

Mikrobiom, probiotika a probiotická kosmetika v kontextu acne vulgaris

Hana Synková

Bakalářská práce
2025



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

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

Akademický rok: 2024/2025

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení:	Hana Synková
Osobní číslo:	T24873
Studijní program:	B0711A130009 Materiály a technologie
Specializace:	Biomateriály a kosmetika
Forma studia:	Kombinovaná
Téma práce:	Mikrobiom, probiotika a probiotická kosmetika v kontextu acne vulgaris

Zásady pro vypracování

Zpracujte rešerši na dané téma.
Věnujte se vztahu mikrobiomu k onemocnění acne vulgaris.
Zaměřte se na mikrobiom kůže a možnosti jeho ovlivnění prostřednictvím probiotik a probiotické kosmetiky.

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

Seznam doporučené literatury:

- [1] WELLER, Richard P. J. B., Hamish J.A HUNTER a Margaret W. MANN. *Clinical dermatology*. Fifth edition. Hoboken, NJ: John Wiley, 2015. ISBN 9780470659526.
- [2] GEIS, Philip A. *Cosmetic microbiology: a practical approach*. 3. Boca Raton: CRC Press, 2020. ISBN 9781138732919.
- [3] DE ALMEIDA, Carolina Vieira, Emiliano ANTIGA a Matteo LULLI. Oral and Topical Probiotics and Postbiotics in Skin-care and Dermatological Therapy: A Concise Review. *Microorganisms*[online]. 2023, **11**(6). ISSN 2076-2607. Dostupné z: doi:10.3390/microorganisms11061420.
- [4] CHILICKA, Karolina, Iwona DZIENDZIORA-URBIŃSKA, Renata SZYGUŁA, Binnaz ASANOVA a Danuta NOWICKA. Microbiome and Probiotics in Acne Vulgaris—A Narrative Review. *Life*[online]. 2022, **12**(3). ISSN 2075-1729. Dostupné z: doi:10.3390/life12030422.
- [5] PUEBLA-BARRAGAN, Scarlett a Gregor REID. Probiotics in Cosmetic and Personal Care Products: Trends and Challenges. *Molecules* [online]. 2021, **26**(5). ISSN 1420-3049. Dostupné z: doi:10.3390/molecules26051249.

Vedoucí bakalářské práce: **RNDr. Iva Čermáková, Ph.D.**
Ústav technologie tuků, tenzidů a kosmetiky

Datum zadání bakalářské práce: **17. února 2025**
Termín odevzdání bakalářské práce: **16. května 2025**

L.S.

prof. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan

Ing. Lucie Urbánková, Ph.D.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ AUTORKY BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že

- odevzdáním bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., v platném znění bez ohledu na výsledek obhajoby;
- bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a bude dostupná k nahlédnutí;
- jedno vyhotovení bakalářské práce v listinné podobě bude ponecháno Univerzitě Tomáše Bati ve Zlíně k uložení;
- 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 mohu užít své dílo – bakalářskou práci – nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá; neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji, že

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

Ve Zlíně, dne

.....
podpis autorky

ABSTRAKT

Mikrobiom kůže je komplexní systém mikroorganismů, který ovlivňuje zdravotní stav každého jedince. Mezi dysbiózy mikrobiomu patří acne vulgaris a jiná kožní onemocnění. Acne vulgaris je nejběžnějším typem kožního onemocnění u dospívajících, které je spojeno se zvýšenou aktivitou některých kožních mikroorganismů, především *Cutibacterium acnes*. Probiotika jsou živé mikroorganismy, které podporují funkci mikrobiomu a aplikace probiotické kosmetiky napomáhá při léčbě acne vulgaris.

Klíčová slova: mikrobiom, probiotika, acne vulgaris, probiotická kosmetika

ABSTRACT

The skin microbiome is a complex system of microorganisms that affects the health of each individual person. Microbiome dysbiosis includes acne vulgaris and other skin diseases. Acne vulgaris is the most common type of skin disease in adolescents, which is associated with increased activity of certain skin microorganisms, especially *Cutibacterium acnes*. Probiotics are live microorganisms that support the function of the microbiome, and the application of probiotic cosmetics helps in the treatment of acne vulgaris.

Keywords: microbiome, probiotics, acne vulgaris, probiotic cosmetics

Ráda bych vyjádřila hlubokou vděčnost paní RNDr. Ivě Čermákové, Ph.D., za její pomoc, trpělivost a čas, který věnovala při odborném vedení mé bakalářské práce.

Ráda bych také poděkovala své kamarádce Kateřině Vašíčkové, rodině a blízkým za jejich stálou podporu, povzbuzení a motivaci během celého studia.

OBSAH

ÚVOD.....	11
I TEORETICKÁ ČÁST.....	12
1 MIKROBIOM A JEHO SLOŽENÍ.....	13
1.1 MIKROBIOM KŮŽE.....	13
1.2 FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ MIKROBIOM KŮŽE	14
1.2.1 Kožní mikrobiom v jednotlivých fázích života	14
1.3 METODY ANALÝZY MIKROBIOMU KŮŽE.....	15
1.3.1 Ampliconové sekvenování.....	16
1.3.2 Metagenomické sekvenování.....	16
1.3.3 Metoda hidSkinPlex	16
1.4 FYZIOLOGICKÁ ČÁST MIKROBIOMU KŮŽE	17
1.4.1 <i>Cutibacterium acnes</i>	17
1.4.2 <i>Staphylococcus epidermis</i>	18
1.4.3 <i>Corynebacterium spp.</i>	19
1.5 MIKROBIOM A JEHO VLIV NA DERMATOLOGICKÁ ONEMOCNĚNÍ	19
1.5.1 Atopická dermatitida	20
1.5.2 Psoriáza	20
1.5.3 Rosacea.....	21
2 ACNE VULGARIS	22
2.1 PROJEVY AKNÉ.....	23
2.1.1 Nezánětlivé projevy akné.....	23
2.1.2 Zánětlivé projevy akné.....	24
2.2 LÉČBA ACNE VULGARIS	26
2.2.1 Farmakoterapie	26
2.2.2 Procedurální zákroky.....	27
3 PROBIOTIKA	29
3.1 DRUHY PROBIOTIK	29
3.1.1 Laktobacily.....	29
3.1.2 Bifidobakterie	30
3.1.3 Přírodní zdroje probiotik	31
3.2 PREBIOTIKA A POSTBIOTIKA	31
3.2.1 Prebiotika	31
3.2.2 Postbiotika.....	31
3.3 PROBIOTIKA, PREBIOTIKA A POSTBIOTIKA V KONTEXTU ACNE VULGARIS.....	32
4 PROBIOTICKÁ KOSMETIKA	33
4.1 KOSMETICKÉ PŘÍPRAVKY S PROBIOTIKY A PREBIOTIKY	33
4.1.1 Probiotický pleťový krém Revuele ProBio Skin Balance.....	34

4.1.2	Čisticí plet'ová pěna Gallinée Microbiome Skincare	35
4.1.3	BAK Probiotický olej na akné	36
ZÁVĚR		37
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY		39
SEZNAM OBRÁZKŮ		49
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK		50

ÚVOD

Mikrobiom je za poslední roky stále více aktuálním tématem. Studie se zaměřují na jeho složení a faktory, které ho mohou negativně i pozitivně ovlivňovat. Mikrobiom představuje komplexní ekosystém mikroorganismů, které obývají kůži a jsou důležité pro udržení jejího zdraví. Poruchy rovnováhy mikrobiomu kůže jsou spojovány s různými kožními onemocněními.

Acne vulgaris je častým kožním onemocněním, které postihuje mnoho jedinců v průběhu života. Přestože existuje řada léčebných možností, včetně léků, kosmetických přípravků a procedur, nedostatečná účinnost a možné vedlejší účinky některých léčebných terapií vedou pacienty k hledání alternativních prostředků k léčbě akné. Mezi oblíbené alternativy patří lokální léčba pomocí probiotik.

Probiotika jsou živé mikroorganismy, které se stávají stále populárnější volbou v léčbě kožních problémů, včetně acne vulgaris. Probiotika napomáhají udržovat mikrobiom v rovnováze, podporují jeho schopnost a posilují ochrannou bariéru pokožky. V tomto kontextu je probiotická kosmetika novým přístupem v péči o pleť postiženou acne vulgaris. Kombinace probiotik a dalších aktivních látek v kosmetických výrobcích může pomoci normalizovat mikrobiom kůže, snížit zánět a podpořit léčbu onemocnění.

Bakalářská práce je zaměřená na zhodnocení aktuálních poznatků o vztahu mezi mikrobiomem kůže, probiotiky a probiotickou kosmetikou v kontextu acne vulgaris. Cílem práce je poskytnout komplexní přehled o mikrobiomu, působení probiotik na mikrobiom, vzniku acne vulgaris a možnostech využití probiotické kosmetiky při léčbě acne vulgaris.

I TEORETICKÁ ČÁST

1 MIKROBIOM A JEHO SLOŽENÍ

Mikrobiom člověka je komplexní ekosystém mikroorganismů, které obývají lidské tělo nebo jeho povrch. Je úzce spojen s termínem mikrobiota neboli mikroflóra, což je pojem používaný pro vyjádření souhrnu všech mikroorganismů, jako jsou bakterie, viry, houby, plísňe, kvasinky a další mikroorganismy, které spolu interagují a které žijí právě za podmínek, které jim poskytuje daná lokalita lidského těla. Tyto podmínky jsou jak fyzikální, tak i chemické a biologické. Nejvíce mikroorganismů se nachází v trávicím traktu, na kůži, ale i v ústech a v genitální oblasti. U zdravých jedinců se většinou jedná o mikroorganismy, které lidskému organismu neškodí, naopak s ním žijí v rovnováze a mnohdy mu i prospívají. Je-li tato rovnováha významným způsobem narušena, nazýváme tento stav dysbiózou, která může vést k rozvoji onemocnění [1][2].

1.1 Mikrobiom kůže

Kůže je největším orgánem lidského těla a její součástí je velké množství již zmíněných mikroorganismů. Většina těchto mikroorganismů je pro kůži neškodná, dokonce jsou pro ni naopak přínosem. Mnoho mikroorganismů žije takzvaně v symbióze s buňkami kůže. Mikrobiom kůže je dynamický a proměnlivý, reaguje na různé vnější vlivy a má potenciál ovlivnit zdraví kůže a celkovou imunitní odpověď organismu. Představuje obrovské množství mikroorganismů, které hrají klíčovou roli v udržování zdravého stavu kůže a v ochraně proti patogenům. [2] [3] [4]

Složení mikrobiomu je velmi proměnlivé a unikátní pro každého jednotlivce. Dynamika mikrobiomu se mění s věkem, přičemž u novorozenců je složení mikrobiomu ovlivněno mimo jiné i způsobem porodu. Také pohlaví jedince a genetické faktory hrají roli ve formování mikrobiomu, například ruce a předloktí žen jsou osídleny rozmanitějším spektrem mikroorganismů než u mužů. Některé bakterie na kůži mohou být prospěšné a mohou chránit kůži před patogenními mikroby, zatímco jiné mohou naopak způsobovat rozvoj dermatologických onemocnění. Složení a stav mikrobiomu bývá také ovlivněn stravou, životním stylem, používáním make-upu a kosmetiky, UV zářením a mnoha dalšími faktory. Mezi klíčové faktory ovlivňující mikrobiom kůže patří užívání antibiotik, probiotik a jiných léků. Zejména antibiotika narušují přirozenou rovnováhu mikroorganismů v těle a tím negativně ovlivňují stav mikrobiomu. Tato nerovnováha vede k nadměrnému růstu bakterií, které jsou mimo jiné zodpovědné i za vznik akné. Jedná se převážně o bakterie z rodu *Cutibacterium* (dříve *Propionobacterium*) a stafylokoky, které se běžně vyskytují na

pokožce, ale při jejich nadměrném počtu jsou často spojovány se vznikem dermatologického onemocnění. Studie se čím dál víc zaměřují na výzkum složení mikrobiomu, na jeho vliv na lidské zdraví a na různá kožní onemocnění. [2] [4] [5]

1.2 Faktory ovlivňující mikrobiom kůže

Jak už bylo zmíněno mikrobiom kůže je složitý ekosystém, který je ovlivněn různými faktory. Těmito faktory mohou být genetika jedince, hygienické návyky, výživa či prostředí, ve kterém žije. Dalšími faktory ovlivňující mikrobiom kůže jsou hormonální změny, stres, stav imunitního systému jedince, používání kosmetických přípravků. Také dlouhodobé užívání kortikosteroidů má negativní dopad na celkový stav mikrobiomu kůže. Kortikosteroidy snižují množství prospěšných bakterií na kůži, což vede k nárůstu patogenních bakterií a ke zhoršení stavu *acne vulgaris*. Dalším faktorem je používání agresivních čistících prostředků a nadměrné mytí kůže, které způsobuje odstranění přirozených ochranných bakterií, což vede ke zvýšenému riziku výskytu zánětů včetně tvorby akné. Je tedy důležité volit jemné čistící prostředky, vhodné pro daný typ pleti a správně se starat o kůži, aby se udržovala přirozená rovnováha mikrobiomu. Kožní mikrobiom je odlišný v jednotlivých fázích života a má důležitou roli v rozvoji akné u dospívajících i dospělých jedinců. [1] [6]

1.2.1 Kožní mikrobiom v jednotlivých fázích života

Prenatální období a dětství

Podobně jako u jiných orgánů a systémů v těle, i kožní mikrobiom prochází různými fázemi v průběhu života. V období prenatálního vývoje se mikrobiom začíná formovat a rozvíjet. Tento proces pokračuje i po narození a postupem času se kožní mikrobiom stává stále komplexnějším. U novorozenců je převážně složen z bakterií rodu *Staphylococcus* a *Streptococcus* a postupem se rozšiřuje o jiné druhy bakterií. Přejít na samostatný život ve vnějším prostředí přináší nové podněty a vystavuje novorozence dalším druhům mikroorganismů, bakterií i mikroskopických hub. Rozmanitost a počet mikroorganismů v mikrobiomu se stále zvyšuje s postupujícím věkem. V průběhu předškolního a školního věku se kožní mikrobiom dítěte začíná stabilizovat a postupně získává složení podobné mikrobiomu dospělých. Stabilizace mikrobiomu je považována za důležitou součást vývoje imunitního systému a je zásadní pro ochranu vůči patogenům. [1] [3] [6]

Dospívání a dospělost

Puberta je důležitým a v mnoha směrech klíčovým obdobím lidského života, během kterého dochází k významným změnám především v hormonální rovnováze. Dochází tedy i k proměnám ve složení kožního mikrobiomu. V této fázi života se kožní mikrobiom stabilizuje a dosahuje svého konečného složení, které se ale vlivem mnoha již zmiňovaných faktorů neustále mění. Hormonální změny, které působí na mikrobiom ovlivňují i výskyt a závažnost akné u jednotlivců v různých věkových skupinách. Je známo, že v dětství převládají na pokožce bakterie *Staphylococcus epidermis*, zatímco v průběhu dospívání se zvyšuje množství *Cutibacterium acnes* neboli *Propionibacterium acnes*. Také je prokázáno, že hormonální změny během menstruace vedou k nárůstu počtu *Cutibacterium acnes* a zvýšenému výskytu akné u žen. V průběhu stárnutí a v závislosti na změnách probíhajících ve složení mikrobiomu může docházet ke vzniku akné i u starších a dospělých jedinců. [1] [3] [7]

1.3 Metody analýzy mikrobiomu kůže

V současné době je analýza kožního mikrobiomu umožněna rozvojem pokročilých molekulárních technologií a sofistikovaných bioinformatických metod. Tyto metody umožňují detailní charakterizaci složení mikrobiomu na povrchu lidské kůže. Získané poznatky mají zásadní význam nejen pro porozumění fyziologickým procesům a udržení kožního zdraví, ale také představují potenciál pro aplikaci v praktických oblastech, jako je například forenzní identifikace osob prostřednictvím specifických mikrobiálních profilů. [8]

Mezi nejčastěji využívané metody patří ampliconové sekvenování, metoda hidSkinPLex a metagenomické sekvenování, jež poskytuje komplexní přehled nejen o složení, ale i o funkčních vlastnostech mikrobiomu. Tyto metody jsou doplňovány kvantitativní PCR, kultivačními technikami a pokročilými statistickými a klasifikačními algoritmy. Kvantitativní PCR je metoda, která umožňuje přesně určit množství specifických mikroorganismů ve vzorku. Funguje na principu amplifikace cílené DNA sekvence za použití fluorescenčních značek, které umožňují sledovat množství amplifikovaného produktu v reálném čase. Tato metoda je mimořádně citlivá a rychlá, ale zaměřuje se pouze na předem definované cílové mikroorganismy, což omezuje její využití při objevování nových taxonů nebo při popisu celkového složení mikrobiomu. [8] [9]

1.3.1 Ampliconové sekvenování

Ampliconové sekvenování je dnes nejčastěji používanou metodou analýzy kožního mikrobiomu, a to zejména pro studium bakteriální složky. Tato metoda využívá cílené sekvenování určitého úseku DNA, typicky genu 16 S rRNA, který je konzervovaný u všech bakterií. Ampliconové neboli genové sekvenování umožňuje poměrně přesně určit bakteriální složení mikrobiomu a rozlišit vzorky mezi jednotlivci na úrovni rodů nebo druhů. Tato metoda je výhodná zejména pro vzorky s nízkou mikrobiální biomasou, jako je kůže, a je odolná vůči kontaminaci lidskou DNA. Mezi její nevýhody patří neschopnost detekce virů. [8] [10] [11]

1.3.2 Metagenomické sekvenování

Metagenomické sekvenování známé také jako Shotgun metagenomika. Jedná se o pokročilejší metodou, která se nesoustředí jen na specifické geny, ale sekvenuje veškerou DNA přítomnou ve vzorku. Díky tomu umožňuje detekovat široké spektrum mikroorganismů, nejen bakterií, ale také virů a hub. Tato metoda umožňuje získat data o taxonomickém složení, ale i o funkčním potenciálu mikrobiomu, tedy například schopnosti produkce enzymů, antibiotické rezistence nebo jaké metabolické dráhy mikrobiom obsahuje. [8]

Shotgun sekvenování nabízí velmi vysoké rozlišení, často až na úroveň jednotlivých kmenů, což je klíčové například pro forenzní aplikace. Umožňuje rozlišit i jemné rozdíly mezi mikrobiomy jednotlivců a přesněji sledovat změny v čase nebo mezi různými oblastmi kůže. Nevýhodou této metody jsou vyšší finanční náklady, složitější bioinformatické zpracování a větší objem dat. Pro dosažení vysoké přesnosti je potřeba zajistit velmi kvalitní vstupní DNA vzorek. [8][12]

1.3.3 Metoda hidSkinPlex

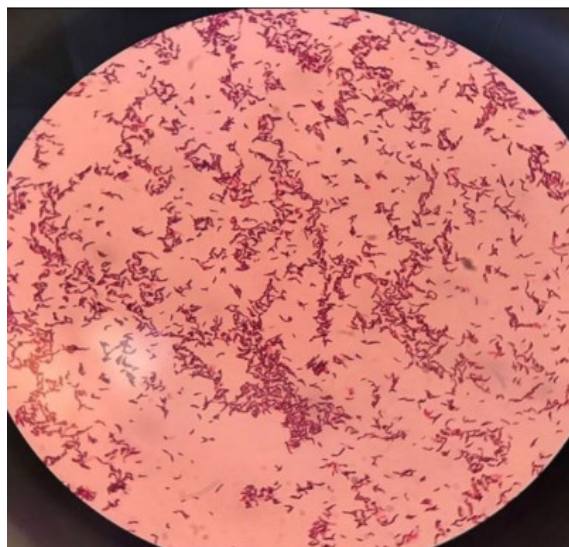
Cílené sekvenování hidSkinPlex, využívá panel 286 mikrobiálních markerů získaných z nejběžnějších kožních mikroorganismů, jako jsou mimo jiné *Cutibacterium acnes*. Tato metoda je navržena tak, aby umožnila identifikaci osoby na základě mikrobiálního profilu kůže. Poskytuje mimořádně vysokou úroveň rozlišení, dokonce umožňuje určit, z jaké části těla vzorek pochází, zda se jedná o ruku nebo o nohu. Výsledky ukazují, že metoda dokáže s přesností až 100 % přiřadit vzorek ke konkrétnímu jedinci. Výhodou je i schopnost analyzovat méně kvalitní vzorky, které nejsou vhodné pro běžné DNA testování. [8][12][13]

1.4 Fyziologická část mikrobiomu kůže

Fyziologická část mikrobiomu je tvořena komplexním ekosystémem mikroorganismů, které se nacházejí na povrchu kůže. Tyto mikroorganismy zahrnují především bakterie, ale také plísňe a kvasinky. Bakterie představují největší skupinu mikroorganismů ve fyziologickém mikrobiomu kůže. Nalézáme zde různé druhy, jako například *Cutibacterium acnes*, *Staphylococcus epidermis* nebo *Corynebacterium* spp. a mnoho dalších druhů bakterií. [6] [7]

1.4.1 *Cutibacterium acnes*

Cutibacterium acnes, dříve známá pod názvem *Propionibacterium acnes*, je nejznámější bakterií spojenou s výskytem akné a dalších kožních onemocnění. Jedná se o lipofilní, grampozitivní bakterii, která je přirozenou součástí mikrobiomu kůže. *Cutibacterium acnes* jsou považovány za aerotolerantní anaerobní bakterie, které na rozdíl od striktních anaerobů mají enzymatické systémy schopné detoxikovat kyslík. To těmto bakteriím umožňuje přežít na povrchu kůže, kde jsou vystaveny působení kyslíku. Bakterie *C. acnes* jsou převážně nalézány v lokalitách s přítomností mazových žláz, především v oblasti obličeje. Jejich přítomnost je často spojována se zvýšenou tvorbou mazu a následným vznikem komedonů, černých a bílých teček, zánětlivých pupínků, pustul, uzlin a cyst. Role *C. acnes* však není zcela vyjasněná. Některé studie prokazují, že ne všechny kmeny této bakterie jsou patogenní. Některé kmeny mají naopak protizánětlivý účinek a pomáhají udržovat rovnováhu mikrobiomu kůže. Jsou schopny produkovat antimikrobiální peptidy, které mají schopnost ničit patogenní bakterie, a tím omezovat růst a šíření zánětlivých mikroorganismů. Bakterie rodu *Cutibacterium* mají také významnou roli v regulaci pH kůže. Jejich metabolity pomáhají udržovat kyselé pH kůže, které zpomaluje růst patogenních mikroorganismů a přispívá k udržení fyziologické mikroflóry kůže. [14] [15] [16] [17]



Obrázek 1 *Cutibacterium acnes* [14]

1.4.2 *Staphylococcus epidermis*

Staphylococcus epidermis je další významnou bakterií ve fyziologickém mikrobiomu kůže. Jedná se o bakterii grampozitivní, fakultativně anaerobní, s optimální teplotou růstu 30-37 °C. Stafylokoky jsou odolné vůči vysokým koncentracím solí, což je předurčuje k přežití v nehostinných podmínkách kůže, kde právě značná koncentrace solí limituje růst celé řady dalších mikroorganismů. Na kůži se nacházejí po celém těle, ale především na vlhkých místech, shromažďují se například v axilárních jamkách, předloktí, v záhybech kolenních kloubů a na plantárních tkáních. *Staphylococcus epidermidis* obvykle není patogenní, je považován za běžného komenzála kůže. Problematický může ale být stav nadměrného růstu populace *Staphylococcus epidermidis*. Ve vzácných případech může způsobit infekci zejména u pacientů s oslabeným imunitním systémem nebo při přítomnosti cizího tělesa, jako jsou katetry nebo implantáty. *Staphylococcus epidermis* se podílí na ochraně kůže před patogenními mikroorganismy prostřednictvím inhibice tvorby biofilmu a stimulace imunitní odpovědi hostitele, produkuje antimikrobiální peptidy, které napomáhají bránit invazi patogenních mikroorganismů. Tato bakterie je důležitá také v udržování rovnováhy pH kůže a má ochrannou funkci v prevenci infekcí a v udržování zdravé a vyvážené mikroflóry kůže. [1] [17] [18]

1.4.3 *Corynebacterium* spp.

Jedná se o rozsáhlý rod bakterií patřících do kmene *Actinobacteria*. Tento rod zahrnuje mnoho různých druhů, které jsou běžně přítomny v lidském prostředí. *Corynebacterium* spp. jsou obvykle považovány za komenzální mikroorganismy, což znamená, že v normálních podmínkách nezpůsobují nemoci a mohou dokonce přispívat k udržení zdravého stavu hostitele. Tyto bakterie mají různorodé fyziologické vlastnosti a patří sem jak druhy aerobní, tak i fakultativně anaerobní. Tvar buněk je různý, včetně tyčinek, koků nebo dokonce pleomorfních forem. *Corynebacterium* spp. jsou známé svou schopností metabolizovat různé organické látky a mimo jiné mohou hrát roli ve střevním traktu při trávení potravy. Některé druhy mohou být patogenní a způsobovat infekce, mezi které patří například záněty kůže, záněty dýchacích cest nebo infekce močových cest. Identifikace konkrétního druhu rodu *Corynebacterium* je důležitá pro správnou diagnózu a léčbu infekce. Celkově jsou *Corynebacterium* důležitou součástí mikrobiomu lidského těla a mohou mít jak pozitivní, tak negativní účinky na zdraví hostitele, v závislosti na konkrétním druhu a podmínkách prostředí, ve kterých se vyskytují. Některé druhy této bakterie jsou schopny produkovat proteolytické enzymy, které pomáhají rozkládat odumřelé buňky kůže a podporují její regeneraci. Také produkují lipázy, což jsou enzymy, které jsou schopny rozkládat tuky a pomáhají tak udržovat zdravou rovnováhu tuku na povrchu kůže. Tato vlastnost bakterie je důležitá pro udržení optimálního lipidového prostředí kůže a k prevenci před nadměrnou mastnotou a před vznikem akné. [3] [19] [20] [21]

1.5 Mikrobiom a jeho vliv na dermatologická onemocnění

Změny v mikrobiomu kůže jsou často spojeny s onemocněním, jako jsou acne vulgaris, atopická dermatitida, psoriáza a rosacea neboli růžovka. Při atopickém ekzému, kdy dochází k dominanci patogenních mikroorganismů a k následným poruchám bariérové funkce kůže, hrozí větší nebezpečí kolonizace bakterií, což vede ke vzniku kožních projevů, jako jsou puchýře, vředy a ke vzniku dalších zánětlivých reakcí. Stimulace růstu symbiotických bakterií může obnovit rovnováhu mikrobiomu, u pacientů s atopickou dermatitidou se tak sníží symptomy zánětu. Další onemocnění spojené s mikrobiomem kůže je psoriáza. Narušení rovnováhy mikrobiomu u pacientů s psoriázou může přispět k zhoršení zánětů a projevů onemocnění. [1]

1.5.1 Atopická dermatitida

Atopická dermatitida je chronické zánětlivé onemocnění kůže, které se často projevuje svěděním, zarudnutím a suchostí pokožky. Léčba atopické dermatitidy je často komplexní a zahrnuje nejen lokální terapii, ale také úpravu životního stylu a výživy. Důležitou součástí léčby atopické dermatitidy je také v poslední době i dodávání probiotik a probiotické kosmetiky pro posílení mikrobiomu kůže. [22]



Obrázek 2 Atopická dermatitida na obličeji [23]

1.5.2 Psoriáza

Psoriáza je chronické zánětlivé onemocnění kůže, které je charakterizováno hyperproliferací keratinocytů, což vede k tvorbě červených, šupinatých ložisek na povrchu kůže. Psoriáza je důsledkem abnormální reakce imunitního systému, která způsobuje nadměrnou produkci kožních buněk. Normálně se kožní buňky obnovují každé 3 až 4 týdny, ale u pacientů s psoriázou tento proces probíhá mnohem rychleji, během několika dní. To vede k tvorbě nadměrného množství kožních buněk, které se hromadí na povrchu kůže a vytvářejí charakteristická ložiska a šupiny. [21] [24]



Obrázek 3 Pustulární psoriáza [25]

1.5.3 Rosacea

Rosacea je chronické, zánětlivé kožní onemocnění, které nejčastěji postihuje střední část obličeje, ale může vznikat i na jiných místech těla. Tento druh onemocnění se vyskytuje převážně u dospělých jedinců. Dle klinických příznaků lze rozeznat čtyři typy onemocnění, erythematoteleangiektatická, papulopustulózní, fymatózní a oční. Rosacea se projevuje zarudnutím postižených míst, otokem a následným vznikem zánětlivé papuly, pustuly, cysty a noduly. Léčba záleží na typu onemocnění, nejčastěji se používají krémy, které obsahují ivermectin nebo retinoly. Dále se k léčbě používají antibiotika a provádí se lokální léčebné zákroky, jako je laserové a chirurgické ošetření. Žádná léčba nevede k úplnému vyléčení, ale může výrazně zlepšit postižené části kůže. Kromě léčby je důležitá správná a důkladná péče o kůži, aby došlo k minimalizaci faktorů, které ovlivňují vznik rosacey. [26]



Obrázek 4 Rosacea erythematoteleangiectativa – vaskulární fáze rosacey [26]



Obrázek 5 Granulomatózní rosacea [26]

2 ACNE VULGARIS

Acne vulgaris je chronické, zánětlivé onemocnění kůže, které vzniká v důsledku nejrůznějších faktorů. V současné době existuje mnoho studií zabývajících se acne vulgaris snažících se porozumět jejímu vzniku a průběhu. Tyto studie zkoumají různé faktory, které mohou přispět ke vzniku akné. Mezi tyto faktory patří genetika, hormonální nerovnováha nebo nadměrná produkce kožního mazu. Dále se studie zaměřují na roli mikrobiomu a vliv probiotik a probiotické kosmetiky na vznik a průběh acne vulgaris. [1] [7]

Acne vulgaris se projevuje tvorbou pupínků, černých teček nebo zanícenými cystami. Je známo, že klíčovou roli vzniku akné hraje nadměrná tvorba kožního mazu a bakterie, nejznámější bakterií spojenou s akné je bakterie *Cutibacterium acnes*, též známá jako *Propionibacterium acnes*. Acne vulgaris postihuje 95 % chlapců a 83 % dívek ve věku 16 let a téměř vždy se nachází na obličeji. V mnoha případech se také objevuje na trupu těla, v horní části paží, případně v oblasti zad. Postihuje jedince převážně ve věkové skupině 12 až 24 let. Přestože je akné nejběžnější u adolescentů, postihuje také významné procento dospělé populace a děti v předpubertálním věku. Postihuje jak muže, tak ženy, ovšem je prokázáno, že u teenagerů je vznik akné nejpravděpodobnější, dokonce velmi často nevyhnutelný. Zároveň studie ukazují, že dospívající jsou mnohem více ohroženi závažnějším typem akné s delším průběhem léčby, v souvislosti s hormonálními změnami. Zánětlivé akné je v klinické praxi nejběžnějším typem, proto je v dnešních terapiích pro léčbu akné klíčová prevence pomocí protizánětlivých látek. Vznik akné je spojen s několika dalšími faktory, včetně nadměrné produkce mazu, ucpání mazových žláz, bakteriální infekce a zánětu. [1] [27] [28]



Obrázek 6 Několik případů akné lézí u odlišných pacientů [29]

2.1 Projevy akné

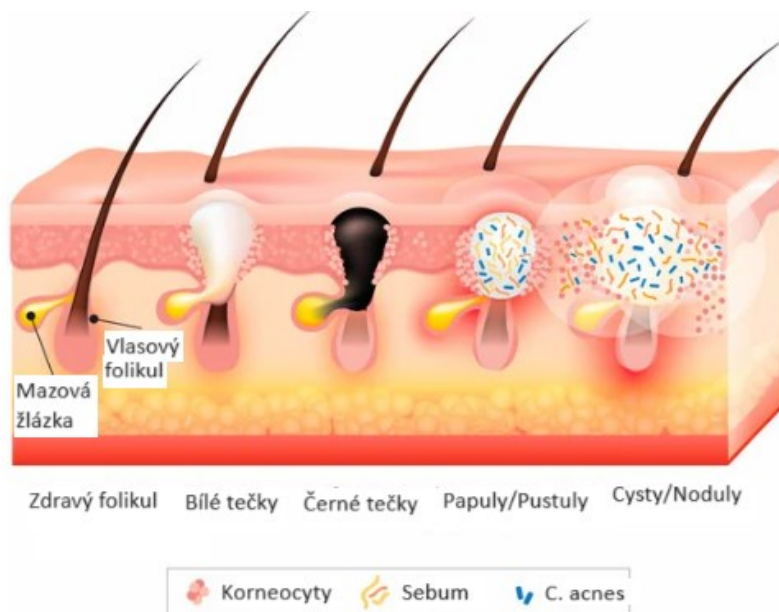
Nejčastější projevy akné lze rozdělit na dva základní typy, nezánettivé, jako jsou černé tečky a bílé tečky. Druhým typem jsou projevy zánětlivé, což jsou papuly, pustuly a cysty. Léčba akné zahrnuje různé metody, včetně pravidelné a důkladné péče o pleť, podávání léků nebo konkrétní procedury prováděné dermatology. [6]

2.1.1 Nezánettivé projevy akné

Černé tečky, známé také jako otevřené komedony jsou malé černé nebo tmavé tečky, které jsou viditelné v pórech kůže. Tyto tečky vznikají, když se maz produkovaný mazovými žlázami v pórech smíchá s kožními buňkami a oxiduje na povrchu kůže. Tato oxidace způsobuje tmavé zbarvení, které dává černým tečkám jejich charakteristický vzhled. Černé tečky se obvykle vyskytují na obličeji, zejména v oblastech s větší koncentrací mazových žláz, jako je nos, čelo a brada. Mohou se však objevit i na jiných částech těla, jako jsou hrudník, záda a paže. Je důležité poznamenat, že černé tečky nejsou způsobeny špínou, ačkoli mohou být zhoršeny nadměrným mazem a špatnou hygienou nebo nevhodnou péčí o pleť. Správná péče o pleť a čištění pomáhá minimalizovat vznik černých teček, ale pro jejich úplné odstranění jsou zapotřebí další léčebné postupy, jako je exfoliace, použití léků na akné nebo kosmetické procedury. [7] [28]

Bílé tečky, také nazývané uzavřené komedony, jsou dalším typem nezánettivé formy akné. Projevují se jako malé bílé nebo bíložluté uzlíky pod povrchem kůže. Tyto uzlíky jsou způsobeny ucpáním mazových žláz ve vlasovém folikulu. Když se žlázy ucpou mazem a odumřelými kožními buňkami, vytvoří se malé uzlíky. Bílé tečky jsou často lokalizovány na obličeji, zejména na nose, čele a bradě, ale mohou se objevit i na jiných částech těla, tam kde jsou přítomny mazové žlázy. Na rozdíl od černých teček jsou bílé tečky uzavřené, což znamená, že se nacházejí pod povrchem kůže a nemají přístup k vzduchu. To způsobuje, že mají převážně žlutobílou barvu. Bílé tečky jsou spojeny i s hormonálními změnami, genetikou a špatnou hygienou pokožky. Léčba bílých teček zahrnuje čištění a exfoliaci kůže, aby se odstranily odumřelé kožní buňky a zabránilo se ucpání mazových žláz. Další léčebné postupy zahrnují použití léků na akné, jako jsou například retinoly, které pomáhají otevírat

a čistit ucpané póry. V některých případech je zapotřebí dermatologické ošetření, které se nejčastěji provádí pomocí chemického peelingu. [6] [7] [31]



Obrázek 7 Typy acne vulgaris [30]

2.1.2 Zánětlivé projevy akné

Papuly jsou jedním z typů léze, objevující se při akné. Jsou to malé, pevné, vyvýšené útvary na kůži, které se často vyskytují v oblastech postižených akné. Papuly jsou obvykle červené nebo růžové barvy. Tyto léze vznikají v důsledku zánětu v okolí žláz nebo vlasového folikulu. Když se mazové žlázy ucpou mazem a odumřelými buňkami, může dojít k podráždění a zánětu, což vede k tvorbě papul. Papuly jsou obvykle pocíťovány jako drobné hrbolky pod povrchem kůže a často bývají bolestivé nebo svědivé. Přestože papuly mohou být prvním krokem k tvorbě akné, samy o sobě nejsou hnisavé ani hnis neobsahují. Bývají však známkou začátku zánětu a mohou se následně vyvinout do dalších typů projevů, jakou jsou pustuly nebo cysty. Léčba papul zahrnuje různé postupy, včetně topických léků obsahujících léčivé látky jako benzoylperoxid, retinol nebo antibiotika, která pomáhají snižovat zánět a čistit póry. Kromě toho mohou být v některých případech předepsány hormonální léky. Důležitá je správnost péče o pleť, která zahrnuje pravidelné čištění a hydrataci kůže a minimalizaci podráždění. V případě závažnějších projevů akné je nutné vyhledat odbornou pomoc u dermatologa. [32] [33] [34]

Pustuly jsou dalším z typů lézí spojených s *acne vulgaris* a jsou charakterizovány přítomností hnisu uvnitř zanícené léze. Jsou to malé výběžky na kůži, které jsou často červené a bolestivé na dotek. Pustuly se objevují na různých částech těla, ale nejčastěji se vyskytují na obličeji, krku, hrudníku a zádech. Pustuly vznikají obdobně jako papuly, a to ucpáním mazové žlázy na kůži mazem, odumřelými kožními buňkami a bakteriemi rodu *Cutibacterium acnes*. Tento zánětlivý proces způsobuje tvorbu hnisu, který se hromadí pod povrchem kůže a vytváří charakteristický bílý nebo žlutý výběžek. Pustuly jsou často pocíťovány jako bolestivé a nepříjemné, zároveň jsou považovány za esteticky rušivé. Kromě toho ve většině případech způsobují psychické nepohodlí a často snižují sebevědomí osoby postižené tímto kožním onemocněním. Léčba pustuly je možná více metodami, včetně použití topických léků obsahujících léčivé látky pro snížení zánětu a omezení růstu bakterií. Pro účinnější odstranění se také provádí hormonální léčba, zejména u žen s hormonálně podmíněným akné. K omezení vzniku, případně ke zmírnění průběhu, je důležité dbát na správnou péči o pleť, včetně pravidelného čištění kůže. Je nutné zvolit vhodné nekomedogenní hydratační přípravky a minimalizovat podráždění kožní bariéry. V závažnějších případech akné je dobré navštívit dermatologa, který doporučí vhodné léčebné postupy, jako jsou léčba laserem, chemické peelings nebo extrakce lézí. [32] [33] [34]

Mezi jednu z nejzávažnějších forem akné patří cysty. Cysty jsou charakterizovány velkými hluboce zanícenými lézemi, které se tvoří pod kůží. Jsou to dutiny naplněné tekutinou, hnisem a odumřelými kožními buňkami. Cysty vznikají, když zánět pronikne hlouběji do kůže, obvykle pod úroveň vlasového folikulu, a začne se hromadit hnis a další zánětlivé tekutiny. Tyto léze jsou obvykle velké, mohou mít průměr několik milimetrů až centimetrů. Cysty jsou velmi často bolestivé a mohou zanechat trvalé jizvy a pigmentové změny na kůži, zejména pokud jsou neodborně a špatně ošetřeny. Proto je důležité přistupovat k léčbě cystického akné s ohledem na prevenci jejich vzniku a minimalizovat negativní následky. Vzhledem k jejich hloubce jsou cysty obtížně léčitelné a vyžadují profesionální léčbu. Profesionální léčba cyst zahrnuje intralezionální injekce kortikosteroidů, které rychle snižují zánět a otok nebo chirurgické otevření a drenáž cysty, které bývá nutné u velmi zanícených nebo hnisavých lézí. Někdy je doporučena také léčba laserem nebo světelná terapie, která pomáhá redukovat zánět a zabíjí bakterie spojené s akné. [32] [35] [36]

Nodulocystické akné je podobné jako cystické akné. Je charakterizované hlubokými, bolestivými lézemi, které pronikají do hlubších vrstev kůže. Léze jsou obvykle velké, tvrdé

a hluboko zakořeněné. Objevují se samostatně nebo v různých skupinách a často vyžadují dlouhodobou léčbu. Nodulocystické akné je spojeno s vysokou mírou zánětů a vede k trvalým jizvám a estetickým vadám. Patogeneze nodulocystického akné je multifaktoriální a zahrnuje opět nadměrnou produkci kožního mazu, hyperkeratinizaci folikulů vlasů, bakteriální kolonizaci a zánětlivou reakci. Léčba je často komplexní a zahrnuje farmakoterapii, léčebné procedury a zvýšenou péči o pleť, extrakci cyst nebo laserovou terapii. Doporučuje se vyhýbat se nadměrnému dotýkání postižených oblastí, aby se minimalizoval přenos na jiné části těla a předešlo se zhoršení již zanícených míst. U pacientů s tímto typem akné se často vyskytuje vysoká míra emocionálního stresu, úzkosti i deprese způsobené nejen vzhledovými změnami, ale také bolestí a nepohodlím v důsledku vzniku hlubokých, zánětlivých lézí. Nodulocystické akné způsobuje trvalé jizvy a pigmentové změny v postižených oblastech kůže. Léčba tohoto závažného typu akné vyžaduje dlouhodobou trpělivost a kvalitní, odborný léčebný postup. [33] [34] [37]

2.2 Léčba acne vulgaris

2.2.1 Farmakoterapie

Farmakoterapie acne vulgaris zahrnuje širokou škálu léčivých přípravků, které mohou být použity k léčbě tohoto onemocnění. Mezi hlavní skupiny léků patří topická léčiva, aplikovatelná přímo na postižené oblasti kůže nebo systémová léčiva, užívaná ústně nebo injekčně. Mezi nejběžnější postupy léčby a léčiva akné patří retinoidy, antibiotika, benzoylperoxid, hormonální léčba nebo izotretinoin. Farmakoterapie je u každého pacienta individuální podle závažnosti onemocnění a typu lézí. [38] [39]

Retinoidy jsou deriváty vitamínu A, které se používají k léčbě akné tím, že regulují růst a diferenciaci kožních buněk a pomáhají otevírat zablokované póry. [38]

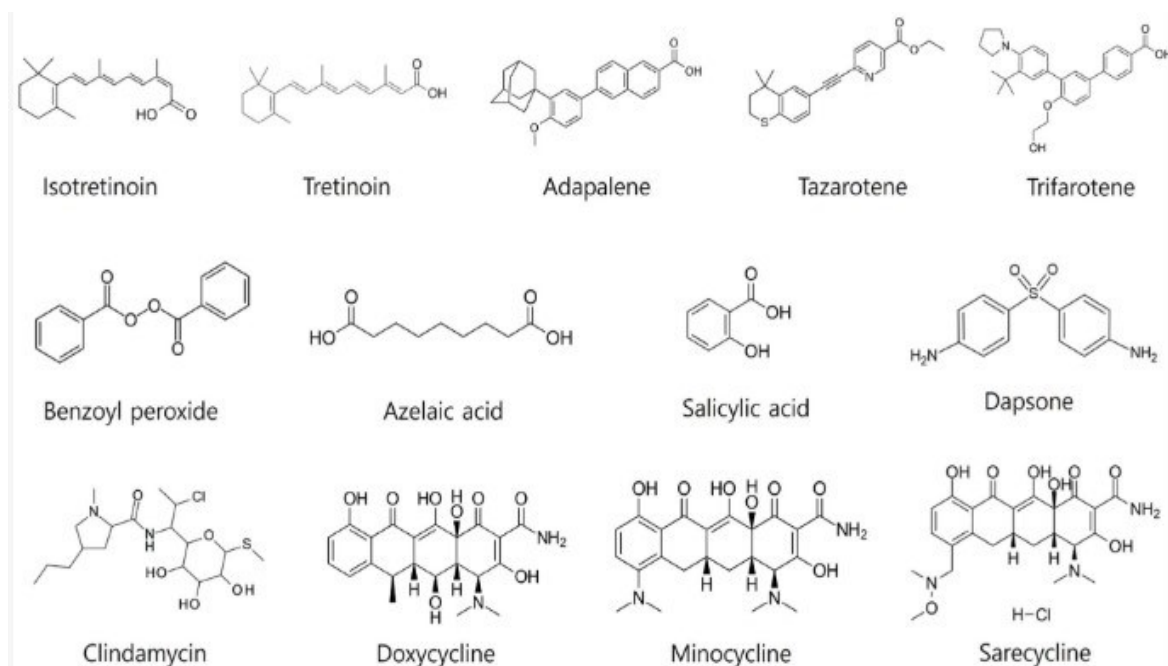
Antibiotika se používají k potlačení bakteriálního zánětu spojeného s akné. Topická antibiotika jako erythromycin a clindamycin jsou běžně používána k potlačení růstu bakterií na kůži. Systémová antibiotika, jako jsou doxycyklin, minocyklin a azithromycin, jsou předepisována v případě těžší formy akné. [40] [41]

Benzoylperoxid je další látkou, která se používá k léčbě akné. Působí proti bakteriím *Propionibacterium acnes* a zároveň pomáhá otevírat póry a snižovat tvorbu kožního mazu.

[38] [39]

Hormonální terapie, jako je užívání antikoncepčních pilulek nebo antiandrogenů, bývá užitečná zejména při léčbě u žen s hormonálně podmíněným akné. [38]

Izotretinoin je silný lék používaný k léčbě těžkého, rezistentního nebo cystického akné. Působí proti nadměrné tvorbě kožního mazu, zmenšuje zánět a omezuje tvorbu komedonů. [38]



Obrázek 8 Chemická struktura látek používaných k léčbě akné [42]

2.2.2 Procedurální zákroky

Procedurální zákroky, jako chemický peeling, dermabrazie nebo laserová terapie napomáhají k urychlení odstranění akné, případně k předejití tvorbě akné a k celkovému zlepšení stavu pokožky. Procedury mají za cíl ovlivnit patogenezi akné a minimalizovat jeho klinické projevy. Tyto procedurální zákroky mohou být použity samostatně nebo v kombinaci s léčbou. Léčebné postupy jsou prováděny zkušeným a proškoleným odborníkem. [39] [40] [43]

Mechanické odstraňování komedonů spočívá v manuálním vytlačování černých a bílých teček za použití speciálních nástrojů. Zárok se provádí v ordinaci dermatologa, aby došlo k minimálnímu riziku infekce a traumatizaci kůže. [43] [44]

Chemické peelings jsou postupy, při kterých jsou na kůži aplikovány chemické látky, jako jsou kyselina salicylová nebo kyselina glykolová, které odlupují horní vrstvy kůže a pomáhají odbourávat zanícené léze akné a snižovat tvorbu komedonů. [43]

Injekční terapie kortikosteroidy se používá pro případy vzniku cyst a nodul, které jsou doprovázeny výrazným zánětem a bolestí. Tento postup spočívá v aplikaci kortikosteroidního přípravku přímo do postižené léze, což může rychle zmírnit zánět a bolest. [39]

Laserová terapie je poměrně moderní metoda léčby akné, která využívá laserového světla k ničení bakterií *Cutibacterium acnes* a redukci tvorby mazu. Existuje několik typů laserové terapie, včetně laserového odstranění komedonů, fotodynamické terapie a abrazivní laserové terapie. [45]

Dermabraze je mechanický postup, při kterém se odstraní vrchní vrstvy kůže pomocí rotačního kartáče nebo diamantového nástavce. Tento postup pomáhá vyrovnat povrch kůže a snižovat tvorbu komedonů a jizev z akné. [45]

Mikrodermabraze je podobná dermabrazi, ale méně invazivní. Používá se k odstranění horních vrstev kůže pomocí jemného toku krystalů nebo diamantového nástavce. Tento postup může pomoci vyčistit póry, zlepšit texturu kůže a snížit tvorbu akné. [45]

Extrakce komedonů je procedura prováděná dermatologem, při které se odstraňují komedony pomocí speciálního nástroje nazývaného komedon extraktor. Tento postup pomáhá uvolnit ucpané póry a snižuje tvorbu komedonů. [45]

3 PROBIOTIKA

Probiotika jsou živé mikroorganismy, které mají pozitivní vliv na lidské zdraví a na celkovou kondici hostitele. Tyto mikroorganismy jsou obvykle bakterie, které se přirozeně nacházejí v lidském těle a jsou důležitou součástí mikrobiomu. Jejich účinky jsou spojeny s několika různými funkcemi v těle a také pomáhají udržovat rovnováhu střevní mikroflóry, tím se zlepšuje trávení a imunitní systém. Kromě toho mohou probiotika společně s probiotickou kosmetikou účinně snižovat zánětlivé příznaky akné a přirozeně obnovovat pokožku. Používání probiotik může dále snižovat produkci kožního mazu a normalizovat pH pokožky, což snižuje riziko vzniku nových lézí. Probiotika posilují ochrannou bariéru pokožky a brání růstu škodlivých mikroorganismů. Nejčastějšími typy probiotik jsou laktobacily a bifidobakterie. Tyto druhy probiotik jsou schopny ovlivnit složení bakteriální mikroflóry kůže a snižovat zánětlivé reakce. [1][7]

Probiotika jsou používána jak v léčebné, tak v preventivní péči o zdraví. Mezi jejich indikace patří prevence a léčba střevních infekcí, léčba atopické dermatitidy a dalších kožních onemocnění, regulace hladiny cholesterolu a krevního tlaku. Poslední dobou získávají probiotika také pozornost v kosmetickém průmyslu, kde jsou používána ve formulacích krémů a pleťových sér pro podporu zdraví kůže a snížení dermatologických problémů včetně akné. [1] [7] [46]

3.1 Druhy probiotik

3.1.1 Laktobacily

Lactobacillus je rod bakterií z čeledi *Lactobacillaceae*, který zahrnuje mnoho druhů grampozitivních, anaerobních nebo mikroaerofilních bakterií. Tyto bakterie jsou přirozeně přítomny v lidském těle, zejména ve střevech a na kůži, a jsou známy svou schopností posilovat imunitní systém a podporovat trávení. Laktobacily jsou známy svou schopností mléčného kvašení, při kterém přeměňují cukry na kyselinu mléčnou, což vytváří kyselé prostředí nepříznivé pro růst škodlivých mikroorganismů. Tato schopnost je klíčová pro udržování rovnováhy mikrobiomu kůže a střev. Mezi nejběžnější druhy patří například *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus rhamnosus* a mnoho dalších. Tyto druhy jsou běžně používány v probiotických přípravcích a doplňcích stravy, jako jsou probiotické jogurty, doplňky stravy ve formě kapslí nebo prášků a také v kosmetických přípravcích. V kosmetických produktech mohou laktobacily posilovat obranyschopnost kůže, snižovat

záněty a podporovat hojení drobných ran a podráždění. Díky svým probiotickým vlastnostem mohou také pomoci udržovat rovnováhu mikrobiomu kůže a snižovat riziko vzniku kožních problémů, jako je akné, dermatitida nebo ekzém. [1] [7] [46] [47]



Obrázek 9 Kolonie bakterií mléčného kvašení [48]

3.1.2 Bifidobakterie

Bifidobacterium je rod anaerobních bakterií, které patří do čeledi *Bifidobacteriaceae*. Tyto bakterie jsou přirozeně přítomny v lidském těle, zejména ve střevním traktu, kde hrají klíčovou roli při udržování zdravé mikrobioty a podporují trávení. Bifidobakterie jsou také přítomny v menší míře na kůži a v dalších částech těla. Jsou to grampozitivní bakterie, které mají charakteristický vzhled v mikroskopickém zobrazení, kde jsou pozorovány jako větvené tyčinky nebo oválné buňky. Jsou schopny fermentovat různé uhlovodíky, což vede k tvorbě kyselin a plynu. Mezi nejběžnější druhy rodu *Bifidobacterium* patří *Bifidobacterium longum*, *Bifidobacterium breve* a *Bifidobacterium bifidum*. Tyto druhy mají různé vlastnosti a funkce, ale obecně jsou známy svojí schopností posilovat imunitní systém, snižovat záněty a podporovat trávení. V kosmetických produktech jsou bifidobakterie často používány pro své probiotické vlastnosti. Tyto bakterie mohou posilovat ochrannou schopnost kůže, podporovat její regeneraci a pomáhat udržovat rovnováhu mikrobiomu. Díky svým protizánětlivým vlastnostem pomáhají snižovat zarudnutí a podráždění kůže a přispívají k celkovému zdraví a pohodě pokožky. [1] [49] [50] [51]

3.1.3 Přírodní zdroje probiotik

Přírodní zdroje probiotik jsou rozmanité a zahrnují různé potraviny a nápoje, které obsahují živé kultury probiotických bakterií. Mezi tyto zdroje patří kvašené mléčné výrobky, například jogurt a kefír jsou bohatým zdrojem probiotik, jako jsou laktobacily a bifidobakterie. Kysané zelí, kimchi a další fermentovaná zelenina jsou tradiční potraviny, které obsahují přirozeně vysoké množství probiotik, tyto potraviny jsou mimo jiné také bohatým zdrojem vitamínů, minerálů a antioxidantů. Některé fermentované sójové produkty, jako je tempeh a miso, jsou také dobrým zdrojem probiotik. V posledních letech se velmi oblíbeným zdrojem probiotik stal fermentovaný nápoj z čaje a cukru, kombucha, který je díky kvašení houby velmi bohatý na přírodní zdroje probiotik. Těmito a dalšími zdroji probiotik lze snadno obohatit stravu a přispět k podpoře zdraví celkového mikrobiomu těla. [49] [50]

3.2 Prebiotika a postbiotika

Prebiotika, postbiotika a probiotika tvoří společně trojici souvisejících konceptů v oblasti mikrobiomu a lidského zdraví. Zatímco probiotika jsou živé mikroorganismy, které příznivě ovlivňují zdraví hostitele, prebiotika a postbiotika hrají důležitou roli v podpoře růstu a aktivity těchto mikroorganismů. Prebiotika, probiotika a postbiotika tvoří symbiotický systém, který synergicky působí na zdraví hostitele a zachovávají mikrobiom v rovnováze. [1] [50]

3.2.1 Prebiotika

Prebiotika jsou nepostradatelné látky, které podporují růst a aktivitu prospěšných mikroorganismů, jako jsou bakterie a kvasinky. Tyto látky jsou nezbytnou součástí lidského zažívacího traktu a slouží jako potrava pro prospěšné mikroorganismy, čímž podporují jejich růst a množení. Mezi nejběžnější prebiotika patří inulin, fruktooligosacharidy, galaktooligosacharidy a oligofruktóza. Tyto látky jsou běžně obsaženy v potravinách, jako jsou česnek, cibule, banány, artyčok a celozrnné produkty. [49] [50]

3.2.2 Postbiotika

Postbiotika jsou látky nebo produkty, které vznikají během metabolismu probiotických mikroorganismů nebo během fermentace potravin. Jsou to látky, které mají příznivý vliv na zdraví hostitele, aniž by obsahovaly živé mikroorganismy. Mezi příklady postbiotik patří metabolity, enzymy, peptidy, exopolysacharidy a další látky produkovány mikrobiomem.

Postbiotika zajišťují další výhody pro lidské tělo prostřednictvím svých metabolitů a látek.
[1] [51]

3.3 Probiotika, prebiotika a postbiotika v kontextu acne vulgaris

Probiotika, prebiotika a postbiotika jsou biologicky aktivní látky, které hrají důležitou roli v kontrole a prevenci acne vulgaris. V případě acne vulgaris mají tyto tři skupiny látek potenciál snižovat zánětlivé procesy, omezovat růst patogenních mikroorganismů a podporovat regeneraci kožní bariéry. Jejich role v acne vulgaris je předmětem výzkumu a klinických studií, které mají prokázat jejich účinnost a přínos při léčbě dermatologických chorob. [49] [52] [53]

4 PROBIOTICKÁ KOSMETIKA

Probiotická kosmetika je nový, stále se rozšiřující trend v péči o pleť. Neustále se zkoumá její vliv na *acne vulgaris*, zejména proto, že konkrétně toto dermatologické onemocnění je stále častěji středem pozornosti ve všech věkových kategoriích lidské populace. Probiotická kosmetika obsahuje živé kultury mikroorganismů, které mají pozitivní vliv na mikrobiom pokožky. Tyto kultury pomáhají obnovovat fyziologickou rovnováhu pleti a chrání ji před patogenními bakteriemi. Studie prokázaly, že používání probiotické kosmetiky může snížit zánět a zarudnutí pleti spojené s akné a také reguluje produkci mazu. Účinnost probiotické kosmetiky je velmi individuální a závisí na konkrétním typu a složení produktu. [1] [38] [50]

Klinické studie zaměřené na účinek probiotik a probiotické kosmetiky v kontextu *acne vulgaris* přinesly zajímavé výsledky. Jedna z klinických studií prováděla hodnocení účinku kombinace probiotik a probiotické kosmetiky na závažnost akné. Výsledky ukázaly, že pravidelné užívání probiotik ve formě přípravku s obsahem specifických mikroorganismů přispělo ke snížení závažnosti akné, k redukci zánětu a zlepšení celkového stavu pokožky. Zároveň bylo zjištěno, že její pravidelné používání vedlo ke snížení počtu a velikosti projevů akné, ke zlepšení textury pokožky a regulaci příčin vzniku *acne vulgaris* [7]

4.1 Kosmetické přípravky s probiotiky a prebiotiky

Na trhu existuje mnoho probiotických kosmetických produktů určených pro boj proti akné. Mezi nejlepšími probiotickými kosmetickými produkty jsou čistící gely, které obsahují probiotika a další účinné látky s antibakteriálním účinkem, které pomáhají očistit pokožku od nečistot a odstranit přebytečný maz. Plet'ové vody s probiotiky jsou také oblíbené, protože detoxikují pokožku, zklidňují záněty a přispívají k jejímu vyčištění. Dalšími oblíbenými probiotickými produkty jsou masky a séra, která obsahují látky prospěšné pro pokožku a pomáhají ji regenerovat a zvlhčovat. Výběr vhodných probiotických kosmetických produktů záleží na individuálních potřebách každého jednotlivce. [54] [55] [56]

V následující části práce jsou uvedeny příklady probiotických kosmetických přípravků dostupných na českém a evropském trhu.

4.1.1 Probiotický pleťový krém Revuele ProBio Skin Balance

Probiotický krém Revuele je výrobkem bulharské společnosti Revuele Ltd., která se specializuje na výrobu kosmetických produktů pro péči o pleť, vlasy a tělo. Produkty Revuele jsou distribuovány po celém světě a jsou známy především díky své kvalitě a dostupnosti. Jedná se o certifikovanou značku, která se mimo jiné zabývá výrobou kosmetiky s obsahem probiotik, kterou lze nalézt pod kategorií ProBio Skin Balance. [57]

Krém je určen pro citlivou a intolerantní pleť s účelem ji zklidnit, chránit a hydratovat. Probiotická technologie pomáhá obnovit bariérovou funkci a napomáhá udržovat přirozený mikrobiom pokožky. Jedná se o lehký krém s hloubkovou hydratací, který pomáhá uklidnit pokožku a snižuje její podráždění. Cíleně působí proti suchosti a zarudnutí pleti. [57]

INCI složení

Water / Aqua, Glycerin, Ethylhexyl Stearate, Cetearyl Alcohol, Shea Butter / Butyrospermum Parkii Butter, Glyceryl Stearate SE, **Inulin**, **Alpha-Glucan Oligosaccharide**, Propylene Glycol, Hydrolyzed Caesalpinia Spinosa Gum, Caesalpinia Spinosa Gum, Ceteareth-20, Caprylic/Capric Triglyceride, Maltodextrin, **Lactobacillus Ferment**, Vitamin B3 / Niacinamide, Phenoxyethanol, Bisabolol, Allantoin, Acrylates/C10-30 Alkyl Acrylate Crosspolymer, Triethanolamine, Fragrance / Parfum, Disodium EDTA.



Obrázek 10 Probiotický krém Revuele [57]

4.1.2 Čisticí pleťová pěna Gallinée Microbiome Skincare

Jedná se o francouzskou značku, která byla založena se záměrem výroby čistě probiotické kosmetiky v souvislosti se studií mikrobiomu. [58]

Produkty Gallinée jsou formulovány speciálně s ohledem na mikrobiom kůže. Výrobci produktů této značky kladou důraz na to, aby produkty nezneškodnocovaly mikrobiom, ale naopak podporovaly jeho funkci, zaměřují se především na vhodný výběr pH pro mikrobiom kůže. K výrobě kosmetických produktů používají aktivní látky, jako jsou probiotické extrakty, prebiotika a postbiotika. [58]

Čisticí pěna obsahuje kyselinu mléčnou, která pomáhá vyhladit pleť a probiotika, která podporují funkci mikrobiomu. Pěna čistí pleť a póry bez vysušování. [59]

INCI složení

Aqua (Water), Cocamidopropyl Betaine, Sodium Lauryl Glucose Carboxylate, Lauryl Glucoside, Glycerin, **Lactic Acid**, **Alpha – Glucan Oligosaccharide**, **Inulin**, Styrene/Acrylates Copolymer, Sodium Chloride, Citric Acid, Perfume (Fragrance), Arginine, Sorbic Acid, Sodium Hydroxide, Tetrasodium Glutamate Diacetate, Sodium Benzoate, Limonene



Obrázek 11 Čisticí pleťová pěna Gallinée [59]

4.1.3 BAK Probiotický olej na akné

Produkty značky Nature Science jsou vyráběné v Polsku a jsou spojeny s dlouhodobým vývojem kmenů probiotických bakterií. Značka je zaměřená na výrobu přírodní dermatologické kosmetiky, především pro aknézní pleť, a na výrobu probiotických a prebiotických produktů včetně doplňků stravy. [60]

BAK probiotický olej na akné je klinicky testovaný přípravek určený pro pleť se sklonem k akné. Přípravek je vyvinut tak, aby udržoval mikrobiom pleti v rovnováze, aniž by ji dráždil a vysušoval. Jeho probiotické složení snižuje tvorbu biofilmu a růst *Cutibacterium acnes*, patogenních bakterií způsobujících akné. [61]

INCI složení

Caprylic/Capric Triglyceride, Simmondsia Chinensis, Hydrogenated Ethylhexyl Olivat, Ricinus Communis, **Lactiplantibacillus plantarum LB244R®**, **Lactiplantibacillus plantarum LB356R®**, fytosteroly, Tocopherol, Helianthus Annuus



Obrázek 12 BAK probiotický olej na akné [51]

ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce bylo rozvést problematiku spojenou s mikrobiomem, probiotiky a probiotickou kosmetikou v konetextu acne vulgaris.

V závěru lze konstatovat, že mikrobiom kůže a jeho složení má velký vliv na zdraví pokožky. Jeho dysbióza je úzce spjata se vznikem kožních onemocnění a přispívá k rozvoji acne vulgaris. Probiotika aplikovaná jak orálně, tak topicky, prokazují slibné výsledky v obnově rovnováhy kožního mikrobiomu, což může mít příznivý dopad na zmírnění příznaků akné. Současné poznatky naznačují, že zavedení probiotik do léčebných režimů pro acne vulgaris představuje účinnou a bezpečnou alternativu nebo doplněk ke stávajícím léčebným metodám.

Probiotická kosmetika představuje inovativní přístup v dermatologii, který využívá živé mikroorganismy a jejich deriváty k podpoře zdraví kožního mikrobiomu. Výsledky studií naznačují, že probiotické kosmetické produkty mohou být efektivní ve snížení závažnosti akné, snížení zánětu a ve zlepšení textury pleti.

Závěrem lze říct, že vliv mikrobiomu a probiotik na acne vulgaris představuje dynamicky se rozvíjející oblast výzkumu s potenciálem zásadně změnit přístup k léčbě tohoto běžného kožního onemocnění. Inovativní rozvoj a poznatky o probiotikách a mikrobimu by mohly přinést významné benefity pro pacienty trpící akné a zároveň přispět k udržitelnému a zdravému přístupu k péči o pleť.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] CHILICKA, Karolina, Iwona DZIENDZIORA-URBIŃSKA, Renata SZYGUŁA, Binnaz ASANOVA a Danuta NOWICKA. Microbiome and Probiotics in Acne Vulgaris—A Narrative Review. *Life* [online]. 2022, **12**(3), 2-11 [cit. 2023-12-12]. ISSN 2075-1729. Dostupné z: doi:10.3390/life12030422
- [2] MARTÍNEZ, Jose E., Augusto VARGAS, Tania PÉREZ-SÁNCHEZ, Ignacio J. ENCÍO, Miriam CABELLO-OLMO a Miguel BARAJAS. Human Microbiota Network: Unveiling Potential Crosstalk between the Different Microbiota Ecosystems and Their Role in Health and Disease. *Nutrients* [online]. 2021, **13**(9), 1-21 [cit. 2024-05-16]. ISSN 2072-6643. Dostupné z: doi:10.3390/nu13092905
- [3] SKOWRON, Krzysztof, Justyna BAUZA-KASZEWSKA, Zuzanna KRASZEWSKA, et al. Human Skin Microbiome: Impact of Intrinsic and Extrinsic Factors on Skin Microbiota. *Microorganisms* [online]. 2021, **9**(3) [cit. 2024-05-16]. ISSN 2076-2607. Dostupné z: doi:10.3390/microorganisms9030543
- [4] MOSKOVICZ, Veronica, Adi GROSS a Boaz MIZRAHI. Extrinsic Factors Shaping the Skin Microbiome. *Microorganisms* [online]. 2020, **8**(7) [cit. 2024-05-16]. ISSN 2076-2607. Dostupné z: doi:10.3390/microorganisms8071023
- [5] RATANAPOKASATIT, Yanisa, Wannada LAISUAN, Teerapong RATTANANUKROM, Aisawan PETCHLORLIAN, Iyarit THAIPISUTTIKUL a Mongkhon SOMPORNATTANAPHAN. How Microbiomes Affect Skin Aging: The Updated Evidence and Current Perspectives. *Life* [online]. 2022, **12**(7) [cit. 2024-05-16]. ISSN 2075-1729. Dostupné z: doi:10.3390/life12070936
- [6] CONDRÒ, Giorgia, Marta GUERINI, Michela CASTELLO a Paola PERUGINI. Acne Vulgaris, Atopic Dermatitis and Rosacea: The Role of the Skin Microbiota—A Review. *Biomedicines* [online]. 2022, **10**(10) [cit. 2024-05-16]. ISSN 2227-9059. Dostupné z: doi:10.3390/biomedicines10102523

[7] SÁNCHEZ-PELLICER, Pedro, Laura NAVARRO-MORATALLA, Eva NÚÑEZ-DELEGIDO, Beatriz RUZAFÁ-COSTAS, Juan AGÜERA-SANTOS a Vicente NAVARRO-LÓPEZ. Acne, Microbiome, and Probiotics: The Gut–Skin Axis. *Microorganisms* [online]. 2022, **10**(7) [cit. 2024-05-16]. ISSN 2076-2607. Dostupné z: doi:10.3390/microorganisms10071303

[8] TOZZO, Pamela, Gabriella D'ANGIOLELLA, Paola BRUN, Ignazio CASTAGLIUOLO, Sarah GINO a Luciana CAENAZZO. Skin Microbiome Analysis for Forensic Human Identification: What Do We Know So Far? *Microorganisms* [online]. 2020, **8**(6) [cit. 2025-05-10]. ISSN 2076-2607. Dostupné z: doi:10.3390/microorganisms8060873

[9] KNIGHT, Rob, Alison VRBANAC, Bryn C. TAYLOR, et al. Best practices for analysing microbiomes. *Nature Reviews Microbiology* [online]. 2018, **16**(7), 410-422 [cit. 2025-05-10]. ISSN 1740-1526. Dostupné z: doi:10.1038/s41579-018-0029-9

[10] MORGAN, Xochitl C., Curtis HUTTENHOWER, Fran LEWITTER a Maricel KANN. Chapter 12: Human Microbiome Analysis. *PLoS Computational Biology* [online]. 2012, 2012-12-27, **8**(12) [cit. 2025-05-10]. ISSN 1553-7358. Dostupné z: doi: 10.1371/journal.pcbi.1002808

[11] GALLOWAY-PENÑA, Jessica a Blake HANSON. Tools for Analysis of the Microbiome. *Digestive Diseases and Sciences* [online]. 2020, **65**(3), 674-685 [cit. 2025-05-10]. ISSN 0163-2116. Dostupné z: doi:10.1007/s10620-02006091y

[12] SCHMEDES, Sarah E., August E. WOERNER, Bruce BUDOWLE a Andrew J. MCBAIN. Forensic Human Identification Using Skin Microbiomes. *Applied and Environmental Microbiology* [online]. 2017, 2017-11-15, **83**(22), e01672-17 [cit. 2025-05-10]. ISSN 0099-2240. Dostupné z: doi:10.1128/AEM.01672-17

[13] OH, Julia, Allyson L. BYRD, Morgan PARK, Heidi H. KONG a Julia A. SEGRE. Temporal Stability of the Human Skin Microbiome. *Cell* [online]. 2016, **165**(4), 854-866 [cit. 2025-05-10]. ISSN 00928674. Dostupné z: doi: 10.1016/j.cell.2016.04.008

[14] SOYARSLAN, Mehmet. Cutibacterium Acnes (Formerly Pripionibacterium Acnes) Incidence In Shoulder Arthroscopy and Correlation with the Clinical Status. Online. Haydarpasa Numune Training and Research Hospital Medical Journal. 2020. ISSN 13006363. Dostupné z: <https://doi.org/10.14744/hnhj.2020.99267>. [cit. 2024-05-17]

[15] COENYE, Tom, Karl-Jan SPITTAELS a Yvonne ACHERMANN. The role of biofilm formation in the pathogenesis and antimicrobial susceptibility of Cutibacterium acnes. *Biofilm* [online]. 2022, **4** [cit. 2024-05-16]. ISSN 25902075. Dostupné z: doi: 10.1016/j.biofilm.2021.100063

[16] [10] SCHMID, Bettina, Oliver HAUSMANN, Wolfgang HITZL, Yvonne ACHERMANN a Karin WUERTZ-KOZAK. The Role of Cutibacterium acnes in Intervertebral Disc Inflammation. *Biomedicines* [online]. 2020, **8**(7) [cit. 2024-05-16]. ISSN 2227-9059. Dostupné z: doi:10.3390/biomedicines8070186

[17] FOURNIÈRE, Mathilde, Thomas LATIRE, Djouhar SOUAK, Marc G. J. FEUILLOLEY a Gilles BEDOUX. Staphylococcus epidermidis and Cutibacterium acnes: Two Major Sentinels of Skin Microbiota and the Influence of Cosmetics. *Microorganisms* [online]. 2020, **8**(11) [cit. 2024-05-16]. ISSN 2076-2607. Dostupné z: doi:10.3390/microorganisms8111752

[18] AHLE, Charlotte Marie, Kristian STØDKILDE, Anja POEHLEIN, et al. Interference and co-existence of staphylococci and Cutibacterium acnes within the healthy human skin microbiome. *Communications Biology* [online]. 2022, **5**(1) [cit. 2024-05-16]. ISSN 2399-3642. Dostupné z: doi:10.1038/s42003-022-03897-6

- [19] SILVA-SANTANA, Giorgio, Cecília Maria Ferreira SILVA, Julianna Giordano Botelho OLIVELLA, et al. Worldwide survey of *Corynebacterium striatum* increasingly associated with human invasive infections, nosocomial outbreak, and antimicrobial multidrug-resistance, 1976–2020. *Archives of Microbiology* [online]. 2021, **203**(5), 1863-1880 [cit. 2024-05-16]. ISSN 0302-8933. Dostupné z: doi:10.1007/s00203-021-02246-1
- [20] NASIM, Fouzia, Arijit DEY a Insaf Ahmed QURESHI. Comparative genome analysis of *Corynebacterium* species: The underestimated pathogens with high virulence potential. *Infection, Genetics and Evolution* [online]. 2021, **93** [cit. 2024-05-16]. ISSN 15671348. Dostupné z: doi: 10.1016/j.meegid.2021.104928
- [21] HSU, Daniel K., Maxwell A. FUNG a Hung-Lin CHEN. Role of skin and gut microbiota in the pathogenesis of psoriasis, an inflammatory skin disease. *Medicine in Microecology* [online]. 2020, **4** [cit. 2024-05-16]. ISSN 25900978. Dostupné z: doi: 10.1016/j.medmic.2020.100016
- [22] UMEHARA, Yoshie; KIATSURAYANON, Chanisa; TRUJILLO-PAEZ, Juan Valentin; CHIEOSILAPATHAM, Panjit; PENG, Ge et al. Intractable Itch in Atopic Dermatitis: Causes and Treatments. Online. *Biomedicines*. 2021, roč. 9, č. 3. ISSN 2227-9059. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/biomedicines9030229>. [cit. 2024-05-17].
- [23] KATAYAMA, Ichiro; AIHARA, Michiko; OHYA, Yukihiro; SAEKI, Hidehisa; SHIMOJO, Naoki et al. Japanese guidelines for atopic dermatitis 2017. Online. *Allergology International*. 2017, roč. 66, č. 2, s. 230-247. ISSN 13238930. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.alit.2016.12.003>. [cit. 2024-05-17].
- [24] LIANG, Xiaoqian, Caixin OU, Jiayi ZHUANG, Jinsheng LI, Fangfei ZHANG, Yuanqiu ZHONG a Yongfeng CHEN. Interplay Between Skin Microbiota Dysbiosis and the Host Immune System in Psoriasis: Potential Pathogenesis. *Frontiers in Immunology* [online]. 2021, 2021-10-18, 12 [cit. 2024-05-16]. ISSN 1664-3224. Dostupné z: doi:10.3389/fimmu.2021.764384

[25] RENDON, Adriana a SCHÄKEL, Knut. Psoriasis Pathogenesis and Treatment. Online. *International Journal of Molecular Sciences*. 2019, roč. 20, č. 6. ISSN 1422-0067. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/ijms20061475>. [cit. 2024-05-17].

[26] PÁNKOVÁ, Růžena. Rosacea. Online. *Dermatologie pro praxi*. 2017, roč. 11, č. 1, s. 6-11. ISSN 18022960. Dostupné z: <https://doi.org/10.36290/der.2017.002>. [cit. 2024-05-17].

[27] ZHOU, Shihui a Zhirong YAO. Roles of Infection in Psoriasis. *International Journal of Molecular Sciences* [online]. 2022, **23**(13) [cit. 2024-05-16]. ISSN 1422-0067. Dostupné z: doi:10.3390/ijms23136955

[28] FERČEK, Iva, Liborija LUGOVIĆ-MIHIC, Arjana TAMBIĆ-ANDRAŠEVIĆ, et al. Features of the Skin Microbiota in Common Inflammatory Skin Diseases. *Life* [online]. 2021, **11**(9) [cit. 2024-05-16]. ISSN 2075-1729. Dostupné z: doi:10.3390/life11090962

[29] GRUSZCZYŃSKA, Michalina, Anna SADOWSKA-PRZYTOCKA, Weronika SZYBIAK, Barbara WIĘCKOWSKA a Katarzyna LACKA. Insulin Resistance in Patients with Acne Vulgaris. *Biomedicines* [online]. 2023, **11**(8) [cit. 2025-05-10]. ISSN 2227-9059. Dostupné z: doi:10.3390/biomedicines11082294

[30] DRAGICEVIC, Nina a MAIBACH, Howard I. Liposomes and Other Nanocarriers for the Treatment of Acne Vulgaris: Improved Therapeutic Efficacy and Skin Tolerability. Online. *Pharmaceutics*. 2024, roč. 16, č. 3. ISSN 1999-4923. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics16030309>. [cit. 2024-05-17].

[31] KRUPA-KOTARA, Karolina, Paulina HELISZ, Weronika GWIOŹDZIK a Mateusz GRAJEK. The Importance of the Microbiota in Shaping Women's Health—The Current State of Knowledge. *Applied Microbiology* [online]. 2023, **3**(1), 11-34 [cit. 2024-05-16]. ISSN 2673-8007. Dostupné z: doi:10.3390/applmicrobiol3010002

[32] NØRRESLET, Line Brok, Tove AGNER a Maja-Lisa CLAUSEN. The Skin Microbiome in Inflammatory Skin Diseases. *Current Dermatology Reports* [online]. 2020, **9**(2), 141-151 [cit. 2024-05-16]. ISSN 2162-4933. Dostupné z: doi:10.1007/s13671-02000297z

[33] HUANG, Lei, Shuyun YANG, Xiuqin YU, et al. Association of different cell types and inflammation in early acne vulgaris. *Frontiers in Immunology* [online]. 2024, 2024-1-31, **15** [cit. 2024-05-16]. ISSN 1664-3224. Dostupné z: doi:10.3389/fimmu.2024.1275269

[34] PARAĆ, Ena, Bruno ŠPILJAK, Liborija LUGOVIĆ-MIHIC a Zrinka BUKVIĆ MOKOS. Acne-like Eruptions: Disease Features and Differential Diagnosis. *Cosmetics* [online]. 2023, **10**(3) [cit. 2024-05-16]. ISSN 2079-9284. Dostupné z: doi:10.3390/cosmetics10030089

[35] ALMA, Antonio, Alberto STICCHI, Camilla CHELLO, et al. Dermoscopy, Reflectance Confocal Microscopy and Optical Coherence Tomography Features of Acne: A Systematic Review. *Journal of Clinical Medicine* [online]. 2022, **11**(7) [cit. 2024-05-16]. ISSN 2077-0383. Dostupné z: doi:10.3390/jcm11071783

[36] VASAM, Mallikarjun, Satyanarayana KORUTLA a Raghvendra Ashok BOHARA. Acne vulgaris: A review of the pathophysiology, treatment, and recent nanotechnology based advances. *Biochemistry and Biophysics Reports* [online]. 2023, **36** [cit. 2024-05-16]. ISSN 24055808. Dostupné z: doi: 10.1016/j.bbrep.2023.101578

[37] NAJEEB, Aysha a Vishal GAURAV. “Acne” terminology in dermatology. *Cosmoderma* [online]. 2024, **4** [cit. 2024-05-16]. ISSN 2768-6620. Dostupné z: doi:10.25259/CSDM_244_2023

[38] STAMU-O'BRIEN, Caroline, Mohammad JAFFERANY, Simona CARNICIU a Ayman ABDELMAKSoud. Psychodermatology of acne: Psychological aspects and effects of acne vulgaris. *Journal of Cosmetic Dermatology* [online]. 2021, **20**(4), 1080-1083 [cit. 2024-05-16]. ISSN 1473-2130. Dostupné z: doi:10.1111/jocd.13765

- [39] GOODARZI, Azadeh, Samaneh MOZAFARPOOR, Mohammad BODAGHABADI a Masoumeh MOHAMADI. The potential of probiotics for treating acne vulgaris: A review of literature on acne and microbiota. *Dermatologic Therapy* [online]. 2020, **33**(3) [cit. 2024-05-16]. ISSN 1396-0296. Dostupné z: doi:10.1111/dth.13279
- [40] HAZARIKA, Neirita. Acne vulgaris: new evidence in pathogenesis and future modalities of treatment. *Journal of Dermatological Treatment* [online]. 2021, 2021-04-03, **32**(3), 277-285 [cit. 2024-05-16]. ISSN 0954-6634. Dostupné z: doi:10.1080/09546634.2019.1654075
- [41] HABESHIAN, Kaiane A. a Bernard A. COHEN. Current Issues in the Treatment of Acne Vulgaris. *Pediatrics* [online]. 2020, 2020-05-01, **145**(Supplement_2), S225-S230 [cit. 2024-05-16]. ISSN 0031-4005. Dostupné z: doi:10.1542/peds.20192056L
- [42] KIM, Hyun Jee a Yeong Ho KIM. Exploring Acne Treatments: From Pathophysiological Mechanisms to Emerging Therapies. *International Journal of Molecular Sciences* [online]. 2024, **25**(10) [cit. 2025-05-12]. ISSN 1422-0067. Dostupné z: doi:10.3390/ijms25105302
- [43] MOHSIN, Noreen, Loren E. HERNANDEZ, Mackenzie R. MARTIN, Ashley Vander DOES a Keyvan NOURI. Acne treatment review and future perspectives. *Dermatologic Therapy* [online]. 2022, **35**(9) [cit. 2024-05-16]. ISSN 1396-0296. Dostupné z: doi:10.1111/dth.15719
- [44] LAYTON, Alison M a Jane RAVENSCROFT. Adolescent acne vulgaris: current and emerging treatments. *The Lancet Child & Adolescent Health* [online]. 2023, **7**(2), 136-144 [cit. 2024-05-16]. ISSN 2352-4642. Dostupné z: doi:10.1016/S2352-4642(22)00314-5
- [45] LEUNG, Alexander KC, Benjamin BARANKIN, Joseph M LAM, Kin Fon LEONG a Kam Lun HON. Dermatology: how to manage acne vulgaris. *Drugs in Context* [online].

2021, 2021-10-11, **10**, 1-18 [cit. 2024-05-16]. ISSN 17404398. Dostupné z: doi:10.7573/dic.2021-8-6

[46] ESPINOZA-MONJE, Marcela, Jorge CAMPOS, Eduardo ALVAREZ VILLAMIL, et al. Characterization of *Weissella viridescens* UCO-SMC3 as a Potential Probiotic for the Skin: Its Beneficial Role in the Pathogenesis of Acne Vulgaris. *Microorganisms* [online]. 2021, **9**(7) [cit. 2024-05-16]. ISSN 2076-2607. Dostupné z: doi:10.3390/microorganisms9071486

[47] SATHIKULPAKDEE, Sunattha, Silada KANOKRUNGSEE, Porntipha VITHEEJONGJAROEN, Nanticha KAMANAMOOL, Montree UDOMPATAIKUL a Malai TAWEECHOTIPATR. Efficacy of probiotic-derived lotion from *Lactobacillus paracasei* MSMC 39-1 in mild to moderate acne vulgaris, randomized controlled trial. *Journal of Cosmetic Dermatology* [online]. 2022, **21**(10), 5092-5097 [cit. 2024-05-16]. ISSN 1473-2130. Dostupné z: doi:10.1111/jocd.14971

[48] CHEN, Zixia, Long YI, Yanni PAN, Xingyao LONG, Jianfei MU, Ruokun YI a Xin ZHAO. *Lactobacillus fermentum* ZS40 Ameliorates Inflammation in Mice With Ulcerative Colitis Induced by Dextran Sulfate Sodium. *Frontiers in Pharmacology* [online]. 2021, 2021-11-19, **12** [cit. 2025-05-12]. ISSN 1663-9812. Dostupné z: doi:10.3389/fphar.2021.700217

[49] DAPKEVICIUS, Ieva, Vânia ROMUALDO, Ana Camila MARQUES, Carla M. LOPES a Maria Helena AMARAL. Acne Vulgaris Topical Therapies: Application of Probiotics as a New Prevention Strategy. *Cosmetics* [online]. 2023, **10**(3) [cit. 2024-05-16]. ISSN 2079-9284. Dostupné z: doi:10.3390/cosmetics10030077

[50] NAVARRO-LÓPEZ, Vicente, Eva NÚÑEZ-DELEGIDO, Beatriz RUZAFACOSTAS, Pedro SÁNCHEZ-PELLICER, Juan AGÜERA-SANTOS a Laura NAVARRO-MORATALLA. Probiotics in the Therapeutic Arsenal of Dermatologists. *Microorganisms*

[online]. 2021, 9(7) [cit. 2024-05-16]. ISSN 2076-2607. Dostupné z: doi:10.3390/microorganisms9071513

[51] CUI, Hongchang, Chaoqun GUO, Qian WANG, Congrui FENG a Zhi DUAN. A pilot study on the efficacy of topical lotion containing anti-acne postbiotic in subjects with mild – to – moderate acne. *Frontiers in Medicine* [online]. 2022, 2022-12-9, 9 [cit. 2024-05-16]. ISSN 2296858X. Dostupné z: doi:10.3389/fmed.2022.1064460

[52] MOSAICO, Giovanna, Giulia ARTUSO, Mara PINNA, Gloria DENOTTI, Germano ORRÙ a Cinzia CASU. Host Microbiota Balance in Teenagers with Gum Hypertrophy Concomitant with Acne Vulgaris: Role of Oral Hygiene Associated with Topical Probiotics.

[53] WANG, Xinzhou, Peng ZHANG a Xin ZHANG. Probiotics Regulate Gut Microbiota: An Effective Method to Improve Immunity. *Molecules* [online]. 2021, 26(19) [cit. 2024-05-16]. ISSN 1420-3049. Dostupné z: doi:10.3390/molecules26196076

[54] HASHEMPOUR-BALTORK, Fataneh, Mahdieh SHEIKH, Sevdia ESKANDARZADEH, Fatih TARLAK, Abhishek Dutt TRIPATHI, Kianoush KHOSRAVI-DARANI a Amankeldy SADANOV. The Effect of Probiotics on Various Diseases and their Therapeutic Role: An Update Review. *Journal of Pure and Applied Microbiology* [online]. 2021, 2021-9-1, 15(3), 1042-1058 [cit. 2024-05-16]. ISSN 09737510. Dostupné z: doi:10.22207/JPAM.15.3.17

[55] VARELA-TRINIDAD, Gael Urait, Carolina DOMÍNGUEZ-DÍAZ, Karla SOLÓRZANO-CASTANEDO, Liliana ÍÑIGUEZ-GUTIÉRREZ, Teresita de Jesús HERNÁNDEZ-FLORES a Mary FAFUTIS-MORRIS. Probiotics: Protecting Our Health from the Gut. *Microorganisms* [online]. 2022, 10(7) [cit. 2024-05-16]. ISSN 2076-2607. Dostupné z: doi:10.3390/microorganisms10071428

[56] ZOMMITI, Mohamed, Marc G. J. FEUILLOLEY a Nathalie CONNIL. Update of Probiotics in Human World: A Nonstop Source of Benefactions till the End of Time. *Microorganisms* [online]. 2020, 8(12) [cit. 2024-05-16]. ISSN 2076-2607. Dostupné z: doi:10.3390/microorganisms8121907

[57] Revuele probio skin balance probiotic face cream [online]. [cit. 2024-05-14]. Dostupné z: <https://revuele.eu/products/face-care/facial-creams/revuele-probio-skin-balance-probiotic-face-cream/>

[58] Galinée microbiom skincare [online]. [cit. 2024-05-14]. Dostupné z: <https://www.gallinee.com/whats-so-special-about-gallinee/>

[59] Galinée microbiom skincare – Foaming facial cleanser [online]. [cit. 2024-05-14]. Dostupné z: <https://www.gallinee.com/product/foaming-facial-cleanser/#>

[60] Nature Science [online]. [cit. 2024-05-14]. Dostupné z: <https://naturescience.eu/cz/o-nas/>

[61] BAK probiotický olej na akné [online]. [cit. 2024-05-14]. Dostupné z: <https://naturescience.eu/cz/produkt/probioticky-olej-na-akne/>

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 <i>Cutibacterium acnes</i> [14]	18
Obrázek 2 Atopická dermatitida na obličeji [23]	20
Obrázek 3 Pustulární psoriáza [25]	20
Obrázek 4 Rosacea erythematoteleangiectativa – vaskulární fáze rosacey [26]	21
Obrázek 5 Granulomatózní rosacea [26]	21
Obrázek 6 Několik případů akné lézí u odlišných pacientů [29]	22
Obrázek 7 Typy acne vulgaris [30]	24
Obrázek 8 Chemická struktura látek používaných k léčbě akné [42]	27
Obrázek 9 Kolonie bakterií mléčného kvašení [48]	30
Obrázek 10 Probiotický krém Revuele [57]	34
Obrázek 11 Čisticí plet'ová pěna Gallinée [59]	35
Obrázek 12 BAK probiotický olej na akné [51]	36

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

INCI mezinárodní nomenklatura kosmetických přísad

UV ultrafialové záření

PCR polymerázová řetězová reakce

DNA deoxyribonukleová kyselina

rRNA ribonukleová kyselina podílející se na tvorbě ribozomů