zejména ze vrůstajícího zájmu společnosti o zdravý životní styl. Většina spotřebitelů se chce vyvarovat kontaktu se syntetickými produkty, a to zejména ze zdravotních důvodů.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] DWIVEDI, Ashish et al., *Skin Aging & Cancer: Ambient UV-R Exposure* [online]. Singapore: Springer Singapore, 2019 [cit. 2022-08-22]. ISBN 978-981-13-2541-0 (elektronická verze). Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/978-981-13-2541-0>
- [2] BAUMANN, Leslie. *Cosmetic Dermatology: Principles and Practice* [online]. 2nd ed. New York: The McGraw-Hill Companies, 2009 [cit. 2022-08-02]. ISBN 978-0-07-164128-9 (elektronická verze). Dostupné z: [https://www.academia.edu/40179928/Cosmetic\\_Dermatology\\_PRINCIPLES\\_AND\\_PRACTICE\\_SECOND\\_EDITION](https://www.academia.edu/40179928/Cosmetic_Dermatology_PRINCIPLES_AND_PRACTICE_SECOND_EDITION)
- [3] BOELSMA, Esther, Henk HENDRIKS a Len ROZA. Nutritional skin care: health effects of micronutrients and fatty acids. *The American of Clinical Nutrition* [online]. May 2001, **73**(5), s. 853-864 [cit. 2022-08-02]. ISSN 0002-9165. Dostupné z: <https://academic.oup.com/ajcn/article/73/5/853/4739553>
- [4] MACHOVÁ, Jitka, Dagmar KUBÁTOVÁ a kolektiv. *Výchova ke zdraví* [online]. 2., aktualizované vydání. Praha: Grada, 2016 [cit. 2022-08-05]. ISBN 978-80-271-0993-7 (elektronická verze). Dostupné z: <https://www.bookport.cz/ukazka/vychova-ke-zdravi-1227/>
- [5] LEDVINA, Miroslav, Alena STOKLASOVÁ a Jaroslav CERMAN. *Biochemie pro studující medicíny: 2. díl. 2. vyd.* Praha: Karolinum, 2011. ISBN 978-80-246-1415-1.
- [6] Nutrient and Health: Energy and Protein. In: *Centre for Food Safety* [online]. 2008 [cit. 2022-08-10]. Dostupné z: [https://www.cfs.gov.hk/english/multimedia/multimedia\\_pub/multimedia\\_pub\\_fs\\_29\\_02.html](https://www.cfs.gov.hk/english/multimedia/multimedia_pub/multimedia_pub_fs_29_02.html)
- [7] MUSIL, Jan a Olga NOVÁKOVÁ. *Biochemie v obrazech a schématech. 2., zcela přeprac. vyd.* Praha: Avicenum, 1989, s. 29. Kapitola I. AMINOKYSELINY A BÍLKOVINY (PROTEINY). ISBN 08-109-89.
- [8] PROTEINS. In: *National Institute of Open Schooling* [online]. [cit. 2022-08-08]. Dostupné z: <https://nios.ac.in/media/documents/dmlt/Biochemistry/Lesson-04.pdf>
- [9] MAREČEK, Aleš a Jaroslav HONZA. *Chemie pro čtyřletá gymnázia: 3. díl. 2. oprav. vyd.* Brno: Proton, 2014. ISBN 978-80-902402-6-1.
- [10] Proteins & Amino Acids. In: *HARVARD Web Publishing* [online]. [cit. 2022-08-06]. Dostupné z: [https://projects.iq.harvard.edu/files/lifesciences1abookv1/files/5\\_-\\_proteins\\_and\\_amino\\_acids\\_revised\\_9-24-2018.pdf](https://projects.iq.harvard.edu/files/lifesciences1abookv1/files/5_-_proteins_and_amino_acids_revised_9-24-2018.pdf)

- [11] MACRONUTRIENTS, MICRONUTRIENTS AND WATER. In: *AMERICAN COUNCIL ON EXERCISE* [online]. [cit. 2022-08-05]. Dostupné z: [https://acewebcontent.azureedge.net/continuingeducation/courses/support\\_items/OLC-NHP-10/Nutrients.pdf](https://acewebcontent.azureedge.net/continuingeducation/courses/support_items/OLC-NHP-10/Nutrients.pdf)
- [12] LEDVINA, Miroslav, Alena STOKLASOVÁ a Jaroslav CERMAN. *BIOCHEMIE PRO STUDUJÍCÍ MEDICÍNY: I. díl*. 2. vyd. Praha: Karolinum, 2011. ISBN 978-80-246-1416-8.
- [13] Carbohydrates. In: *Jones & Bartlett Learning* [online]. [cit. 2022-08-06]. Dostupné z: [https://samples.jbpub.com/9781449646431/46431\\_CH03\\_Fink.pdf](https://samples.jbpub.com/9781449646431/46431_CH03_Fink.pdf)
- [14] What are Lipids?. *The LibreTexts* [online]. [cit. 2022-10-25]. Dostupné z: [https://med.libretexts.org/Courses/American\\_Public\\_University/APUS%3A\\_An\\_Introduction\\_to\\_Nutrition\\_\(Byerley\)/APUS%3A\\_An\\_Introduction\\_to\\_Nutrition\\_1st\\_Edition](https://med.libretexts.org/Courses/American_Public_University/APUS%3A_An_Introduction_to_Nutrition_(Byerley)/APUS%3A_An_Introduction_to_Nutrition_1st_Edition)
- [15] AKRAM, Muhammad et al., ed. Vitamins and Minerals: Types, Sources and their Functions. In: EGBUNA, Chukwuebuka a Genevieve D. TUPAS. *Functional Foods and Nutraceuticals: Bioactive Components, Formulations and Innovations* [online]. Cham: Springer, © 2020, s. 149-172 [cit. 2022-11-01]. ISBN 978-3-030-42319-3 (elektronická verze). Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/342571945\\_Vitamins\\_and\\_Minerals\\_Types\\_Sources\\_and\\_their\\_Functions](https://www.researchgate.net/publication/342571945_Vitamins_and_Minerals_Types_Sources_and_their_Functions)
- [16] Fat-Soluble Vitamins: the Good and the Bad. In: *Institute of Translational Health Sciences* [online]. Washington, © 2012 [cit. 2022-11-01]. Dostupné z: <https://depts.washington.edu/ceeh/downloads/Fat%20Facts%20Fat%20Soluble%20Vitamins%20063015.pdf>
- [17] VITAMINS. In: *The National Institute of Open Schooling* [online]. [cit. 2022-11-01]. Dostupné z: <https://nios.ac.in/media/documents/dmlt/Biochemistry/Lesson-10.pdf>
- [18] FAJFROVÁ, Jana a Vladimír PAVLÍK. Vitaminy, jejich funkce a využití. *Medicina pro praxi* [online]. Olomouc: Solen, 2013, **10**(2), s. 81-84 [cit. 2022-11-02]. ISSN 1803-5310. Dostupné z: <https://www.medicinapropraxi.cz/pdfs/med/2013/02/09.pdf>
- [19] Vitamins basics. In: *DSM* [online]. Heerlen, 2020 [cit. 2022-11-02]. Dostupné z: <https://www.dsm.com/content/dam/dsm/human-nutrition/pdfs/vitamin-basics.pdf>
- [20] CETKOVSKÁ, Petra, Karel PIZINGER a Jiří ŠTORK. *Kožní změny u interních onemocnění*. Praha: Grada, 2010. ISBN 978-80-247-1004-4.

- [21] ZMIJEWSKI, Michal. Vitamin D and Human Health. *International Journal of Molecular Sciences* [online]. Basel, Switzerland: MDPI, 2019, **20**(1), s. 1-6 [cit. 2022-11-02]. ISSN 1422-0067. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/ijms20010145>
- [22] LIAO, Sijia et al. Vitamin E and Metabolic Health: Relevance of Interactions with Other Micronutrients. *Antioxidants* [online]. Basel, Switzerland: MDPI, © 2022, **11**(9), s. 1-31 [cit. 2023-01-07]. ISSN 2076-3921. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/antiox11091785>
- [23] ANDERSON, Jennifer a Linda YOUNG. HEALTH: Water-Soluble Vitamins. In: *Colorado State University* [online]. Fort Collins: Colorado State University [cit. 2022-11-10]. Dostupné z: <http://comenius.susqu.edu/biol/010/tobin-janzen/water-soluble%20vitamins.pdf>
- [24] SCHELLACK, Gustav, Pamela HARIRARI a Natalie SCHELLACK. B-complex vitamin deficiency and supplementation. *S Afr Pharm J* [online]. Centurion (South Africa): Medpharm, June 2015, **82**(4), s. 28-33 [cit. 2022-11-10]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/283556727\\_B-complex\\_vitamin\\_deficiency\\_and\\_supplementation](https://www.researchgate.net/publication/283556727_B-complex_vitamin_deficiency_and_supplementation)
- [25] KENNEDY, David. B Vitamins and the Brain: Mechanisms, Dose and Efficacy—A Review. *Nutrients* [online]. Basel: MDPI, January 2016, **8**(2), s. 1-29 [cit. 2022-11-12]. ISSN 2072-6643. Dostupné z: doi: <https://doi.org/10.3390/nu8020068>
- [26] BAREL, André, Marc PAYE a Howard MAIBACH. *Handbook of Cosmetic Science and Technology* [online]. 4th ed. Boca Raton: CRC Press, 2014 [cit. 2023-01-10]. ISBN 9780429099311. Dostupné z: <https://doi.org/10.1201/b16716>
- [27] WATANABE, Toshiaki. Role of Biotin and its effects on health. *VIC: News Letter* [online]. Tokyo, January 2003, (106) [cit. 2022-11-12]. ISSN 0913-1175. Dostupné z: <http://www.vic-japan.gr.jp/vic/106/106e.pdf>
- [28] HLÚBIK, Pavel. VITAMIN C – ESENCIÁLNÍ MIKRONUTRIENT. *Interní Med.* [online]. Olomouc: Solen, 2002, **4**(4), s. 161-163 [cit. 2022-11-12]. ISSN 1803-5256. Dostupné z: [https://www.internimedicina.cz/artkey/int-200204-0003\\_Vitamin\\_C-esencialni\\_mikronutrient.php](https://www.internimedicina.cz/artkey/int-200204-0003_Vitamin_C-esencialni_mikronutrient.php)
- [29] RAVEENDRAN, Reshma, DEVAKI, Sudha. Vitamin C: Sources, Functions, Sensing and Analysis. In: HAMZA, Amal. *Vitamin C* [online]. Rijeka: Intech, © 2017, s. 3-20 [cit. 2023-01-08]. ISBN 978-953-51-4716-9. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/318985031\\_Vitamin\\_C\\_Sources\\_Functions\\_Sensing\\_and\\_Analysis](https://www.researchgate.net/publication/318985031_Vitamin_C_Sources_Functions_Sensing_and_Analysis)

- [30] DIAMOND, Alan. Essential Nutrients in Human Body. *Vitamins & Minerals* [online]. Brussels: Hilaris, June 2021, **10**(6) [cit. 2022-11-12]. ISSN 2376-1318. Dostupné z: <https://www.hilarispublisher.com/open-access/essential-nutrients-in-human-body.pdf>
- [31] SOETAN, Kehinde Olugboyega, Charles OLAIYA a Oyediran OYEWOLE. The importance of mineral elements for humans, domestic animals and plants: A review. *African Journal of Food Science* [online]. Sapele: Academic Journal, © 2010, **4**(5), s. 200-222 [cit. 2022-11-14]. ISSN 1996-0794. Dostupné z: [https://academicjournals.org/article/article1380713863\\_Soetan%20et%20al.pdf](https://academicjournals.org/article/article1380713863_Soetan%20et%20al.pdf)
- [32] ROMITO, Kathleen et al. Minerals: Their Functions and Sources. *MyHealth.Alberta.ca* [online]. Edmonton: Healthwise Staff, September 2021 [cit. 2022-11-16]. Dostupné z: <https://myhealth.alberta.ca/Health/Pages/conditions.aspx?hwid=ta3912>
- [33] MINDELL, Earl. *Vitaminová bible pro 21. století*. Praha: Knižní klub, 2000. ISBN 80-242-0406-1.
- [34] SIGDEL, Aliza a Srinivas JANASWAMY. Micro-Minerals. *Scho J Food & Nutr* [online]. New York: Lupine, © 2020, **2**(5), s. 275-277 [cit. 2022-11-16]. ISSN 2638-6070. Dostupné z: <https://lupinepublishers.com/food-and-nutri-journal/fulltext/micro-minerals.ID.000146.php>
- [35] GRAY, Juliet. *DIETARY FIBRE: DEFINITION, ANALYSIS, PHYSIOLOGY & HEALTH* [online]. 1. Brussels: ILSI Europe, © 2006 [cit. 2022-11-18]. ISBN 90-78637-03-X. Dostupné z: <https://cesni-biblioteca.org/wp-content/uploads/2020/05/Dietary-Fibre.pdf>
- [36] LANE-ELLIOT, Ami. THE ROLE OF FIBER. In: *Michigan Medicine* [online]. Michigan: University of Michigan, © 2022, August 2016 [cit. 2022-11-18]. Dostupné z: [https://www.med.umich.edu/pfans/\\_pdf/hetm-2016/0816-roleoffiber.pdf](https://www.med.umich.edu/pfans/_pdf/hetm-2016/0816-roleoffiber.pdf)
- [37] JÉQUIER, Eric a Florence CONSTANT. Water as an essential nutrient: the physiological basis of hydration. *European Journal of Clinical Nutrition* [online]. New York: Macmillan, 2010, 2 September 2009, **64**, s. 115-123 [cit. 2022-11-20]. ISSN 1476-5640. Dostupné z: <https://doi.org/10.1038/ejcn.2009.111>
- [38] KRUTMANN, Jean a Philippe HUMBERT, ed. *Nutrition for Healthy Skin: Strategies for Clinical and Cosmetic Practice* [online]. Berlin: Springer, 2010 [cit. 2022-08-10]. ISBN 978-3-642-12264-4 (elektronická verze). Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/978-3-642-12264-4>

- [39] CHAUDHRI, S. K. a N. K. JAIN. History of cosmetics. *Asian Journal of Pharmaceutics* [online]. Medknow, 2009, 25 August 2014, **3**(3), s. 164-167 [cit. 2023-01-09]. ISSN 1998-409X. Dostupné z: <https://doi.org/10.4103/0973-8398.56292>
- [40] VOLLMER, David, Virginia WEST a Edwin LEPHART. Enhancing Skin Health: By Oral Administration of Natural Compounds and Minerals with Implications to the Dermal Microbiome. *Int. J. Mol. Sci* [online]. Basel: MDPI, 2018, **19**(10) [cit. 2023-02-22]. ISSN 1422-0067. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/ijms19103059>
- [41] Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1223/2009 ze dne 30. listopadu 2009 o kosmetických přípravcích, In: Úřední věstník Evropské unie [online]. Brusel. 2009 [cit. 2023-04-30]. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/HTML/?uri=CELEX:32009R1223&from=CS>
- [42] Guide to Cosmetics. *Health Products Regulatory Authority (HPRA)* [online]. Dublin: HPA, © 2014, 2 July 2014 [cit. 2023-01-10]. Dostupné z: <https://www.hpra.ie/home-page/site-tools/search?query=guide%20to%20cosmetics>
- [43] ORICHA, Bello Shaibu. Cosmeceuticals: A review. *Afr. J. Pharm. Pharmacol.* [online]. Sokoto: AJ, April 2010, **4**(4), s. 127-129 [cit. 2023-01-10]. ISSN 1996-0816. Dostupné z: <https://academicjournals.org/journal/AJPP/cited-by-article/C785C2F30539>
- [44] TAOFIQ, Oludemi et al. Mushrooms extracts and compounds in cosmetics, cosmeceuticals and nutricosmetics—A review. *Industrial Crops and Products* [online]. 2016, November 2016, **90**, s. 38-48 [cit. 2023-01-10]. Dostupné z: doi: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.06.012>
- [45] PEARSON, Kim. Nutraceuticals and skin health: key benefits and protective properties. *Journal of Aesthetic Nursing* [online]. 1 March 2018, **7**(1), s. 35-40 [cit. 2023-01-10]. ISSN 2052-2878. Dostupné z: <https://www.magonline-library.com/doi/abs/10.12968/joan.2018.7.Sup1.35>
- [46] RENUKA, Devi. *Investigation of Essential Oils as Natural Preservation System for Development of Lipid Based Nutricosmetics* [online]. Coimbatore, 2017 [cit. 2023-01-10]. Dostupné z: <http://repository-tnmgrmu.ac.in/4579/>. Masters thesis. PSG College Of Pharmacy.
- [47] LUPU, Mihaela-Adi. Beneficial effects of food supplements based on hydrolyzed collagen for skin care (Review). *EXPERIMENTAL AND THERAPEUTIC MEDICINE* [online].



Athens: Spandidos, July 2020, December 2019, **20**(1), s. 12-17 [cit. 2023-04-12]. ISSN 1792-1015. Dostupné z: <https://doi.org/10.3892/etm.2019.8342>

[48] ANUNCIATO, Talita Pizza et al. Carotenoids and polyphenols in nutricosmetics, nutraceuticals, and cosmeceuticals. *JCD* [online]. São Paulo: Wiley, March 2012, **11**(1), s. 51-54 [cit. 2023-01-10]. ISSN 1473-2165. Dostupné z: <https://online-library.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1473-2165.2011.00600.x>

[49] MAHALE, Dhanashri, Shital GONDKAR a Ravindra SAUDAGER. NEUTRICOSMETICS: REVIEW ARTICLE. *INTERNATIONAL JOURNAL OF UNIVERSAL PHARMACY AND BIO SCIENCES* [online]. Ambernath, March-April 2017, **6**(2), s. 1-22 [cit. 2023-03-28]. ISSN 2319-8141. Dostupné z: <http://www.ijupbs.com/Uploads/1.%20RPA16172398016.pdf>

[50] PANDEY, Amarendra a Gurpoornam K. JATANA. Cosmeceuticals. *National Library of Medicine* [online]. Rockville: StatPearls, © 2023 [cit. 2023-01-17]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK544223/>

[51] CAMPOS Patricia, Maisa MELO a Francine CÉSAR. Topical application and oral supplementation of peptides in the improvement of skin viscoelasticity and density. *J Cosmet Dermatol.* [online]. São Paulo: Wiley, December 2019, **18**(6), s. 1693-1699 [cit. 2023-04-12]. ISSN 1473-2165. Dostupné z: <https://online-library.wiley.com/doi/abs/10.1111/jocd.12893>

[52] DE MIRANDA, Roseane et al. Effects of hydrolyzed collagen supplementation on skin aging: a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Dermatology* [online]. Wiley, 2021, **60**(12), s. 1449-1461 [cit. 2023-02-19]. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33742704/>

[53] HASHIMOTO, Moe a Kazuhisa MAEDA. New Functions of Low-Molecular-Weight Hyaluronic Acid on Epidermis Filaggrin Production and Degradation. *Cosmetics* [online]. Basel: MDPI, December 2021, **8**(4) [cit. 2023-04-30]. ISSN 2079-9284. Dostupné z: <https://www.mdpi.com/2079-9284/8/4/118>

[54] KAHRAMAN, Emine et al. Recent Advances on Topical Application of Ceramides to Restore Barrier Function of Skin. *Cosmetics* [online]. Basel, MDPI, August 2019, **6**(3) [cit. 2023-02-22]. ISSN 2079-9284. Dostupné z: <https://www.mdpi.com/2079-9284/6/3/52>

- [55] VÁVROVÁ, Kateřina a Alexandr HRABÁLEK. Role ceramidů v kůži. *Praktické lékařství* [online]. Olomouc: Solen, 2006, **2**(2), s. 55-58 [cit. 2023-02-22]. Dostupné z: [https://www.solen.cz/artkey/lek-200602-0001\\_Role\\_ceramidu\\_v\\_kuzi.php](https://www.solen.cz/artkey/lek-200602-0001_Role_ceramidu_v_kuzi.php)
- [56] LANERI, Sonia et al. Aloe barbadensis: A Plant of Nutricosmetic Interest. *Natural Product Communications* [online]. Napoli: Sage, July 2020, **15**(7), s. 1-6 [cit. 2023-02-19]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1177/1934578X20932744>
- [57] CÂNDIDO, Thalita et al. Dietary Supplements and the Skin: Focus on Photoprotection and Antioxidant Activity—A Review. *Nutrients* [online]. Basel: MDPI, 2022, **14**(6) [cit. 2023-02-25]. ISSN 2072-6643. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/nu14061248>
- [58] SVOBODOVÁ, Alena, Jitka PSOTOVÁ a Daniela WALTEROVÁ. NATURAL PHENOLICS IN THE PREVENTION OF UV-INDUCED SKIN DAMAGE. A REVIEW. *Biomed. Papers* [online]. Olomouc, 2003, **147**(2), s. 137-145 [cit. 2023-02-25]. Dostupné z: <https://biomed.papers.upol.cz/pdfs/bio/2003/02/03.pdf>
- [59] GUÉNICHE, Audrey et al. Probiotics for photoprotection. *Dermato-Endocrinology* [online]. Lausanne: Landes Bioscience, 2009, **1**(5), s. 275-279 [cit. 2023-02-25]. ISSN 1938-1980. Dostupné z: <https://doi.org/10.4161/derm.1.5.9849>
- [60] DU, Bin, Fengmei ZHU a Baojun XU. An insight into the anti-inflammatory properties of edible and medicinal mushrooms. *Journal of Functional Foods* [online]. Amsterdam: Elsevier, August 2018, **47**, s. 334-342 [cit. 2023-02-26]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2018.06.003>
- [61] NASER, Wisam. THE COSMETIC EFFECTS OF VARIOUS NATURAL BIO-FUNCTIONAL INGREDIENTS AGAINST SKIN AGING: A REVIEW. *Int J App Pharm* [online]. Bhopal: Innovare Academic Sciences, 2021, **13**(1), s. 10-18 [cit. 2023-02-26]. ISSN 0975-7058. Dostupné z: <https://innovareacademics.in/journals/index.php/ijap/article/view/39806>
- [62] DRAELOS, Zoe Diana. Nutrition and enhancing youthful-appearing skin. *Clinics in Dermatology* [online]. Amsterdam: Elsevier, July–August 2010, **28**(4), s. 400-408 [cit. 2023-02-26]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.clindermatol.2010.03.019>
- [63] LEÓN-LÓPEZ, Arely et al. Hydrolyzed Collagen—Sources and Applications. *Molecules* [online]. Basel: MDPI, 2019, **24**(22) [cit. 2023-02-26]. ISSN 1420-3049. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/molecules24224031>

- [64] ZASADA, Malwina a Elżbieta BUDZISZ. Retinoids: active molecules influencing skin structure formation in cosmetic and dermatological treatments. *Postepy Dermatol Alergol.* [online]. Poznań: Termedia, August 2019, **36**(4), s. 392–397 [cit. 2023-02-26]. ISSN 1642-395X. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6791161/>
- [65] KAZIMIERSKA, Kinga a Urszula KALINOWSKA-LIS. Milk Proteins—Their Biological Activities and Use in Cosmetics and Dermatology. *Molecules* [online]. Basel: MDPI, May 2021, **26**(11) [cit. 2023-03-28]. ISSN 1420-3049. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/molecules26113253>
- [66] DRAELOS, Zoe Diana. An Oral Supplement and the Nutrition–Skin Connection. *J Clin Aesthet Dermatol.* [online]. West Chester: Matrix Medical Communications, July 2019, **12**(7), s. 13-16 [cit. 2023-05-01]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6715334/>
- [67] GENOVESE, Licia, Andrea CORBO a Sara SIBILLA. An Insight into the Changes in Skin Texture and Properties following Dietary Intervention with a Nutricosmeceutical Containing a Blend of Collagen Bioactive Peptides and Antioxidants. *Skin Pharmacol Physiol* [online]. Basilej: Karger, June 2017, **30**(3), s. 146-158 [cit. 2023-05-08]. ISSN 1660-5527. Dostupné z: <https://doi.org/10.1159/000464470>

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

AK	Aminokyselina
DNA	Deoxyribonukleová kyselina
g	Gram
GAGs	Glykosaminoglykany
GIT	Gastrointestinální trakt
IU	Mezinárodní jednotka pro vyjádření množství
kcal	Energetická hodnota (kilokalorie)
mg	Miligram
MK	Mastná kyselina
NMF	Natural moisturizing factor (přirozený hydratační faktor)
PP-faktor	Pellagra Preventive factor (preventivní faktor pelagry)
TEWL	Transepidermal water loss (transepidermální ztráta vody)
UV	Ultrafialové
UVA	Dlouhovlnné záření
UVB	Středněvlnné záření
$\alpha$ -TTP	$\alpha$ -tokoferol transfer protein (transportní protein $\alpha$ -tokoferolu)

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obrázek 1 Vztah mezi nutraceutiky, kosmeceutiky a nutrikosmetikou [48].....	26
Obrázek 2 Reprezentativní ukázka studovaného subjektu na začátku studie (A) a po 12týdenní suplementaci (B) [66] .....	41
Obrázek 3 Vizuelní zhodnocení textury pokožky v oblasti očního okolí a nosoretálních rýh – subjekt I na začátku studie (1a), na konci studie (1b); subjekt II na začátku studie (2a), na konci studie (2b) – upraveno [67].....	42

**SEZNAM TABULEK**

Tabulka 1 Přehled složek lidské výživy a jejich úloha v organismu – upraveno [5 s. 515] .....	11
Tabulka 2 Energetická hodnota a celkový denní energetický příjem makronutrientů [6]...	12
Tabulka 3 Klasifikace mikronutrientů – upraveno [15].....	15
Tabulka 4 Srovnání doplňků stravy, kosmetických přípravků a léčiv – upraveno [38] .....	24
Tabulka 5 Přehled kroků pro prokázání účinnosti a bezpečnosti – upraveno [38].....	38

