

Využití kolagenního hydrolyzátu v přípravcích veterinární kosmetiky

Adriana Werbiková

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: **Adriana Werbiková**
Osobní číslo: **T22119**
Studijní program: **B0711A130009 Materiály a technologie**
Specializace: **Biomateriály a kosmetika**
Forma studia: **Prezenční**
Téma práce: **Využití kolagenního hydrolyzátu v přípravcích veterinární kosmetiky**

Zásady pro vypracování

- Provedte literární rešerši zaměřenou na metody přípravy kolagenního hydrolyzátu a jeho vlastnosti. Dále na možnosti jeho využití v průmyslových aplikacích, s akcentem na využití v kosmetice, resp. v oblasti veterinární kosmetiky. Získané poznatky kriticky zhodnoťte.
- V praktické části se věnujte přípravě přípravků veterinární kosmetiky bez a s obsahem různých druhů kolagenních hydrolyzátu. Následně proveďte jejich základní charakteristiku a srovnání s komerčně dostupnými produkty.
- Dosažené výsledky diskutujte.

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

Seznam doporučené literatury:

- [1] Vědecké články z databází *Web of Science*, *Scopus* atd; databáze elektronických knih.
[2] Ockerman, H.W.; Hansen C.I. *Animal By-product Processing and Utilization*, 1st ed.; CRC Press: London, Great Britain, 2000.
[3] Arumugam, G.K.S.; Sharma, D.; Balakrishnan, R.M.; Ponnann Ettiyappan, J.B. Extraction, optimization and characterization of collagen sole fish skin. *Sustain. Chem. Pharm.* 2018, 9, 19–26.
[4] Gómez-Guillén, M.C.; Giménez, B.; López-Caballero, M.E.; Montero, M.P. Functional and bioactive properties of collagen and gelatin from alternative sources: A review. *Food Hydrocoll.* 2011, 25, 1813–1827.
[5] Jayathilakan, K.; Sultana, K.; Radhakrishna, K.; Bawa, A.S. Utilization of by products and waste materials from meat, poultry and fish processing industries: A review. *J. Food Sci. Technol.* 2012, 49, 278–293.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Pavlína Egner, 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 AUTORA 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 pracoval(a) samostatně a použitou literaturu jsem řádně citoval(a); v případě publikace výsledků budu uveden(a) jako spoluautor;
- odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

Ve Zlíně, dne

.....
podpis autora

ABSTRAKT

Veterinární kosmetika není zdaleka tak známá jako kosmetika určená pro lidi. Tato bakalářská práce se proto v teoretické části zabývá vlastnostmi kolagenních hydrolyzátů, metodám jejich přípravy a možnostem jejich využití v průmyslových aplikacích s akcentem na použití v humanní a veterinární kosmetice. Praktická část se věnuje využití tří různých druhů kolagenních hydrolyzátů ve veterinární kosmetice, konkrétně přípravou dvou odlišných receptur šamponů pro domácí zvířata s obsahem kolagenních hydrolyzátů. Receptury byly sestaveny na základě provedení základní charakterizace komerčně dostupných šamponů určené převážně pro psy. Připravené vzorky šamponů byly poté rovněž podrobeny základní charakterizaci a výsledky porovnány s komerčními šampony.

Klíčová slova: kolagenní hydrolyzát, veterinární kosmetika, šampony

ABSTRACT

Veterinary cosmetics are still far less known than cosmetics intended for human use. Therefore, the theoretical part of this bachelor thesis focuses on the properties of collagen hydrolysates, the methods of their preparation, and their potential applications in industrial use, with an emphasis on their utilization in both human and veterinary cosmetics. The practical part is dedicated to the application of three different types of collagen hydrolysates in veterinary cosmetics, specifically to the formulation of two distinct shampoo recipes for pets containing collagen hydrolysates. The formulations were designed based on a basic characterization of commercially available shampoos intended primarily for dogs. The prepared shampoo samples were then also used to basic characterization, and the results were compared with commercial products.

Keywords: collagen hydrolysate, veterinary cosmetics, shampoos

Ráda bych v první řadě poděkovala vedoucí mé bakalářské práce, Ing. Pavlíně Egner, Ph.D. za milou ochotu pomoci s jakýmkoliv problémem, věnovaný čas a cenné rady jak během praktické části, tak i během celé doby psaní. Také bych chtěla poděkovat paním laborantkám rovněž za cenné rady, věnovaný čas a trpělivost. Na závěr mé velké díky patří mé rodině, včetně mých čtyřnohých mazlíčků, a všem mým blízkým.

OBSAH

ÚVOD.....	11
I TEORETICKÁ ČÁST	12
1 KOLAGEN.....	13
1.1 STRUKTURA KOLAGENU	13
1.2 TYPY KOLAGENU.....	14
1.3 ZDROJE KOLAGENU	14
1.3.1 Přírodní kolagen	15
1.3.2 Syntetický kolagen	15
1.4 ZÍSKÁVÁNÍ KOLAGENU Z PŘÍRODNÍCH ZDROJŮ	16
2 KOLAGENNÍ HYDROLYZÁT	17
2.1 METODY PŘÍPRAVY KOLAGENNÍHO HYDROLYZÁTU	17
2.2 PŘÍZNIVÉ ÚČINKY KOLAGENNÍHO HYDROLYZÁTU	17
3 VYUŽITÍ KOLAGENNÍCH HYDROLYZÁTŮ	19
3.1 POTRAVINÁŘSKÝ PRŮMYSL	19
3.2 VÝŽIVA	20
3.3 SPORTOVNÍ VÝŽIVA.....	20
3.4 KOSMETICKÝ PRŮMYSL.....	21
3.4.1 Význam kolagenu v kůži.....	21
3.4.2 Lokální použití	22
3.4.3 Perorální použití	23
3.5 VETERINÁRNÍ PRŮMYSL	23
3.5.1 Krmiva pro zvířata	24
3.5.2 Doplnky stravy	25
3.5.3 Zvířecí kůže a srst	26
3.5.4 Veterinární kosmetika	27
II PRAKTICKÁ ČÁST.....	30
4 CÍL PRÁCE	31
5 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST	32
5.1 POUŽITÉ POMŮCKY A ZAŘÍZENÍ	32
5.2 POUŽITÉ CHEMIKÁLIE.....	33
5.3 CHARAKTERIZACE KOMERČNÍCH PŘÍPRAVKŮ	34
5.3.1 Stanovení obsahu sušiny šamponů.....	39
5.3.2 Měření povrchového napětí.....	39
5.3.3 Měření pH	39
5.3.4 Potenciometrické stanovení anionických tenzidů	40
5.3.5 Potenciometrické stanovení neionických tenzidů	42
5.3.6 Hodnocení intenzity působení povrchově aktivních látek na kůži.....	43

5.4	PŘÍPRAVA RECEPTUR	44
5.5	PŘÍPRAVA RECEPTUR S OBSAHEM KOLAGENNÍCH HYDROLYZÁTŮ	46
5.6	MĚŘENÍ KONTAKTNÍHO ÚHLU	48
6	VÝSLEDKY A DISKUZE	49
6.1	STANOVENÍ OBSAHU SUŠINY	49
6.2	MĚŘENÍ POVRCHOVÉHO NAPĚTÍ	50
6.3	MĚŘENÍ PH	52
6.4	POTENCIOMETRICKÉ STANOVENÍ ANIONICKÝCH TENZIDŮ	53
6.4.1	Standardizace titračního činidla	53
6.4.2	Stanovení množství anionických tenzidů komerčních šamponů	55
6.5	POTENCIOMETRICKÉ STANOVENÍ NEIONICKÝCH TENZIDŮ	57
6.5.1	Standardizace titračního činidla	57
6.5.2	Stanovení množství neionických tenzidů komerčních šamponů	59
6.6	HODNOCENÍ INTENZITY PŮSOBENÍ POVRCHOVĚ AKTIVNÍCH LÁTEK NA KŮŽI	61
6.7	MĚŘENÍ KONTAKTNÍHO ÚHLU	62
	ZÁVĚR	66
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	69
	SEZNAM OBRÁZKŮ	75
	SEZNAM TABULEK	77
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	79
	SEZNAM PŘÍLOH	80

ÚVOD

Kolagen plní v organismu řadu významných funkcí, kdy jednou z hlavních je poskytování strukturální integrity tkáním a orgánům. Zajišťuje tak jejich pevnost, pružnost a soudržnost, ale je také zodpovědný za jejich obnovu při poškození. To z něj činí jeden z nejdůležitějších strukturálních proteinů v tělech savců a vzhledem k jeho unikátním biologickým vlastnostem nachází široké uplatnění nejen v biomedicíně, ale i v jiných průmyslových aplikacích.

Velmi ceněnou formou kolagenu je jeho hydrolyzovaná forma. Díky chemické či enzymatické hydrolýze je kolagen rozštěpen na menší peptidové fragmenty, které jsou lépe rozpustné a lépe vstřebatelné organismem. Tento hydrolyzovaný kolagen například pomáhá tělo chránit před oxidativním stresem, napomáhá předcházet známám stárnutí kůže a vykazuje pozitivní účinky na zdraví nehtů a vlasů, což z něj činí významnou surovinu v kosmetickém průmyslu. Také napomáhá zvyšovat obsah minerálů v kostech a kloubních chrupavkách a tím podporuje jejich zdraví a celkovou vitalitu. Široké uplatnění nachází také v potravinářském průmyslu, kde přispívá jednak ke stabilitě a textuře potravinových produktů a jednak se využívá jako funkční složka, kdy při pravidelné konzumaci má zdraví prospěšné účinky. Co se týče zdrojů jak samotného kolagenu, tak i kolagenního hydrolyzátu, nejčastěji jsou získávány z přírodních zdrojů, konkrétně z kůží, šlach a chrupavek získaných jako vedlejší produkty jatečního odpadu suchozemských zvířat, jako jsou prasata skot a hlodavci. Mnohem bezpečnější a v posledních letech daleko více častější formou získávání je z odpadu mořských a sladkovodních ryb.

Kolagenní hydrolyzát představuje řadu prospěšných účinků pro lidský organismus a díky tomu nachází uplatnění i ve veterinárním průmyslu a v péči o domácí mazlíčky. Nejčastěji bývá cíleno na zdraví pohybového aparátu a zdraví srsti a kůže. Právě proto je kolagenní hydrolyzát nejčastěji zakomponován do krmiv pro psy a kočky. Častější formou podávání tohoto hydrolyzátu nejen psům a kočkám, ale také například koním, je ve formě doplňků stravy, kterých je ve veterinárním odvětví dostupných na trhu nejvíce. Co se týče péče o domácí mazlíčky je hydrolyzovaný kolagen používán také ve veterinární kosmetice. Správná péče o pokožku a srst zvířat pomáhá předcházet různým kožním problémům, které mohou negativně ovlivňovat jejich zdraví. Veterinární kosmetika představuje nejčastěji šampony a kondicionéry, kde v jejich složení bývá kolagenní hydrolyzát obsažen. Jeho užití v těchto produktech není příliš časté, avšak vzhledem k příznivým účinkům kolagenu na kůži by jeho užití mělo nacházet v tomto odvětví daleko větší uplatnění.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 KOLAGEN

Nejhojněji zastoupeným proteinem v tělech savců, který současně tvoří klíčovou složku extracelulární matrix je kolagen. Existuje několik typů kolagenu, které se od sebe odlišují jak strukturou a vlastnostmi, tak i výskytem v různých typech tkání a orgánů, kde přispívají k jejich stabilitě a udržují jejich strukturální integritu. Obecně lze říci, že kolagen tvoří takzvanou rodinu proteinů, která představuje přibližně 25 % z celkového množství proteinu v těle [1;2].

Jelikož je kolagen strukturálním proteinem, poskytuje tak pevnost, houževnatost a mechanickou stabilitu tkáním jako jsou například kosti, šlachy a vazy, ale také některým orgánům, převážně kůži. Hraje tak důležitou roli při regeneraci a růstu tkání, nebo se také podílí na důležitých procesech jako je adheze, proliferace a diferenciace buněk. Díky jeho unikátním biokompatibilním vlastnostem je využíván v biomateriálech, zejména jako nosič léků, v tkáňovém inženýrství je zodpovědný za podpůrné funkce pro opravu tkání nebo slouží jako krycí obvaz na rány či popáleniny [3;4;5].

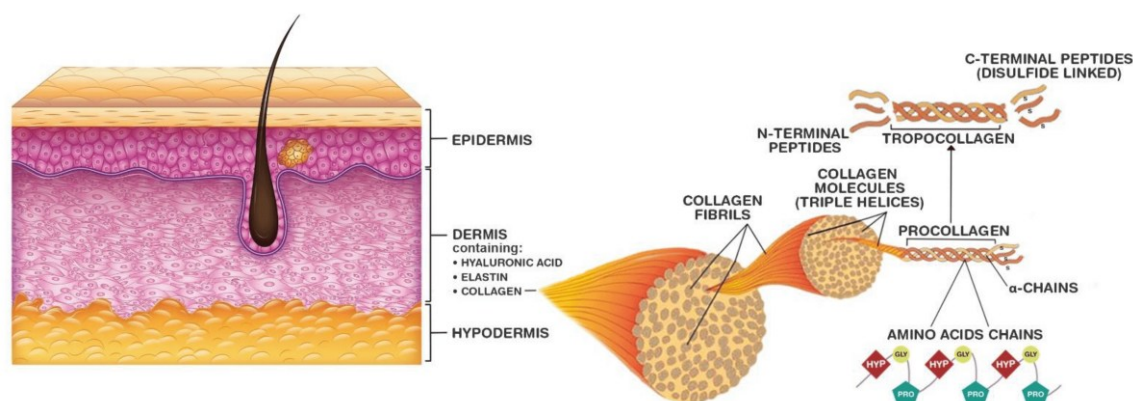
Mimo biomedicínské aplikace je kolagen nepostradatelným také v potravinářském a kosmetickém průmyslu [6].

1.1 Struktura kolagenu

Důvodem složitosti struktury nativního kolagenu, která je klíčová pro jeho funkci je skutečnost, že se jedná o biopolymer. Základní stavební jednotkou kolagenového vlákna je tropokolagen, který je tvořen třemi paralelními polypeptidovými α -řetězci. Každý tento α -řetězec má levotočivou šroubovici a je složen z přibližně 1000 aminokyselin tvořených opakovanou sekvencí $(\text{Gly-X-Y})_n$, kde zkratka Gly představuje aminokyselinu glycin. Na pozicích X a Y se nejčastěji vyskytují aminokyseliny prolin a 4-hydroxyprolin, ale mohou se vyskytovat také aminokyseliny, jako například lysin, alanin či kyselina glutamová. Složení α -řetězců pak závisí na typu kolagenu. Tyto tři polypeptidové řetězce se navzájem proplétají a vytvářejí pravotočivou šroubovici, která je stabilizována vodíkovými a kovalentními vazbami. Vznik této pravotočivé šroubovice vyžaduje, aby každá třetí aminokyselina v α -řetězci byla právě glycin [7;8].

Biosyntéza kolagenu je velmi náročný proces probíhající uvnitř i vně buněk. Touto biosyntézou vzniká nejprve molekula zvaná prokolagen, která ve své struktuře obsahuje signální propeptidové konce (C a N-konce), díky nimž vznikají správné α -řetězce a následný

vznik pravotočivé prokolagenové šroubovice. Následné odstranění těchto propeptidových konců pomocí C-proteinázy a N-proteinázy má za následek vznik tropokolagenu, jenž se následně organizuje do kolagenových fibril, kde působí kovalentní vazby. Tyto kolagenní fibrily pak vytvářejí samotná kolagenová vlákna, jejichž detailnější struktura je uvedena na Obrázku 1 [7;8].



Obrázek 1 Struktura kolagenního vlákna nacházejícího se v kůži

(zdroj: [7])

1.2 Typy kolagenu

Klasifikace kolagenních proteinů závisí převážně na struktuře a jejich lokalizaci. Je známo 29 typů kolagenu, které se řadí mezi dvě hlavní skupiny, fibrilární a nefibrilární kolageny. Fibrilární kolagen je tvořen fibrilami a představuje asi 90 % kolagenu v těle. Nefibrilární kolagen má mnohem složitější strukturu oproti fibrilárnímu a tvoří okolo 10 % z celkového množství kolagenu, přičemž je nepostradatelnou součástí mnoha orgánů. Mezi fibrilární kolagen patří například nejhojněji se vyskytující kolagen typu I, který lze nalézt v kostech, šlachách a kůži. Typ II se vyskytuje například v rohovkách a chrupávkách a typ III rovněž v kůži, ale také v cévních stěnách. Do skupiny nefibrilárního kolagenu spadají fibrilárně asociované kolageny s přerušenou trojitou šroubovicí, či bazální membránové. Patří zde například typ IV (bazální membrána), IX (sklivec, rohovka), XIV (cévy, nervy) a XIX (ledviny, játra, placenta) [3;4].

1.3 Zdroje kolagenu

Kolagen lze izolovat jednak z přírodních zdrojů a jednak jej lze i syntetizovat. Přírodní kolagen se často používá v komerčně dostupných výrobcích ve formě doplňků stravy či kosmetických produktech, zatímco syntetický kolagen naopak slouží jako jeho alternativa.

Důvodem je výskyt možných nežádoucích imunitních reakcí organismu na některé druhy přírodního kolagenu či riziko přenosu chorob ze zvířete na člověka (zoonózy) prostřednictvím různých patogenů [9].

1.3.1 Přírodní kolagen

Přírodní kolagen se nejčastěji získává ze suchozemských zvířat jako jsou prasata, hlodavci a skot, kdy zdrojem kolagenu jsou převážně kůže, šlachy a chrupavky získané jako vedlejší produkty jatečního odpadu. Rizika přenosu některých chorob z těchto zvířat, jako je například bovinní spongiformní encefalopatie (BSE), známá jako nemoc šílených krav či slintavka a kulhavka (FMD), uvedla v popředí alternativní zdroj kolagenu z mořských zdrojů [10].

Hovězí kolagen je jedním z hlavních průmyslových zdrojů, přestože představuje určitou hrozbu pro člověka, ať už se jedná o zoonózy (BSE, FMD) nebo alergické reakce, které mohou postihnout téměř 3 % populace. Kolagen typu I je získán z hovězí Achillovy šlachy, typ II z nosní nebo kloubní chrupavky a typ IV z placentárních klků. Dalším široce využívaným zdrojem pro získání kolagenu jsou prasata. I zde hrozí riziko nákazy některých přenosných chorob ze zvířete, avšak vzhledem k tomu, že prasečí kolagen je velmi podobný lidskému kolagenu, klesá pravděpodobnost výskytu alergických reakcí. Mezi další zvířata, z nichž lze získat různé typy kolagenu patří například kuřata, ovce, koně, jeleni či klokani nebo žáby [11].

Jako nejbezpečnější zdroj pro získání kolagenu je mořský kolagen. Ten představuje oproti jiným zvířecím zdrojům značné výhody. Nehrozí riziko zoonóz, představuje nízké riziko alergických reakcí, získání vysokého obsahu kolagenu s nízkou molekulovou hmotností a lepší vstřebatelnost v organismu. Tento mořský zdroj se klasifikuje do tří skupin. První skupinou jsou ryby, u nichž se zpracovávají především vedlejší produkty představující kůže, kosti, ploutve a šupiny nejen mořských, ale i sladkovodních ryb. Další skupinu tvoří bezobratlí mořští živočichové jako jsou medúzy, chobotnice, sépie, hvězdice a sumýši. Poslední skupinu představují mořští savci [10;11].

1.3.2 Syntetický kolagen

Alternativou přírodního kolagenu, který se zcela vyhýbá rizikům přenosných chorob ze zvířat na člověka nebo obavám vyvolání nežádoucí imunitní reakce organismu, je syntetický kolagen známý především jako rekombinantní kolagen vyráběný pomocí

technologie genetického inženýrství. Tato technologie spočívá v úpravě genetické informace tak, aby se vytvořila sekvence DNA lidského kolagenu, kdy tento genetický materiál je poté vložen do hostitelských buněk, které kolagen začnou produkovat. Jako hostitelské buňky a systémy jsou nejčastěji využívány například prokaryotické expresní systémy (*Escherichia coli*), rostlinné expresní systémy, kvasinky (*Saccharomyces cerevisiae*) nebo lidské a savčí buňky [12].

1.4 Získávání kolagenu z přírodních zdrojů

Získávání kolagenu neboli extrakce je několika krokový proces, kterým je možné získat jak nativní kolagen, tak i jeho strukturálně odlišné formy jako je želatina nebo hydrolyzovaná forma kolagenu. Celý proces extrakce se potom liší na základě použitého materiálu, což jsou zároveň i hlavními faktory, které poté ovlivňují vlastnosti kolagenu jako je jeho struktura, složení aminokyselin a molekulová hmotnost. Samotnou extrakci lze však rozdělit na tři hlavní kroky, tedy na předúpravu zdrojového materiálu, samotnou extrakci kolagenu a další čištění [7;13].

Prvním krokem je předúprava surovin, která se taktéž liší v závislosti na použité tkáni. Zatímco kůže různých zvířat se nejprve umývají, poté namáčejí a následně se rozřezávají na přibližně stejné kusy, ostatní tkáně jako jsou chrupavky, kosti, hlavy či nohy se rozemelou a zamrazují pro další kroky. Hlavním cílem předúpravy je však rozštěpení kovalentních vazeb mezi molekulami kolagenu tak, aby zároveň zůstaly neporušené kolagenní řetězce. Důležitou součástí předúpravy je také odstranění některých nekolagenních látek. K oběma účelům se nejčastěji používají zředěné kyseliny, zásady, alkoholy a některé enzymy [7;9].

Samotná extrakce probíhá pomocí kyselé či alkalické hydrolýzy, které mohou být zároveň podpořeny ultrazvukem a enzymy nebo se používá extrakce pomocí neutrálních solí. Princip spočívá ve štěpení vazeb a uvolnění kolagenu z fibril, tedy přechodem kolagenu do roztoku. Proces extrakce zároveň probíhá za nízkých teplot pohybujících se okolo 4 °C, aby nedošlo k degradaci nativního kolagenu. Použitím již zmíněného ultrazvuku nebo enzymů pomáhají řešit nedostatky při kyselé či alkalické hydrolýze zvyšováním výtěžnosti produktu nebo zajišťují vhodnější podmínky při reakci [7].

Nezbytným krokem po extrakci je vysrážení kolagenu z roztoku. K tomuto účelu se používají nejčastěji soli. Jelikož surová sraženina obsahuje kromě kolagenu také nekolagenní proteiny a neutrální soli, je nezbytným krokem čištění, kde mohou být využívány metody jako je filtrace, odstředování nebo dialýza [7].

2 KOLAGENÍ HYDROLYZÁT

Samotný nativní kolagen je nerozpustným proteinem, jehož molekulová hmotnost se pohybuje okolo 300 kDa. Tato relativně vysoká molekulová hmotnost značí, že kolagen sám o sobě je ve vodě nerozpustný. Rozpustnou formou nativního kolagenu se značně nižší molekulovou hmotností je hydrolyzovaný kolagen. Získáván je nejčastěji kyselou, alkalickou nebo enzymatickou hydrolyzou nativního kolagenu nebo jeho denaturované a následně částečně hydrolyzované formy, želatiny. Díky hydrolyze dochází ke štěpení peptidových vazeb za vzniku menších aminokyselinových řetězců neboli peptidů, jejichž molekulová hmotnost se pohybuje v rozmezí 3–6 kDa. Kolagenní hydrolyzáty jsou pak díky nízké molekulové hmotnosti lépe a rychleji vstřebatelné organismem, což rozšiřuje další možnosti využití kolagenu, a to nejen v biomedicínském průmyslu [13;14].

2.1 Metody přípravy kolagenního hydrolyzátu

Kolagenní hydrolyzáty mohou být získávány přímo z různých tkání suchozemských a mořských živočichů stejně jako v případě přípravy nativního kolagenu. Další možností jejich přípravy je hydrolyza již připraveného nativního kolagenu nebo želatiny [14].

Denurací nativního kolagenu tepelným zpracováním při teplotě nad 40 °C dochází k rozpletení pravotočivé šroubovicové struktury kolagenu za vzniku tří náhodně stočených α -řetězců. Dalším krokem je výše zmíněná hydrolyza, která může být jak chemická, tak enzymatická [13;14].

Důležitými aspekty při výrobě kolagenních hydrolyzáků hrají některé významné fyzikálně-chemické faktory, které poté ovlivňují výsledné vlastnosti produktu jako je molekulová hmotnost nebo rozpustnost. Například enzymy, které jsou používány při hydrolyze jsou schopny efektivně fungovat při vhodných podmínkách jako je konkrétní teplota a vhodná hodnota pH. Také doba, po kterou probíhá reakce, má za následek odlišnou molekulovou hmotnost vzniklých peptidů. Obecně platí, že čím delší průběh reakce, tím menší peptidy s vyšší rozpustností vznikají. Všechny tyto vhodně nastavené podmínky pak zajišťují účinné a kvalitní produkty ve formě kolagenních hydrolyzáků [6;14].

2.2 Příznivé účinky kolagenního hydrolyzátu

Kolagenní hydrolyzáty vykazují řadu prospěšných účinků na zdraví. Mezi ně patří silné antioxidační vlastnosti, které zvyšují aktivitu antioxidačních enzymů v těle, a tím pomáhá

chránit tělo před oxidativním stresem neboli chrání buňky před poškozením volnými radikály. Dalším příznivým účinkem je proti stárnoucí efekt, kdy zároveň zlepšuje hydrataci a texturu pokožky, zvyšuje její elasticitu a pomáhá k redukci vrásek pleti. Dalším významným účinkem je podpora zdraví kostí a kloubů, kde kolagenní hydrolyzát pomáhá při prevenci a léčbě osteoporózy a osteoartrózy tím, že zvyšuje obsah minerálů v kostech a chrání kloubní chrupavku. Jeho účinnost se zároveň zvyšuje v kombinaci s dalšími výživovými složkami jako je vitamin D a vápník. Kromě toho také pomáhá podporovat zdraví cév a srdeční funkce tím, že zlepšuje flexibilitu cév a pomáhá zvyšovat hladinu takzvaného dobrého HDL (high-density lipoprotein) cholesterolu v těle neboli lipoproteinu s vysokou hustotou. V poslední řadě také hraje klíčovou roli v procesu hojení ran a zlepšuje regeneraci tkání. Tyto vlastnosti kolagenního hydrolyzátu jej dělají atraktivní složkou pro zdraví pleti, kloubů a celkovou vitalitu. Z toho důvodu se začal kolagenní hydrolyzát hojně využívat nejen ve farmaceutickém, kosmetickém a biomateriálovém průmyslu, ale také v potravinářském a dokonce i v kosmetických přípravcích a doplňcích stravy pro zvířata [13;14;15].

3 VYUŽITÍ KOLAGENNÍCH HYDROLYZÁTŮ

Je obecně známo, že produkce kolagenu v těle klesá s rostoucím věkem. To se začíná projevovat ve věku mezi 18 až 29 lety, přičemž po 40. roku života může tělo ztratit přibližně 1 % kolagenu ročně. K této ztrátě kolagenu přispívá zároveň i řada faktorů související se špatnou životosprávou jako je kouření, nadměrná konzumace alkoholu nebo nezdravá strava, ale také stres, UV záření a řada onemocnění. Jelikož je kolagen nepostradatelnou bílkovinou, která je zodpovědná za řadu důležitých funkcí v těle, existuje řada možností jak kolagen v jeho hydrolyzované formě, tedy jeho lépe a rychleji vstřebatelné formě, zpětně tělu dodávat [13].

3.1 Potravinářský průmysl

V potravinářském průmyslu se stal hydrolyzovaný kolagen populární složkou převážně díky jeho antioxidačním a antimikrobiálním vlastnostem. Je tak zodpovědný nejen za nutriční hodnotu, ale také za texturu a stabilitu produktů. Kolagenní hydrolyzáty jsou přidávány například do masných výrobků, nápojů a pekařských výrobků [13].

Kolagenní hydrolyzát je často využíván jako náhražka tuku, jelikož má schopnost zlepšit texturu, zadržovat vodu a zvyšovat obsah bílkovin. Toho se využívá zvláště pro masné výrobky jako jsou klobásy nebo párky. V pekařském průmyslu se přidáním hydrolyzátů například do chleba zlepšuje schopnost udržet vodu, zvyšuje objem a zpomaluje ztvrdnutí chleba, čímž prodlužuje jeho trvanlivost. V mléčných nápojích zase zlepšuje mikrobiologické schopnosti a snižuje sedimentaci ve fermentovaných nápojích. Využití by mohl také nacházet při skladování potravin při velmi nízkých teplotách, kvůli jeho schopnostem snižovat poškození buněk a tkání způsobené nízkými teplotami [13;14].

Kromě vlastností kolagenních hydrolyzátů plnicích v potravinářském průmyslu spíše vedlejší funkce jako přídatné látky, mnohem častěji je využíván jako funkční složka v potravinových produktech, kde plní zdraví prospěšný účinek, při pravidelné konzumaci. Takové druhy potravin poskytující tělu jak nutriční hodnotu, tak příznivé ovlivnění zdraví, se nazývají funkční potraviny. Kolagenní hydrolyzát je tak přidáván nejčastěji do proteinových tyčinek, čokoládových bonbonů, instantních káv nebo jsou součástí různých slazených nápojů dostupných volně v supermarketech [10].

3.2 Výživa

Co se týče příznivých účinků kolagenního hydrolyzátu na zdravotní stav, stal se velice oblíbenou účinnou látkou také ve formě nutraceutik. Nutraceutiky se rozumí doplňky stravy, které poskytují koncentrovanou formu dané bioaktivní látky z potravin, avšak v nepotravinové formě jako jsou pilulky, tablety, extrakty a další. Cílem nutraceutik je pozitivní ovlivnění zdraví v dávkách přesahující množství, které by bylo možné získat z běžné potravy. Co se týče nutraceutik s obsahem kolagenního hydrolyzátu, jedná se o suplementaci, která je využívána pro celkové zdravotní přínosy jako je zlepšení stavu pokožky, snížení bolesti kloubů, pozitivní vliv na pevnost kostí a jejich minerální hustoty, regenerace svalů a zlepšení kardiovaskulární výkonnosti. Po vstřebání jednotlivých peptidů, které se dále dostávají krevním řečištěm do kůže a dalších pojivových tkání, podporují činnost fibroblastů, což jsou buňky zodpovědné za tvorbu a udržení integrity extracelulární matrix v pojivových tkáních. Tím, že podporují jejich činnost, pak dochází k produkci většího množství kolagenu a elastinu [14;16;17;18].

Na trhu existuje nespočet produktů s obsahem kolagenních hydrolyzátů, které se dají zařadit do různých kategorií. Jedná se o doplňky stravy pro sportovce a osoby se zvýšenou fyzickou aktivitou, pro osoby trpící bolestmi kloubů nebo artritidou, pro osoby, které chtějí zlepšit celkový stav pokožky, vlasů a nehtů nebo se zaměřit na prevenci stárnutí pleti [19].

3.3 Sportovní výživa

Suplementace produktů, kde hlavní roli hraje právě kolagen v jeho hydrolyzované formě, si získala oblibu u fyzicky aktivních osob. Tyto komerční produkty jsou oblíbené převážně u populace, která se věnuje sportovním aktivitám jako je silový trénink, vytrvalostní sporty, běh či jóga, avšak pouze na rekreační úrovni, nikoli úrovni profesionální. Při pravidelné konzumaci doplňků stravy s obsahem kolagenního hydrolyzátu se může podpořit zdraví kloubů, zlepšuje se regenerace svalů a pomáhá se tak předcházet zraněním. Využití nachází zejména u osob, které se věnují cvičení se zátěží, kdy převážně v oblastech kolenou a kyčlí klouby trpí zatížením, což často vede ke snížení výkonnosti a bolesti. Kvůli obsahu aminokyselin jako je glycin a prolin, může také suplementace pomoci při regeneraci svalů, jelikož zmíněné aminokyseliny jsou nezbytné pro opravu svalové tkáně a šlach. To může být zásadní při drobných zraněních jako jsou mikrotrhliny ve svalových tkáních, ke kterým však dochází přirozeně při větší fyzické zátěži a jsou tak zodpovědné za typickou bolest svalů [17].

Pravidelný příjem doplňků stravy určených k těmto účelům je pak zodpovědný nejen za zlepšení stavu kloubů, regeneraci svalů, ale vede také k celkovému zlepšení sportovního výkonu. Kromě suplementace ve formě tablet je mezi sportovci daleko více oblíbenou verzí rozpustná forma prášku určená k rozpuštění dané dávky ve vodě, která je dostupná v podobě nejrůznějších příchutí. Také bývá často obohacena o další prospěšné látky, nejčastěji vitamin C, E, kyselinu listovou nebo také taurin. Ve formě prášku je také na trhu dostupný 100% kolagenní hydrolyzát, který lze přidat například do mléčných produktů, polévek, nebo džusů. Další oblíbená forma je v podobě ochuceného želé určeného k okamžité konzumaci [17].

3.4 Kosmetický průmysl

Kolagen jako takový se v posledních letech stal klíčovou složkou v oblasti kosmetiky, přičemž jeho využití je spojeno především s bojem proti známčkám stárnutí pleti, což souvisí se zachováním elasticity, pevnosti a hydratace pokožky. Jak již bylo řečeno, s věkem nebo vlivem vnějších faktorů dochází k degradaci kolagenu, díky čemuž dochází ke ztrátě mladistvého vzhledu a tvorbě vrásek. Jelikož je stárnutí nevyhnutelným přirozeným jevem každého, výrobci kosmetiky přichází čím dál více se způsoby, jak kolagen zpětně navrátit a to jak zvenčí, tak i zevnitř. Řeč je nejen o produktech s obsahem hydrolyzovaného kolagenu pro lokální aplikaci na kůži, nebo ve formě suplementace, tedy perorálního užití, ale také kolagenu ve formě výplní v estetické medicíně [20].

3.4.1 Význam kolagenu v kůži

Kolagen plní v kůži velice významnou roli. Kolagen typu I je přítomen zejména v *dermis*, kde tvoří síťovou strukturu, ve které se kolagenová vlákna navzájem kříží a proplétají. Společně s kolagenními vlákny se rovněž v *dermis* vyskytují také elastinová vlákna (viz Obrázek 1). Oba tyto proteiny jsou pak produkovány fibroblasty. Zatímco elastinová vlákna jsou zodpovědná za elasticitu a flexibilitu kůže neboli schopnost navrácení pokožky do původního stavu po jakékoliv deformaci, kolagen je zodpovědný především za zachování pevnosti a pružnosti pokožky [21].

Důležitou funkcí kolagenu je také jeho schopnost zajišťovat tkáním strukturální integritu. Díky tomu je schopen v pokožce spojovat jednotlivé tkáňové prvky a je tak zodpovědný za integritu *dermis* tvořenou z pojivové tkáně, s *epidermis* neboli epitelovou tkání. Další vlastností kolagenu v kůži je jeho schopnost vázat vodu, což je zároveň i důležitá

vlastnost pro správnou funkci *epidermis* a *dermis*, jelikož právě ve vodném prostředí probíhá většina biochemických reakcí. Obnova kolagenních vláken, za kterou je zodpovědný přirozený mechanismus, který rozpozná poškozená vlákna na jejichž úkor se vytvoří vlákna nová, je klíčovou vlastností pro udržení pevnosti a pružnosti kůže. Na poškození kolagenových vláken má vliv především UV záření, hormonální změny, genetické predispozice, mechanická zátěž nebo vznik volných radikálů vznikajících v důsledku stresu, nezdravé stravy bohaté především na cukr, kouření a pití alkoholu. Nepřispívá tomu ani fakt, že obnova kolagenu s přibývajícím věkem klesá. Kůže se tak stává křehčí, ztrácí objem, pevnost, začíná se ztenčovat a vnikají jemné i hluboké vrásky. S tím je úzce spjata i ztráta kyseliny hyaluronové, což negativně ovlivňuje hydrataci pokožky [20;21].

3.4.2 Lokální použití

Všechny negativní faktory související se stárnutím kůže, tedy i se snižujícím se množstvím kolagenu v pokožce, pomáhají v péči o pleť řešit kosmetické produkty, a to zejména produkty obsahující biologicky aktivní látky. Kosmetické produkty obsahující tyto bioaktivní složky, které mají za úkol chránit a regenerovat pokožku s cílem zlepšení vzhledu stárnoucí pokožky se nazývají kosmeceutika. Patří zde například vitamin A, E, C, hydroxykyseliny, kyselina hyaluronová, peptidy, některé rostlinné látky a také kolagen. V těchto produktech se nejčastěji používají právě kolagenní hydrolyzáty, jelikož samotný kolagen s vysokou molekulovou hmotností není schopen projít do hlubších vrstev kůže a zůstává spíše na povrchu, kde snižuje TEWL neboli transepidermální ztrátu vody a plní tak spíše bariérové funkce pokožky. Hydrolyzáty kolagenu kvůli jejich značně nižší molekulové hmotnosti naopak do hlubších vrstev pronikat mohou. Tam mají především hydratační vlastnosti, kvůli jejich vynikající schopnosti vázat vodu, dále regenerační vlastnosti, které zajišťují celkové zlepšení pokožky a urychlení drobných poranění a antioxidační účinky ve smyslu ochrany před poškozením volnými radikály zodpovědnými za urychlení stárnutí. Mimo to mohou kolagenní hydrolyzáty přispívat k syntéze nových kolagenních vláken. Také díky jeho odlišným fyzikálně chemickým vlastnostem od nativního kolagenu, tedy jeho rozpustnosti ve vodě, se lépe zavádějí do kosmetických přípravků [20;22;23].

Kolagenní hydrolyzáty se vyskytují především v kosmetických produktech v péči o pleť. V krémech jsou kolagenní hydrolyzáty obsaženy jak v nočních, tak i denních krémech, ale také v krémech určených speciálně pro oční okolí. Sérum je přípravek s obecně vyšším obsahem účinných látek. Může být ve formě emulze, mléka, gelu nebo oleje. Sérum

s kolagenem je často obohaceno o další složky, které působí proti stárnutí pokožky jako jsou vitamin C a retinoidy, které podporují syntézu kolagenu nebo kyselina hyaluronová. Oblíbenou formou jsou také masky, ať už ve formě hydrogelů nebo past či krémů. Z důvodu, že zdravá kůže je příčinou i zdravých vlasů, stejně tak jako stárnutí ovlivňuje nejen kůži, ale i vlasové folikuly, aplikují se kolagenní hydrolyzáty i do produktů v péči o vlasy. Zejména se jedná kolagen typu XVII, který posiluje vlasy a zpomaluje jejich vypadávání [20;24].

3.4.3 Perorální použití

Suplementace přípravků s kolagenními hydrolyzáty jsou nejčastěji užívány u starších lidí při problémech s klouby nebo u sportovců s cílem zlepšení sportovního výkonu a regenerace. V poslední době začaly být velice populární suplementace s cílem zlepšení vzhledu vlasů, nehtů, pokožky, a to zejména za účelem zpomalit její stárnutí [20].

Po perorálním užití dochází ke vstřebání v gastrointestinálním traktu a k rozložení hydrolyzátu kolagenu na dipeptidy a tripeptidy. Krevním řečištěm se dostávají do *dermis* a dalších pojivových tkání, kde stimulují fibroblasty k produkci kolagenu a také elastinu a kyseliny hyaluronové. Při pravidelné suplementaci přípravků s hydrolyzovanou formou kolagenu může dojít ke zlepšení pružnosti pleti, hydratace, textury a ke snížení výskytu jemných vrásek. Také dochází k posílení kožní bariéry a její lepší odolnosti vůči vnějším vlivům. Stejně tak jako při lokální aplikaci, mají i kolagenové doplňky antioxidační účinky. Kromě příznivých účinků hydrolyzátní na pleť mají i pozitivní účinky na vlasovou pokožku a vlasy. Pro produkci keratinu, proteinu tvořící strukturu vlasů i *epidermis*, jsou nezbytné aminokyseliny, které obsahuje kolagen. To zajišťuje posílení vlasů a snížení jejich lámavosti. Také zmíněné antioxidační vlastnosti zajišťují zmírnění řídnutí a vypadávání vlasů a hydratační účinky zase příznivě ovlivňují pokožku hlavy. Keratin je také ve velké míře přítomen v nehtech. Proto kromě vlasů a pokožky suplementace zlepšuje celkový stav nehtů, konkrétně dochází ke snížení lámavosti a k rychlejšímu růstu. Nejčastější formou suplementace jsou, stejně tak jako v případě doplňků stravy pro sportovce, tablety, prášky pro přípravu kolagenových drinků nebo želé, avšak cílené na pleť, vlasy a nehty [17;20].

3.5 Veterinární průmysl

Stejně tak jako je kolagen nepostradatelným proteinem plnicím v lidském organismu celou řadu funkcí, není tomu jinak ani u převážné většiny zvířat. Nejen samotný kolagen, ale také

jeho bioaktivní peptidy neboli hydrolyzáty nacházejí uplatnění i ve veterinárním průmyslu. Jedná se především o doplňky stravy určené nejčastěji pro psy, kočky a koně. Oblíbená je také jejich aplikace v pamlscích a granulích, a v poslední době také v produktech určených pro péči o domácí mazlíčky, která je často označována jako veterinární kosmetika. Nejčastějším důvodem, proč se majitelé rozhodují zahrnout do péče o své domácí mazlíčky právě produkty s kolagenem, jsou problémy s kloubním aparátem nejen stárnoucích, ale i mladých zvířat. Dalším důvodem týkající se především produktů v péči o domácí mazlíčky je příznivý účinek na zdraví pokožky a srsti [25].

3.5.1 Krmiva pro zvířata

Aby byla zajištěna optimální výživa domácích zvířat, je nezbytné, aby jejich strava byla plnohodnotná a vyvážená a poskytla tak zvířatům všechny potřebné živiny. Pro tyto účely jsou často používány hydrolyzáty bílkovin z různých zdrojů. Hojně využívány jsou rostlinné zdroje jako je sója, pšenice či hrách, ale také zdroje živočišné, a to především kuřecí, hovězí, vepřové a rybí. Pokud je řeč o hydrolyzátech bílkovin získaných z těchto zdrojů, jedná se o směsi kratších peptidů a aminokyselin, které vznikají štěpením bílkovin enzymatickým nebo jiným způsobem. Jejich výhodou je vysoká stravitelnost, nízké riziko alergických reakcí a v případě některých specifických peptidů také bioaktivní účinky, které podporují zdraví zvířat. Mezi bílkovinné hydrolyzáty vykazující tyto bioaktivní účinky patří i kolagenní hydrolyzáty, které přispívají k udržení zdravé kloubní chrupavky, elasticity šlach a pevnosti kostí. Proto se kolagenní hydrolyzáty často zařazují do krmiv určených pro prevenci a podporu léčby onemocnění pohybového aparátu, například osteoartrózy nebo jsou doporučovány pro zvířata staršího věku. Jejich účinek však není omezen pouze na pohybový aparát, podporují také zdraví pokožky, růst a kvalitu srsti, a tím přispívají k celkovému komfortu zvířete. Velice oblíbeným zdrojem hydrolyzátů bílkovin jsou vedlejší produkty z ryb, kdy kromě kolagenu poskytují i další významné složky jako například EPA (kyselina eikosapentaenová) a DHA (kyselina dokosaheptaenová) mastné kyseliny, vitamíny, kyselina hyaluronová, enzymy, ale i minerální látky jako jsou vápník a fosfor [25].

Díky svému složení a vysoké funkčnosti jsou tyto hydrolyzáty stále častěji zařazovány do složení suchých i mokrých krmiv, zejména pro psy a kočky. V suchých krmivech neboli v granulích slouží nejen jako kvalitní zdroj bílkovin, ale i jako přírodní ochucovadlo, které výrazně zvyšuje chutnost potravy a napomáhá jejímu lepšímu příjmu, zejména u vybíravých jedinců nebo zvířat s nechutenstvím. V mokrých krmivech neboli konzervách mohou zlepšovat texturu, nutriční hodnotu a přispívat k vyšší stravitelnosti. Časté je také jejich

použití u zvířat s potravinovou intolerancí, jelikož rozštěpené bílkoviny jsou pro organismus snadněji zpracovatelné a méně zatěžující. V neposlední řadě se kolagenní hydrolyzáty objevují i ve funkčních pamlscích, kde kromě odměny plní také podpůrnou roli například při péči o klouby, kůži, srst nebo trávení [25].

Příklad takového produktu určeného pro zdravou pokožku a srst s obsahem kolagenního hydrolyzátu je na Obrázku 2.



Obrázek 2 Funkční pamlsky pro zdravou kůži a srst od značky Brit

(zdroj: [26])

Složení funkčního pamlsku Brit:

dehydrovaný kril (26 %), dýně (20 %), zeleninový škrob tekutý (14 %), červená čočka (13 %), lososový protein (10 %), lněné semínko (5 %), lososová šťáva* (5 %), kolagen* (3,5 %), sušený kokos (1 %), lososový olej (1 %), sušené řasy (0,8 %), kyselina fulvová (0,5 %), minerály, výtažek z cukrového melounu (0,01 %), Lactobacillus acidophilus HA – 122 inaktivované (15x10⁹ buněk/kg). *hydrolyzováno [26].*

3.5.2 Doplnky stravy

S rostoucím zájmem o zdraví domácích mazlíčků a jejich celkovou pohodu se na trhu stále častěji objevují také samostatné doplňky stravy s obsahem kolagenních hydrolyzátů. Tyto produkty nejsou součástí běžného krmiva, ale jsou podávány samostatně, většinou ve formě prášků, tablet nebo kapslí. Nejčastěji jsou určeny pro psy, kočky a koně, a to především jako podpora při kloubních onemocněních jako je například osteoartróza, která je jedním z nejčastějších degenerativních onemocnění u starších i aktivních zvířat. Díky pravidelnému užívání pomáhají zmírnit bolesti a zlepšují pohyblivost. Některé produkty jsou navíc kombinovány s dalšími prospěšnými látkami jako je chondroitin, glukosamin, kyselina hyaluronová nebo omega-3 mastné kyseliny, které podporují účinek a cílí na konkrétní

zdravotní potřeby. Dostupné jsou i přípravky určené k prevenci u mladých zvířat, zejména u plemen, která mají vyšší predispozice k pohybovým problémům. Kromě pohybového aparátu mají tyto doplňky zároveň i pozitivní účinek na kvalitu srsti, kůže a drápů [25;27].

Příkladem komerčně dostupného doplňku stravy je přípravek Incapet Collagen ve formě prášku, určeného k přidání stanovené dávky do krmiva zvířete (viz Obrázek 3). Podle informací výrobce obsahuje tento produkt hydrolyzovaný kolagen z ryb a je určen nejen pro psy, ale také i pro kočky a koně.



Obrázek 3 Doplněk stravy s hydrolyzovaným kolagenem Incapet Collagen

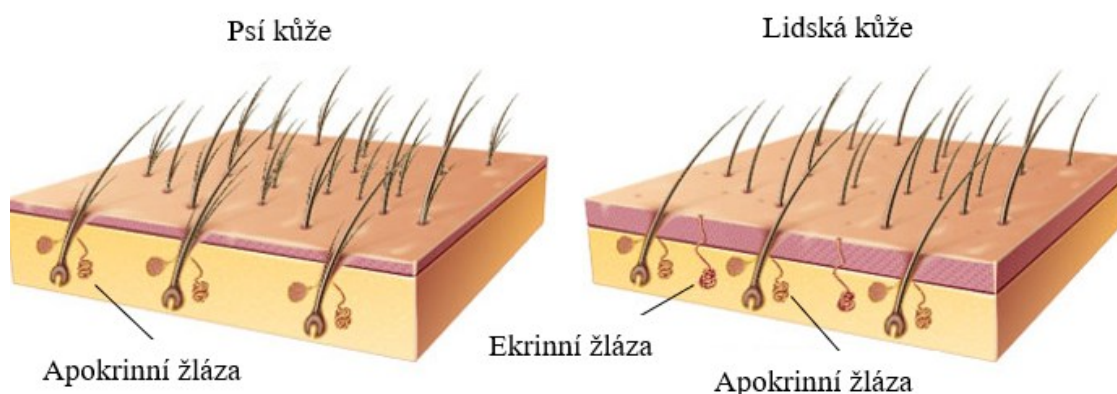
(zdroj:[28])

3.5.3 Zvířecí kůže a srst

Z fyziologického a anatomického hlediska se kůže domácích zvířat, zejména psů a koček, značně odlišuje od té lidské. Zvířecí kůže je zpravidla tenčí a vykazuje také odlišnosti v pH, a to na základě rozdílnosti ve fyziologických funkcích. Na rozdíl od lidské kůže je ta zvířecí pokryta hustou srstí, která sama o sobě plní ochrannou funkci proti vnějším vlivům, zejména vůči ultrafialovému záření. Existuje však pravidlo, že čím řidší je srst, tím silnější je *stratum corneum*, přičemž maximální tloušťku této vrstvy mívají bezsrstá plemena psů i koček. Taková plemena ovšem na druhou stranu vyžadují daleko větší péči [29;30].

Další odlišností je rozmístění potních žláz. Apokrinní žlázy, které se ve veterinárním odvětví označují jako epitrichiální žlázy jsou připojené k vlasovému folikulu. Ekrinní žlázy neboli atrichiální, které ústí přímo na povrch kůže, jsou u zvířat přítomny jen na nosní houbě a polštářcích tlapek, zatímco u lidí jsou přítomny po celém těle, nejvíce na dlaních, chodidlech a v podpaží. Díky tomu není hydro-lipidová vrstva zvířecí kůže tolik obohacena sekrecí ekrinních žláz, což může vysvětlovat mnohem vyšší pH povrchu kůže, ve srovnání s lidskou kůží. Průměrná hodnota pH lidské kůže se pohybuje v rozmezí 4,1–5,8, zatímco u psů se tato hodnota pohybuje mezi 6 až 7 [29;30].

Na Obrázku 4 jsou znázorněny odlišnosti psí kůže od lidské, kde je nejen patrná rozdílnost v její tloušťce, ale také v množství vlasových folikul. Z obrázku je také patrné množství ekrinních a apokrinních žláz, kdy u psí pokožky ekrinní žlázy nejsou přítomny.



Obrázek 4 Srovnání psí a lidské kůže

(zdroj: [31]–upraveno)

3.5.4 Veterinární kosmetika

Vzhledem k odlišné stavbě a fyziologii zvířecí kůže je nezbytné při péči o ni používat výhradně přípravky, které respektují její specifické potřeby. Ačkoliv je humánní kosmetika pro lidi šetrná, pro zvířata může být nevhodná či dokonce škodlivá, a to zejména díky odlišnosti pH produktů. Šampony určené pro lidi s kyselějším pH by mohly narušit ochrannou lipidovou vrstvu pokožky a vyvolat podráždění, svědění a zvířecí kůže by tak byla náchylnější. U zvířat trpících alergiemi nebo atopickým ekzémem může nesprávně zvolený přípravek výrazně zhoršit jejich stav. Proto je při vývoji veterinární kosmetiky důležité volit složení, které kůži nejen čistí, ale zároveň podporuje její přirozenou regeneraci a bariérovou funkci. Také vzhledem k tomu, že existují stovky různých plemen, nejen psů, ale i koček a koní, existují také různé druhy srstí. Srst se mezi jednotlivými plemeny liší nejen svou délkou a hustotou, ale i strukturou, což má zásadní vliv na volbu potřebné péče. Zatímco některá zvířata vyžadují časté mytí, ale o jejich srsti není třeba se nějak speciálně starat, jiná naopak potřebují důkladnější péči ve spojitosti s hydratací a ochranou citlivé pokožky pod srstí [30].

Veterinární kosmetika však nezaujímá pro pravidelnou péči o zvířata pouze šampony a kondicionéry pro specifické typy srstí, ale také ostatní produkty. Tato péče zahrnuje například koupání, stříhání drápů, čištění uší a úpravu srsti a je tak důležitá nejen z hlediska

vzhledu, ale zejména jako prevence zdravotních obtíží. Zplstnatělá srst může způsobit podráždění kůže, zhoršení krevního a lymfatického oběhu, a v krajních případech dokonce i poškození měkkých tkání. Přerostlé drápy mohou negativně ovlivnit držení těla, způsob chůze a vést k bolestivým poraněním tlapek. Nedostatečná péče o zvíře tak může mít vážné dopady na jeho zdraví i celkovou pohodu, a proto je důležité přizpůsobit tuto péči individuálním potřebám daného plemene i aktuálnímu stavu kůže a srsti [32].

Na trhu existuje spousta produktů v péči o zvířata, která může být často označována jako veterinární kosmetika, avšak zdaleka ji není tolik jako kosmetiky určené pro lidi. Do veterinární kosmetiky se řadí nejčastěji šampony a kondicionéry, ale patří zde také spreje na rozčesávání srsti, roztoky k čištění očního okolí a uší, zubní pasty, parfémy, ochranné masky či krémy na polštářky tlapek [33].

Přestože jsou kolagenní hydrolyzáty v kosmetice pro lidi využívány poměrně často, v oblasti veterinární kosmetiky není mnoho produktů, které by ve svém složení měly právě hydrolyzáty kolagenu. Produkty, které ve svém složení obsahují kolagen jsou nejčastěji šampony, kondicionéry a spreje na srst. V takových produktech kolagen přispívá k hydrataci pokožky, podporuje její pružnost a regeneraci po podráždění a také zlepšuje vzhled srsti tím, že podporují její lesk, pružnost a omezení lámavosti [33].

Častěji používanou složkou v takových produktech je hydrolyzovaný keratin. Tento strukturální protein je nejčastěji získáván z ovčí vlny a v kosmetice je využíván zejména pro své kondicionační a regenerační účinky. Stejně tak jako kolagenní hydrolyzáty, je hydrolyzovaný keratin v produktech také ve formě menších peptidů, které lépe pronikají do struktury vlasů a kůže. Keratin obecně pomáhá posilovat vlasovou strukturu tak, že zvyšuje jejich odolnost a zlepšuje lesk a pružnost. Na pokožku působí příznivě díky zvláčňujícím a hydratačním účinkům, čímž přispívají k lepší elasticitě a hebkosti kůže. Tyto vlastnosti z něj činí vhodnou složkou i pro veterinární kosmetiku. Složky v šamponech a kondicionérech, které také ovlivňují zdravý vzhled pokožky a srsti jsou například i hydrolyzované hedvábní nebo hydrolyzovaný pšeničný protein [33].

Příklad šamponu obsahující ve svém složení hydrolyzovaný kolagen, keratin a hedvábný protein je znázorněn na Obrázku 5.



Obrázek 5 SO POSH Hluboce hydratační šampon Fantastic pro všechny typy srsti

(zdroj: [34])

Složení šamponu SO POSH:

Aqua, čistící prostředek na kokosové bázi, řepkový olej, hedvábný protein, vitamín E, glycerin, bio keratin, hydrolyzovaný mořský kolagen, vůně, konzervační látka [34].

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 CÍL PRÁCE

Cílem praktické části této bakalářské práce bylo v první řadě provést základní charakteristiku vybraných komerčních veterinárních přípravků, konkrétně šamponů určených převážně pro psy. Na základě této analýzy pak sestavit vlastní receptury přípravků stejného typu a následně do nich zakomponovat různé druhy kolagenních hydrolyzátů. U takto připravených vzorků šamponů provést rovněž jejich charakteristiku a v neposlední řadě je porovnat s vybranými komerčními produkty dostupnými na našem trhu.

5 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

5.1 Použité pomůcky a zařízení

- laboratorní sklo
- exsikátor
- lžičky
- stříčky
- kahan
- pinzety
- míchadla
- plastová kapátka
- mikropipeta a pipetovací špičky
- parafilm M PM-996 (USA)
- pipetovací balónky
- Wilhelmyho destička
- analytické váhy Nimbus Adam Equipment NBL 254i (Velká Británie)
- vpichový pH metr PH60S – Z (Apera Instruments, USA)
- sušárna ULP 400 (Mettler, Německo)
- tenziometr EasyDyne K20 (Krüss, Německo)
- Dogatkinovy přístroje a vzorky vepřové kůže
- pH metr InoLab pH 7110 BNC (Xylem Analytics, Německo)
- elektroda Ionic Surfactant 6.0507.120 (Metrohm, ČR)
- elektroda argentchloridová referentní 10-20+ (ED, spol. s.r.o.)
- Drop Angle Meter DM 300 (Courage & Khazaka electronics, Německo)
- magnetické míchadlo s ohřevem MR Hei-Standard (Heidolph Instruments, Německo)

5.2 Použité chemikálie

- demineralizovaná voda
- komerční šampony: (SHAMPOO cedar wood, sensitive, Furnatura, ČR), (Puppy shampoo VetExpert, ČR), (Pantenol šampon pro psy, TOPVET, ČR), (Extra šetrný šampon, ALAVIS, ČR), (Natural Shampoo for Dogs, EURONA by CERNY, ČR), (SHAMPOO for DOGS, MY friend, Polsko)
- ethanol 96 % (VWR, Francie)
- sodium dodecyl sulfate 99 % (SDS Sigma – Aldrich, USA)
- 1,3-didecyl-2-methylimidazolium chlorid (Tegotrant A)
- Methanol, aceton
- pufr o pH 3
- poly(ethyenglykol terc-oktylfenyl ether) (Triton X-100)
- polyvinylalkohol
- $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
- tetrafenylboritan sodný (NaTPB)
- kolagenní hydrolyzáty z kuřecích žaludků, jeleních šlach a rybího odpadu
- coco glukoside 100 % (Kosmetické suroviny, ČR)
- sodium laureth sulfate Spolapon (SLES) AES 242/70 70 % (Enaspol, ČR)
- Flavol KDA 40 % (Enaspol, ČR)
- Alfonal KD UN 3082 80 % (Enaspol, ČR)
- Glycerol bezvodý p.a. (Petr Indrák, ČR)
- sodium lauroyl sarkosinate 97 % (Sigma Aldrich, Německo)
- Cosmocil CQ (ARXADA AG, Switzerland)
- methylcelulosa
- NaCl (Ing. Petr Lukeš, ČR)
- kyselina citronová

5.3 Charakterizace komerčních přípravků

Pro charakterizaci a stanovení základních vlastností bylo pro experimentální část této práce vybráno 7 komerčně dostupných šamponů určených pro zvířata, jejichž názvy včetně výrobce a označení vzorku jsou uvedeny v Tabulkách 1–7. Detailnější popis v podobě INCI složení je uveden vždy pod příslušnou tabulkou každého vzorku šamponu. Tyto vzorky byly následně podrobeny základní analýze viz dále.

Tabulka 1 Popis komerčního šamponu (vzorek A)

Název přípravku	Výrobce	Označení vzorku
SHAMPOO cedar wood	Furnatura, ČR	A

INCI složení komerčního šamponu vzorku A (viz Obrázek 6):

Aqua, Cocamidopropyl Betaine, Sodium Lauroyl Sarcosinate, Coco Glucoside, Sodium Chloride, Glyceryl Laurate, Avena Sativa Kernel Oil, Hydrolyzed Keratin, Cedrus Deodara Wood Oil, Panthenol, Olea Europaea Leaf Extract, Glycerin, Benzyl Alcohol, Potassium Sorbate, Sodium Benzoate, Citric Acid [35].



Obrázek 6 Furnatura SHAMPOO cedar wood

(zdroj: vlastní)

Tabulka 2 Popis komerčního šamponu (vzorek B)

Název přípravku	Výrobce	Označení vzorku
SHAMPOO sensitive	Furnatura, ČR	B

INCI složení komerčního šamponu vzorku B (viz Obrázek 7):

Aqua, Cocamidopropyl Betaine, Glycerin, Disodium Cocoyl Glutamate, Sodium Cocoamphoacetate, Panthenol, Sodium Chloride, Coco Glucoside, Glyceryl Stearates, Sodium Lauroyl Sarcosinate, Avena Sativa Meal Extract, Avena Sativa Kernel Oil, Calendula Officinalis Flower Extract, Rosmarinus Officinalis Leaf Extract, Lavandula Angustifolia Oil, Benzyl Alcohol, Propylene Glycol, Potassium Sorbate, Sodium Benzoate, Citric Acid [36].



Obrázek 7 Furnatura SHAMPOO sensitive pro citlivé psy a štěňata

(zdroj: vlastní)

Tabulka 3 Popis komerčního šamponu (vzorek C)

Název přípravku	Výrobce	Označení vzorku
Puppy shampoo	VetExpert, ČR	C

INCI složení komerčního šamponu vzorku C (viz Obrázek 8):

Aqua, Sodium Lauroyl Sarcosinate, Cocamidopropyl Betaine, PEG-90 Glyceryl Isostearate, Glycerin, Panthenol, Polysorbate 20, Aloe Barbadensis Leaf Juice, Allantoin, Keratin, Hydrolyzed Keratin, Avena Sativa Kernel Extract, Lanolin, Laureth-2, Sodium Chloride, Magnesium Chloride, Magnesium Nitrate, Methylchloroisothiazolinone, Methylisothiazolinone, Phenoxyethanol, Sodium Benzoate, Potassium Sorbate, Citric Acid, BHT.



Obrázek 8 VetExpert Puppy shampoo pro štěňata a koťata

(zdroj: vlastní)

Tabulka 4 Popis komerčního šamponu (vzorek D)

Název přípravku	Výrobce	Označení vzorku
Pantenol šampon pro psy	TOPVET, ČR	D

INCI složení komerčního šamponu vzorku D (viz Obrázek 9):

Aqua, Sodium Laureth Sulfate, Cocamidopropyl Betaine, Panthenol, Biosaccharide Gum-1, Polyquaternium-7, Coco-Glucoside, Cottonseed Oil Glyceereth-8 Esters, Sodium PEG-7- Olive Oil Carboxylate, C12-15 Alkyl Lactate, Styrene/Acrylates Copolymer, Sericin, PEG/PPG-120/10 Trimethylopropane Trioleate, Laureth-2, Phenoxyetanol, Benzyl Alcohol, Sodium Benzoate, Potassium Sorbate [37].



Obrázek 9 TOPVET Pantenol šampon pro psy

(zdroj: vlastní)

Tabulka 5 Popis komerčního šamponu (vzorek E)

Název přípravku	Výrobce	Označení vzorku
Extra šetrný šampon	ALAVIS, ČR	E

INCI složení komerčního šamponu vzorku E (viz Obrázek 10):

Aqua, Sodium Cocoamphoacetate, Sodium Laureth Sulfate, Disodium Laureth, Sulfosuccinate, Glycereth-2 Cocoate, Aloe Barbadensis Extract, Canabis Sativa Seed Oil, PEG Rapeseedamide, Sodium Hydroxide, Diazolidinyl Urea, Methylparaben, Sodium Chloride, Disodium EDTA, Citric Acid, Parfum [38].



Obrázek 10 ALAVIS Extra šetrný šampon pro psy, kočky a koně

(zdroj: vlastní)

Tabulka 6 Popis komerčního šamponu (vzorek F)

Název přípravku	Výrobce	Označení vzorku
Natural Shampoo for Dogs	EURONA by CERNY, ČR	F

INCI složení komerčního šamponu vzorku F (viz Obrázek 11):

Aqua, Sodium C14-16 Olefin Sulfonate, Cocamidopropyl Betaine, Coco Glucoside, Sodium Chloride, Benzyl Alcohol, Ethylhexylglycerin, Tocopherol, Plantago Lanceolata Leaf Extract, Mentha Arvensis Leaf Oil, Mentha Piperita Oil, Cymbopogon Citratus Leaf Oil, Melissa Officinalis Leaf Oil, Aloe Barbadensis Leaf Juice Powder, Lactic Acid.



Obrázek 11 EURONA by CERNY Natural Shampoo for Dogs

(zdroj: vlastní)

Tabulka 7 Popis komerčního šamponu (vzorek G)

Název přípravku	Výrobce	Označení vzorku
SHAMPOO for DOGS	My friend, Polsko	G

INCI složení komerčního šamponu vzorku G (viz Obrázek 12):

Aqua, Sodium Laureth Sulfate, Cocamidopropyl Betaine, Propylene Glycol/ Cistus Incanus Extract, Propylene Glycol/ Tanacetum Vulgare Extract, Coco-Glucoside/ Glyceryl Oleate, Propanediol, Sodium Chloride, PEG-7 Glyceryl Cocoate, Polyquaternium-7, Sodium Benzoate, Parfum, Potassium Sorbate, Tetrasodium EDTA, Hexyl Cinnamal.



Obrázek 12 My friend SHAMPOO for DOGS

(zdroj: vlastní)

5.3.1 Stanovení obsahu sušiny šamponů

Stanovení obsahu sušiny vybraných komerčních šamponů (vzorky A až G) probíhalo tak, že do předem zvážených a vysušených váženek byly naváženy 4 g šamponu (s přesností na 0,0001 g). Váženky byly dále sušeny v sušárně při teplotě 105 ± 1 °C po dobu šesti hodin. Obsah sušiny byl následně vypočítán dle vztahu (1). Všechna stanovení byla provedena 3x vedle sebe.

$$\text{Obsah sušiny [\%]} = \frac{m_s}{m_n} \cdot 100 \quad (1)$$

Kde:

m_s – hmotnost vysušeného vzorku [g];

m_n – hmotnost navážky vzorku před vysušením [g].

5.3.2 Měření povrchového napětí

Pro měření povrchového napětí komerčních šamponů byly připraveny jejich 1% roztoky a to tak, že byl vždy navážen 1 g příslušného šamponu do 50ml kádinky. Toto bylo rozpuštěno v malém množství demineralizované vody. Následně kvantitativně převedeno do 100ml odměrné baňky a doplněno po rysku. Povrchové napětí bylo měřeno na tenziometru EasyDyne K20 (Krüss, Německo). Tenziometr byl v první řadě zapnut, poté kalibrován na demineralizovanou vodu, jejíž povrchové napětí činilo $71,90 \pm 0,02$ mN·m⁻¹. Do misky byl přelit vzorek roztoku příslušného šamponu tak, aby nedošlo k vytvoření nežádoucích bublin a pěny. Vzorek roztoku šamponu byl následně umístěn na tenziometr, Wilhelmyho destička byla opláchnuta demineralizovanou vodou a následně acetonem, poté vyžihána, ponechána k vychladnutí a dále byla umístěna na háček tenziometru. Po ustálení destičky byla miska se vzorkem pomocí šroubu s posuvem přisunuta tak, aby byla destička co nejbližší u hladiny vzorku. Bylo změřeno povrchové napětí, kdy z displeje byly následně zapsány hodnoty povrchového napětí, teplota a chyba měření. Pro každý vzorek byly měřeny tři hodnoty povrchového napětí, ze kterých byl následně vypočítán aritmetický průměr. Mezi všemi měřeními byla Wilhelmyho destička vždy řádně opláchnuta a vyžihána.

5.3.3 Měření pH

Měření pH jednotlivých vzorků komerčních šamponů probíhalo vždy tak, že vlastní pH bylo měřeno jednak u samotných šamponů a jednak u jejich 1% roztoků pomocí pH metru

PH60-Z Smart (Apera Instruments, USA). Měřena byla vždy 1 hodnota pH a po ustálení hodnoty na displeji přístroje tato zapsána.

5.3.4 Potenciometrické stanovení anionických tenzidů

Pro stanovení množství anionických tenzidů neboli anionických povrchově aktivních látek, v komerčních šamponech byly provedeny potenciometrické titrace.

V první řadě byla provedena standardizace titračního činidla Tegotrantu A pomocí standardního roztoku dodecylsulfátu sodného (SDS). Nejdříve bylo připraveno titrační činidlo navážením vypočteného množství Tegotrantu A (s přesností na 0,0001 g) dle vztahu (2), jeho kvantitativním převedením do odměrné baňky o objemu 500 ml a následným rozpuštěním a doplněním demineralizovanou vodou po rysku.

$$m = c \cdot V \cdot M \quad (2)$$

Kde:

m – navážka Tegotrantu A [g];

c – koncentrace titračního činidla [$0,005 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$];

V – objem titračního činidla [0,5 l];

M – molární hmotnost Tegotrantu A [$399,1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$].

Dále byl připraven standardní roztok SDS, a to stejným způsobem jako titrační činidlo, avšak jeho navážka vypočtena dle vztahu (3).

$$n = c \cdot M \cdot \frac{100}{a} \cdot V \quad (3)$$

Kde:

n – navážka SDS [g];

c – koncentrace roztoku [$0,005 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$];

M – molární hmotnost SDS [$288,38 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$];

a – obsah aktivní látky (SDS) [99 %];

V – objem roztoku [0,05 l].

Samotná standardizace byla provedena tak, že do kádinky o objemu 150 ml bylo odpipetováno 10 ml standardního roztoku SDS, přidáno 5 ml methanolu, 10 ml pufru o pH 3 a přibližně 50 ml demineralizované vody. Do takto připravené kádinky, která byla umístěna

na magnetické míchadlo byla zasunuta argentschloridová referenční elektroda a měrná elektroda. Příslušný pH-metr byl následně přepnut do módu pro měření napětí. Titrace standardizace probíhaly tak, že do kádinky bylo z byrety po 0,5 ml přikapáváno titrační činidlo (Tegotrant A), kdy po každém přidavku byla po ustálení odečtena hodnota napětí na displeji pH-metru. Takto získané hodnoty byly následně vyneseny do grafu a byla vypočtena první derivace pro zjištění spotřeby v bodu ekvivalence. Všechny titrace byly provedeny 3x vedle sebe, kdy první z nich byla vždy brána jako orientační, pro zjištění přibližného bodu ekvivalence. Z naměřených hodnot standardizace byl dle rovnice (4) vypočten titr, který byl poté použit v samotných výpočtech pro zjištění množství anionických tenzidů v daném vzorku komerčního šamponu.

$$T = \frac{V_{\text{SDS}}}{a} \quad (4)$$

Kde:

T – titr [l];

V_{SDS} – množství titrovaného SDS o přesné koncentraci $c = 0,005 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$ [10 ml];

a – spotřeba titračního činidla zjištěná z titrační křivky [ml].

Po standardizaci titračního činidla bylo provedeno samotné stanovení anionických tenzidů v komerčních šamponech. Všechny titrace komerčních šamponů byly provedeny stejně jako v případě standardizace s tím rozdílem, že místo 10 ml SDS bylo odpipetováno 10 ml předem připraveného 1% roztoku konkrétního vzorku šamponu o objemu 100 ml. Pro každý šampon byly provedeny rovněž tři titrace, kdy první z nich sloužila jako orientační. Z naměřených hodnot bylo následně vypočteno množství anionických povrchově aktivních látek pomocí následujícího vztahu (5).

$$A = \frac{a \cdot c \cdot T \cdot 100}{n} \cdot f \quad (5)$$

Kde:

A – množství povrchově aktivních látek [mmol/100 g vzorku];

a – spotřeba titračního činidla zjištěná z maxima křivky 1. derivace [ml];

c – koncentrace titračního činidla [$0,005 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$];

T – titr [l];

n – navážka vzorku [g];

f – zředovací faktor [1].

Následně bylo toto množství přepočteno na obsah vyjádřený v procentech na 100 g vzorku pouhým vynásobením molární hmotností anionického tenzidu zjištěného z INCI složení přípravku.

5.3.5 Potenciometrické stanovení neionických tenzidů

Množství neionických tenzidů v komerčních šamponech bylo rovněž zjištěno využitím potenciometrických titrací.

Nejprve byly připraveny všechny potřebné roztoky k titracím a to tak, že byly vypočteny všechny navážky dle vzorce (2). Ty byly následně rozpuštěny v malém množství demineralizované vody a kvantitativně převedeny do odměrných baněk požadovaných objemů a doplněny po rysku. Takto bylo připraveno titrační činidlo NaTPB (tetrafenylboritanu sodného) do 250ml odměrné baňky, roztok Tritonu X-100 do 100ml odměrné baňky, roztok $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ do 500ml odměrné baňky a 1% roztok polyvinylalkoholu do 200ml odměrné baňky. V případě stanovení neionických tenzidů bylo potřeba provést standardizaci, tentokrát titračního činidla NaTPB, pomocí Tritonu X-100. Do kádinky bylo odpipetováno 25 ml roztoku Tritonu X-100, 10 ml roztoku $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 5 ml 1% roztoku polyvinylalkoholu a doplněno demineralizovanou vodou na celkový objem 100 ml. Postup titrace při standardizaci probíhal stejně jako u stanovení anionických tenzidů s tím rozdílem, že bylo titrováno roztokem NaTPB. Titr byl následně vypočten dle následujícího vzorce (6).

$$T = \frac{m \cdot 1000}{a} \quad (6)$$

Kde:

T – titr [$\text{mg} \cdot \text{ml}^{-1}$];

m – množství vzorku odebraného k titraci [g];

a – spotřeba titračního činidla zjištěná z maxima křivky 1. derivace [ml].

Při stanovení neionických tenzidů byly rovněž použity 1% roztoky komerčních šamponů. Do kádinky bylo vždy odpipetováno 10–15 ml tohoto 1% roztoku a přidáno 10 ml roztoku $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 5 ml 1% roztoku polyvinylalkoholu a doplněno demineralizovanou vodou na celkový objem 100 ml. Titrace byly následně provedeny stejně jako v případě standardizace. Výsledný obsah neionických tenzidů byl vypočten dle vzorce (7).

$$\% [S] = \frac{a \cdot T}{10 \cdot m} \quad (7)$$

Kde:

S – obsah neionických tenzidů [%];

a – spotřeba titračního činidla zjištěná z maxima křivky 1. derivace [ml];

T – titr [mg·ml⁻¹];

m – množství vzorku použitého k titraci [g].

5.3.6 Hodnocení intenzity působení povrchově aktivních látek na kůži

Hodnocení intenzity působení povrchově aktivních látek na kůži bylo stanovováno pomocí Dogatkinových přístrojů (viz Obrázek 13). Pro stanovení intenzity působení těchto látek na kůži bylo nezbytné v první řadě ze všech vzorků šamponů připravit 0,5% roztoky do odměrných baněk o objemu 100 ml. Následně bylo nezbytné připravit vepřovou kůži na tělíska o rozměru 1,5 x 1,5 cm, a to pro každý testovaný vzorek šamponu. Vzorky vepřové kůže byly následně zváženy (s přesností na 0,0001 g) a jejich hmotnost upravena na stejnou hodnotu. Následně došlo k naplnění jednotlivých Dogatkinových přístrojů, jak demineralizovanou vodou, tak i jednotlivými roztoky šamponů. Do takto naplněných Dogatkinových přístrojů byly vloženy jednotlivé vzorky kůže. V půlhodinových časových intervalech po dobu 4 hodin byla příslušná kapalina pomalu přepuštěna a ze stupnice odečten její úbytek.



Obrázek 13 Naplněné Dogatkinovy přístroje roztoky šamponů

(zdroj: vlastní)

Pro výpočet objemové změny roztoku musela být stanovena ještě sušina vzorku vepřové kůže. Přibližně stejný vzorek kůže jako v případě Dogatkinových přístrojů byl zvážen v předem vysušené váženice a takto sušen při teplotě 105 ± 1 °C po dobu cca 6 hodin do konstantní hmotnosti. Po vysušení byl vzorek zvážen a sušina vypočtená pomocí vztahu (1), která byla však vyjádřena jako hmotnostní zlomek. Takto vypočtený hmotnostní zlomek sušiny bylo pro následující výpočty nutné přepočítat na hmotnost daného vzorku dle vztahu (8).

$$m_0 = w_s \cdot m_n \quad (8)$$

Kde:

m_0 – hmotnost daného vzorku přepočteného na sušinu [g];

w_s – hmotnostní zlomek sušiny [1];

m_n – hmotnost navážky vzorku před vysušením [g].

Následně byly vypočteny objemové změny botnacích roztoků, vztažené na hmotnost použitého vzorku dle vztahu (9).

$$V_N = \frac{k \cdot (h_s - h_0)}{m_0} \quad (9)$$

Kde:

V_N – objemová změna botnacího roztoku vztažená na hmotnost použitého vzorku [$\text{ml} \cdot \text{g}^{-1}$];

k – konstanta Dogatkinova přístroje;

h_0 – počáteční výška hladiny [ml];

h_s – rovnovážná výška hladiny po botnání [ml];

m_0 – hmotnost daného vzorku přepočteného na sušinu [g].

5.4 Příprava receptur

Receptury vývojových vzorků byly sestaveny na základě výsledků obsahu anionických a neionických povrchově aktivních látek potenciometrického stanovení u komerčních šamponů. Byly seskládány dvě základní receptury, které se od sebe lišily použitím různých typů tenzidů. U takto připravených vzorků jednotlivých receptur bylo změřeno pH, povrchové napětí, provedeno hodnocení intenzity působení povrchově aktivních látek na

kůži a změřen kontaktní úhel. Všechny naměřené hodnoty jsou zaznamenány níže ve výsledkové části.

Před samotnou přípravou vývojových vzorků bylo nejprve přepočítáno množství tenzidů přes jejich čistotu. Následně bylo vypočteno množství jednotlivých tenzidů pro přípravu vzorků o celkové hmotnosti 25 gramů. Složení těchto dvou receptur je uvedeno níže v Tabulce 8 a 9.

První vývojový vzorek šamponu pojmenovaný jako H byl připraven tak, že do kádinky o objemu 50 ml byly postupně na analytických vahách (s přesností na 0,0001 g) naváženy jednotlivé ingredience (kromě NaCl a kyseliny citronové), které jsou vypsány v Tabulce 8, včetně demineralizované vody. Kádinka s takto naváženými ingrediencemi a demineralizovanou vodou byla umístěna na magnetické míchadlo s ohřevem. Nejprve byl obsah lehce promíchán tak, aby nedošlo k vytvoření bublin nebo pěny a následně byl lehce zahříván, aby došlo převážně k rozpuštění SLES (sodium laureth sulfate) a vznikl tak homogenní roztok šamponu. Vzniklý roztok šamponu byl následně zahuštěn pomocí pevného NaCl na požadovanou konzistenci. Následně bylo změřeno pH a upraveno kyselinou citronovou tak, aby hodnota pH ležela v intervalu 6–7.

Tabulka 8 Receptura vývojového vzorku H

Ingredience	Obsah [%]	Čistota surovin [%]
SLES	7	70
Flavol KDA	2	40
Alfonal K	3	80
Glycerol	1	100
Cosmocil CQ	0,4	100
NaCl	qs	100
Kyselina citronová	qs	100
Demineralizovaná voda	ad 100	

Další receptura (viz Tabulka 9) přípravy vývojového vzorku č. 2, tentokrát pojmenovaného jako I, se lišila v látce sloužící ke zvýšení celkové viskozity formulace. Jelikož byla k tomuto účelu použita methylcelulosa, bylo nezbytné, aby se její vypočtené množství spolu s demineralizovanou vodou předem navážilo do 50ml kádinky a ponechalo se 24 hodin nabotnat. Poté byly další ingredience (kromě kyseliny citronové) naváženy k nabotnalé methylcelulose a pomocí magnetického míchadla rozmíchány. U takto připraveného vzorku šamponu byla změřena hodnota pH stejným způsobem jako u vzorku H.

Tabulka 9 Receptura vývojového vzorku I

Ingredience	Obsah [%]	Čistota surovin [%]
Sodium lauroyl sarcosinate	10	97
Coco glukoside	5	100
Flavol KDA	3	40
Glycerol	1	100
Cosmocil CQ	0,4	100
Methylcelulosa	2	100
Kyselina citronová	qs	100
Demineralizovaná voda	ad 100	

5.5 Příprava receptur s obsahem kolagenních hydrolyzátů

Pro přípravu vývojových vzorků šamponů s kolagenními hydrolyzáty byly použity tři druhy kolagenních hydrolyzátů připravených podle Hornové [39], konkrétně se jednalo o kolagenní hydrolyzát z kuřecích žaludků, jeleních šlach a rybího odpadu. Každý jeden druh kolagenního hydrolyzátu byl zakomponován jak do základní receptury H, tak i do základní receptury I s tím rozdílem, že bylo nutné upravit postup přípravy obou vzorků, a to kvůli charakteristickým vlastnostem hydrolyzátů, které ovlivňovaly povahu výsledného vzorku šamponu. Celkem tak byly připraveny 3 vzorky receptury I, kdy do každého vzorku byl zakomponován jeden ze tří druhů výše zmíněných kolagenních hydrolyzátů. Stejně tak byly připraveny i 3 vzorky receptury H. U takto připravených vzorků bylo rovněž změřeno pH, povrchové napětí, provedeno hodnocení intenzity působení povrchově aktivních látek na kůži a změřen kontaktní úhel.

Receptura H s obsahem kolagenního hydrolyzátu (viz Tabulka 10) byla vždy připravena tak, že do jedné kádinky o objemu 50 ml byl navážen konkrétní druh hydrolyzátu, ke kterému bylo přidáno poloviční množství z celkového množství demineralizované vody. Hydrolyzát byl ponechán k botnání po dobu přípravy druhé kádinky. Druhá kádinka byla připravena navážením zbylých ingrediencí (kromě NaCl a kyseliny citronové) a zbývajících množství demineralizované vody. Obsah kádinky s tenzidy byl na magnetickém míchadle s ohřevem mírně zahříván až do rozpuštění veškerých látek a vzniku homogenního roztoku šamponu. Zároveň byla také zahřívána i kádinka s hydrolyzátem a demineralizovanou vodou, aby bylo podpořeno rozpuštění, avšak velmi opatrně na teplotu přibližně 35 °C, aby nedošlo k denaturaci hydrolyzátu. Následně byly tyto dvě kádinky ochlazeny na laboratorní teplotu a rozpuštěný hydrolyzát přelit do kádinky s roztokem šamponu. Takto

vzniklý roztok šamponu s hydrolyzátem byl zahuštěn pomocí NaCl. Dále bylo, stejně jako u předchozích vzorků, změřeno pH a v případě nutnosti upraveno pomocí kyseliny citronové.

Tabulka 10 Receptura vývojového vzorku H s obsahem konkrétního druhu kolagenního hydrolyzátu

Ingredience	Obsah [%]	Čistota surovin [%]
SLES	7	70
Flavol KDA	2	40
Alfonal K	3	80
Glycerol	1	100
Cosmocil CQ	0,4	100
Hydrolyzát	0,5	70-85
NaCl	qs	100
Kyselina citronová	qs	100
Demineralizovaná voda	ad 100	

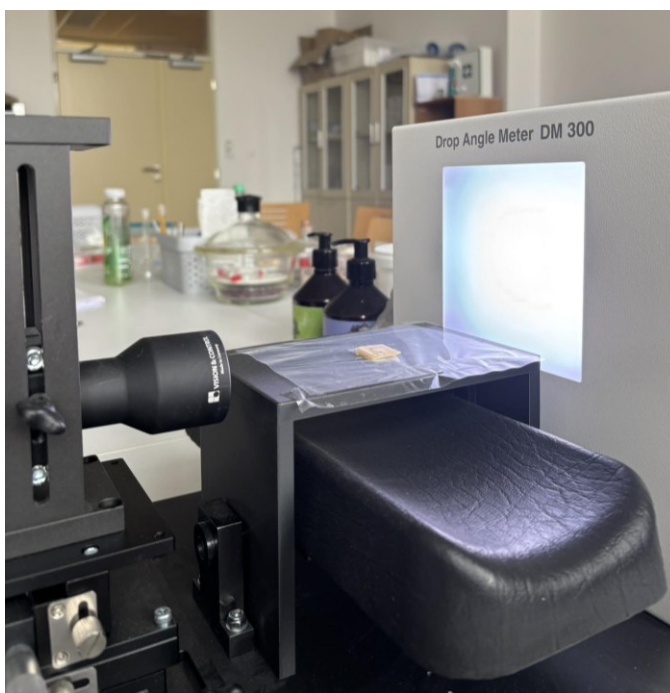
Receptura I s obsahem kolagenního hydrolyzátu (viz Tabulka 11) byla vždy připravena tak, že do kádinky o objemu 50 ml byla navážena jak methylcelulosa a demineralizovaná voda, tak i konkrétní druh hydrolyzátu a takto ponecháno k botnání po dobu 24 hodin v lednici. Tento postup byl zvolen kvůli zajištění optimální viskozity vzniklého vývojového vzorku šamponu. Z toho důvodu bylo nutné snížit celkové množství methylcelulosity, protože kolagenní hydrolyzát sám o sobě přispíval ke zvýšení viskozity. Následně byly do takto nabotnalé methylcelulosity s hydrolyzátem naváženy zbylé ingredience (kromě kyseliny citronové) a na magnetickém míchadle míchány až do rozpuštění všech ostatních surovin. U takto připraveného vývojového vzorku I bylo rovněž změřeno a upraveno pH (viz výše).

Tabulka 11 Receptura vývojového vzorku I s obsahem konkrétního druhu kolagenního hydrolyzátu

Ingredience	Obsah [%]	Čistota surovin [%]
Sodium lauroyl sarcosinate	10	97
Coco glukoside	5	100
Flavol KDA	3	40
Glycerol	1	100
Cosmocil CQ	0,4	100
Methylcelulosa	1,5	100
Hydrolyzát	0,5	70-85
Kyselina citronová	qs	100
Demineralizovaná voda	ad 100	

5.6 Měření kontaktního úhlu

Pro měření kontaktních úhlů komerčních šamponů a připravených receptur vývojových vzorků šamponů byl použit přístroj Drop Angle Meter DM 300 (viz Obrázek 14). Každé měření probíhalo na kousku vepřové kůže, která byla použita i při hodnocení intenzity působení povrchově aktivních látek na kůži (viz kapitola 5.3.6), tentokrát o rozměru přibližně 2 x 1 cm. Nejprve bylo nutné přístroj zkalibrovat na kapku demineralizované vody (Drop test), díky čemuž se nastavilo místo, do kterého bylo vždy pomocí mikropipety nadávkováno 40 μ l měřeného šamponu. Všechny výsledné hodnoty měření, včetně fotek kontaktních úhlů byly zaznamenány pomocí programu určenému k tomuto přístroji (Drop-Angle-Meter DM 300–1.0.0.7 Courage & Khazaka electronics GmbH).



Obrázek 14 Přístroj pro měření kontaktních úhlů vzorků šamponů

(zdroj: vlastní)

6 VÝSLEDKY A DISKUZE

Experimentální část této bakalářské práce se zabývala základní charakterizací vybraných komerčních šamponů, která spočívala ve stanovení obsahu pevných látek, měřením povrchového napětí a pH, potenciometrickým stanovením anionických a neionických tenzidů, hodnocením intenzity povrchově aktivních látek na kůži a v neposlední řadě měřením kontaktního úhlu. Dále přípravou dvou vlastních receptur šamponů nejprve bez a poté se zakomponováním tří různých druhů kolagenních hydrolyzátů. U takto připravených vzorků bylo rovněž změřeno povrchové napětí, pH, provedeno hodnocení intenzity působení povrchově aktivních látek na kůži a změřen kontaktní úhel.

6.1 Stanovení obsahu sušiny

Obsah pevných látek je důležitý z hlediska funkčnosti šamponu. Jestliže šampon obsahuje příliš málo pevných částic, může se jednat o přípravek, který se velmi rychle vymývá. Naopak vyšší procenta pevných látek mohou způsobit obtížnější vpravení přípravku do srsti a jeho následné vymytí. Proto by se tento obsah pevných látek měl pohybovat okolo 20–30 % [40].

Z tohoto důvodu bylo nutné provést u komerčních vzorků šamponů stanovení sušiny (viz kap. 5.3.1). Dle výsledných hodnot obsahu pevných látek (viz Tabulka 12) spadají do uvedeného intervalu pouze vzorky A a B. U ostatních vzorků, zvláště u vzorku G, u kterého toto množství bylo jednoznačně nejmenší, lze říci, že se může jednat o šampony se sníženou účinností.

Tabulka 12 Naměřené a stanovené hodnoty obsahu pevných látek v komerčních přípravcích

Vzorek šamponu	Měření	Sušina [%]	Průměr obsahu pevných látek [%]
A	1.	23,51	23,05
	2.	22,91	
	3.	22,72	
B	1.	26,90	26,97
	2.	26,94	
	3.	27,06	
C	1.	17,12	16,73
	2.	16,61	
	3.	16,47	

Vzorek šamponu	Měření	Sušina [%]	Průměr obsahu pevných látek [%]
D	1.	18,92	18,91
	2.	18,90	
	3.	18,92	
E	1.	19,20	19,24
	2.	19,23	
	3.	19,28	
F	1.	17,65	17,44
	2.	17,30	
	3.	17,38	
G	1.	12,51	12,48
	2.	12,45	
	3.	12,47	

6.2 Měření povrchového napětí

Přítomnost povrchově aktivních látek v čisticích přípravcích jako jsou i šampony, výrazně snižují povrchové napětí. Díky sníženému povrchovému napětí má pak daný přípravek lepší detergenční vlastnosti. Čím nižší jsou tyto hodnoty, tím silnější čisticí schopnost pak daný přípravek má, avšak příliš nízké povrchové napětí může na druhou stranu vykazovat určitou dráždivost vůči pokožce [41]. Naměřené hodnoty povrchového napětí komerčních šamponů (viz Tabulka 13) se pohybovaly od $24,93 \text{ mN}\cdot\text{m}^{-1}$ do $31,30 \text{ mN}\cdot\text{m}^{-1}$, přičemž nejnižší hodnota, která se zároveň nejvíce lišila od ostatních, byla naměřena u vzorku šamponu A.

Tabulka 13 Naměřené hodnoty povrchového napětí 1% roztoků komerčních šamponů

Vzorek šamponu	Měření	Povrchové napětí [$\text{mN}\cdot\text{m}^{-1}$]	Směrodatná odchylka měření [$\text{mN}\cdot\text{m}^{-1}$]	Teplota při měření [$^{\circ}\text{C}$]	Průměr povrchového napětí [$\text{mN}\cdot\text{m}^{-1}$]
A	1.	24,90	0,01	26,70	24,93
	2.	24,90	0,02	26,70	
	3.	25,00	0,01	26,70	
B	1.	31,60	0,04	26,60	31,30
	2.	31,20	0,04	26,70	
	3.	31,10	0,03	26,70	
C	1.	28,60	0,01	26,80	28,60
	2.	28,70	0,02	26,70	
	3.	28,50	0,03	26,70	
D	1.	29,40	0,02	26,80	29,47
	2.	29,50	0,01	26,70	
	3.	29,50	0,01	26,90	

Vzorek šamponu	Měření	Povrchové napětí [mN·m ⁻¹]	Směrodatná odchylka měření [mN·m ⁻¹]	Teplota při měření [°C]	Průměr povrchového napětí [mN·m ⁻¹]
E	1.	30,90	0,01	29,50	31,00
	2.	31,00	0,01	29,60	
	3.	31,10	0,01	29,70	
F	1.	29,10	0,01	29,90	29,37
	2.	29,50	0,01	30,00	
	3.	29,50	0,01	30,10	
G	1.	29,70	0,03	30,10	29,83
	2.	29,90	0,02	30,30	
	3.	29,90	0,02	30,30	

Při přípravě vlastních vývojových vzorků šamponů bylo cílem, aby hodnoty povrchového napětí byly podobné hodnotám komerčních šamponů.

Dle Tabulky 14 receptura I vykazovala nepatrně menší hodnoty oproti receptuře H a to i s obsahy kolagenních hydrolyzátů. Obě připravené receptury se však nejvíce svým povrchovým napětím blížily komerčnímu šamponu vzorku C.

Tabulka 14 Naměřené hodnoty povrchového napětí 1% roztoků vzorků připravených receptur

Vzorek šamponu	Měření	Povrchové napětí [mN·m ⁻¹]	Směrodatná odchylka měření [mN·m ⁻¹]	Teplota při měření [°C]	Průměr povrchového napětí [mN·m ⁻¹]
H	1.	28,40	0,01	27,90	28,47
	2.	28,40	0,09	28,10	
	3.	28,60	0,01	28,10	
H – kuřecí	1.	28,40	0,02	27,60	28,57
	2.	28,60	0,01	27,80	
	3.	28,70	0,01	27,80	
H – jelení	1.	28,60	0,00	27,90	28,73
	2.	28,80	0,01	27,90	
	3.	28,80	0,02	27,90	
H – rybí	1.	28,50	0,03	28,10	28,53
	2.	28,60	0,02	28,10	
	3.	28,50	0,01	28,20	
I	1.	27,60	0,00	27,70	27,57
	2.	27,50	0,00	28,00	
	3.	27,60	0,01	27,80	
I – kuřecí	1.	27,70	0,01	28,00	27,77
	2.	27,90	0,01	27,90	
	3.	27,70	0,00	28,00	

Vzorek šamponu	Měření	Povrchové napětí [mN·m ⁻¹]	Směrodatná odchylka měření [mN·m ⁻¹]	Teplota při měření [°C]	Průměr povrchového napětí [mN·m ⁻¹]
I – jelení	1.	27,30	0,01	28,00	27,30
	2.	27,40	0,01	27,90	
	3.	27,20	0,00	28,20	
I – rybí	1.	27,70	0,01	28,10	27,63
	2.	27,60	0,01	28,10	
	3.	27,60	0,02	28,30	

6.3 Měření pH

Z fyziologického a anatomického hlediska se kůže domácích mazlíčků, konkrétně psů, značně odlišuje od té lidské. Psí kůže je více zásaditější a tenčí, potní žlázy se vyskytují pouze na polštářcích tlapek a nosní houbě a kůže má obecně vyšší hustotu vlasových folikulů. Tyto aspekty se pak musejí brát v potaz při vývoji šamponů určených nejen pro psy, ale i pro ostatní zvířata [29;42].

Rozmezí hodnot pH šamponů určených pro psy se značně lišilo od šamponů určených pro lidi, stejně tak jako hodnota pH lidské a psí kůže. Z toho důvodu by se pH hodnoty samotných psích šamponů měly pohybovat mezi hodnotami pH 6–7 [29;42].

Naměřené hodnoty pH komerčních šamponů a jejich roztoků (viz Tabulka 15) se pohybovaly mezi hodnotami 5,45–6,99, kdy nejnižší pH bylo naměřeno u šamponu G a jako jediný tak nespadá do intervalu pH hodnot, které by šampony pro psy, ale i ostatní zvířata, měly mít. Takto nízké pH jako v případě vzorku G by mohlo na psí kůži způsobit kožní nerovnováhu, kdy by kůže mohla být více citlivější vůči vnějším podmínkám [29].

Tabulka 15 Naměřené hodnoty pH komerčních šamponů

Vzorek šamponu	pH šamponu [-]	pH 1% roztoku [-]
A	6,67	6,66
B	6,68	6,68
C	6,67	6,64
D	6,70	6,65
E	6,77	6,59
F	6,99	6,98
G	5,45	5,78

Hodnoty pH připravených vývojových vzorků (viz Tabulka 16) byly upraveny pomocí kyseliny citronové (viz kap. 5.4.–5.5.) tak, aby se jejich pH pohybovalo v rozmezí od 6 do 7 a nebyla tak narušena přirozená kožní bariéra psů.

Tabulka 16 Naměřené pH hodnoty připravených vzorků šamponů

Vzorek šamponu	pH šamponu [-]
H	6,68
H – kuřecí KH	6,71
H – jelení KH	6,64
H – rybí KH	6,70
I	6,80
I – kuřecí KH	6,79
I – jelení KH	6,68
I – rybí KH	6,71

6.4 Potenciometrické stanovení anionických tenzidů

Pro stanovení anionických tenzidů v komerčních vzorcích šamponů bylo nutné provést nejprve standardizaci titračního činidla a následně provést samotné titrace roztoků vzorků šamponů. Standardizace i samotné titrace byly vyhodnoceny vždy pomocí vypočtených hodnot 1. derivace, která sloužila ke zjištění spotřeby titračního činidla v bodu ekvivalence. Tato spotřeba poté sloužila jak k výpočtu titru u standardizace, tak k výpočtu samotných obsahů anionických tenzidů.

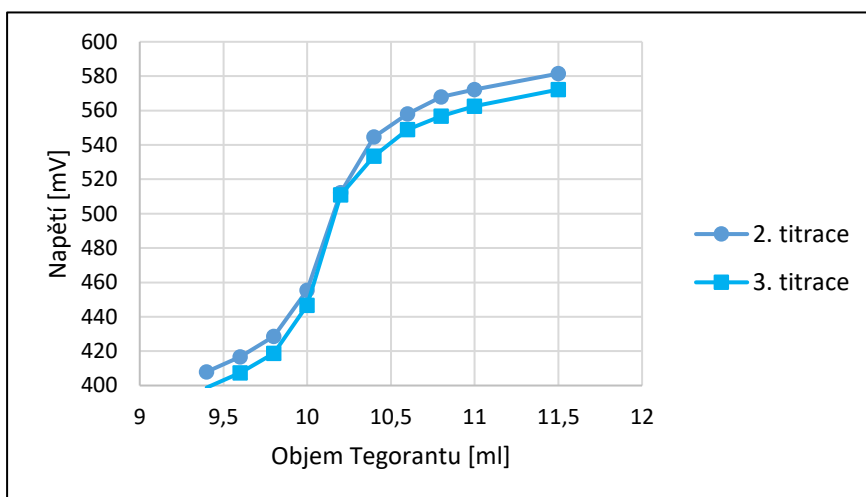
6.4.1 Standardizace titračního činidla

Standardizace titračního činidla Tegotrantu A probíhala pomocí standardního roztoku SDS. Nejprve byla provedena 1. titrace, která byla použita pro přibližné určení bodu ekvivalence. Pomocí 2. a 3. titrace byl zjištěn bod ekvivalence tak, že v okolí tohoto bodu bylo přidáváno titrační činidlo po 0,2 ml a po každém přidavku byla odečtena příslušná hodnota napětí (viz Tabulka 17).

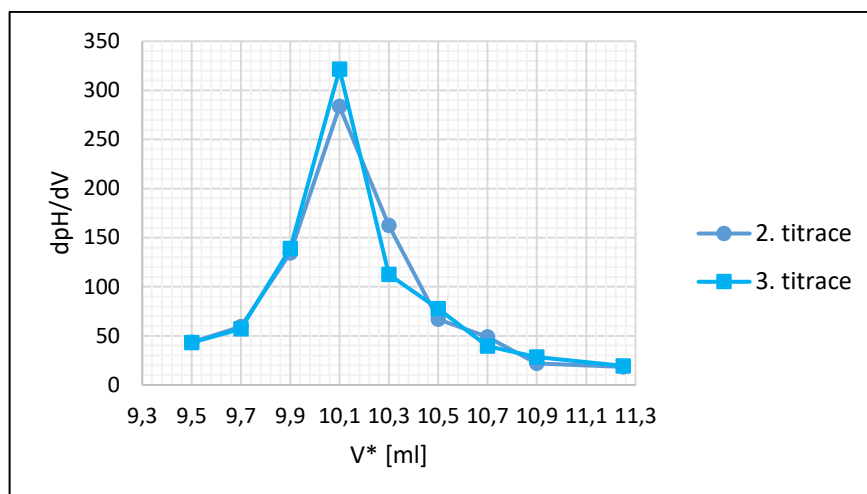
Takto získané hodnoty objemu a napětí byly vyneseny do grafu (viz Obrázek 15). Následně byly vypočteny hodnoty 1. derivace (viz Tabulka 17) a ty rovněž vyneseny do grafu (viz Obrázek 16), který následně sloužil k zjištění spotřeby titračního činidla v bodu ekvivalence.

Tabulka 17 Naměřené hodnoty napětí na objemu přídatku titračního činidla při 2. a 3. titraci standardizace Tegorantu A a vypočtené hodnoty 1. derivací

Body titrační křivky 2. titrace		Body křivky 1. derivace		Body titrační křivky 3. titrace		Body křivky 1. derivace	
Objem [ml]	Napětí [mV]	V* [ml]	dpH/dV	Objem [ml]	Napětí [mV]	V* [ml]	dpH/dV
9,4	408,0	9,5	43,5	9,4	398,8	9,5	43,0
9,6	416,7	9,7	59,5	9,6	407,4	9,7	57,0
9,8	428,6	9,9	134,5	9,8	418,8	9,9	139,0
10,0	455,5	10,1	283,5	10,0	446,6	10,1	321,5
10,2	512,2	10,3	162,5	10,2	510,9	10,3	112,5
10,4	544,7	10,5	67,0	10,4	533,4	10,5	77,5
10,6	558,1	10,7	49,0	10,6	548,9	10,7	39,5
10,8	567,9	10,9	22,0	10,8	556,8	10,9	28,5
11,0	572,3	11,25	18,4	11,0	562,5	11,25	19,4
11,5	581,5			11,5	572,2		



Obrázek 15 Graf závislosti napětí na objemu titračního činidla při 2. a 3. titraci standardizace Tegorantu A



Obrázek 16 Grafické vyhodnocení 1. derivací 2. a 3. titrace standardizace Tegotrantu A pro určení bodu ekvivalence

Z grafu, který je znázorněn na Obrázku 16 byl bod ekvivalence stanoven na 10,1 ml z toho důvodu, že tato spotřeba odpovídá maximu z křivek 2. i 3. titrace. Tato spotřeba byla použita pro výpočet titru pomocí rovnice (4), což je bezrozměrné číslo, které zohledňuje koncentraci použitého titračního činidla (Tegotrant A). Pomocí výpočtu titru bylo poté možné stanovit množství anionických tenzidů a jejich obsah ve vzorcích šamponů (viz kapitola 6.4.2).

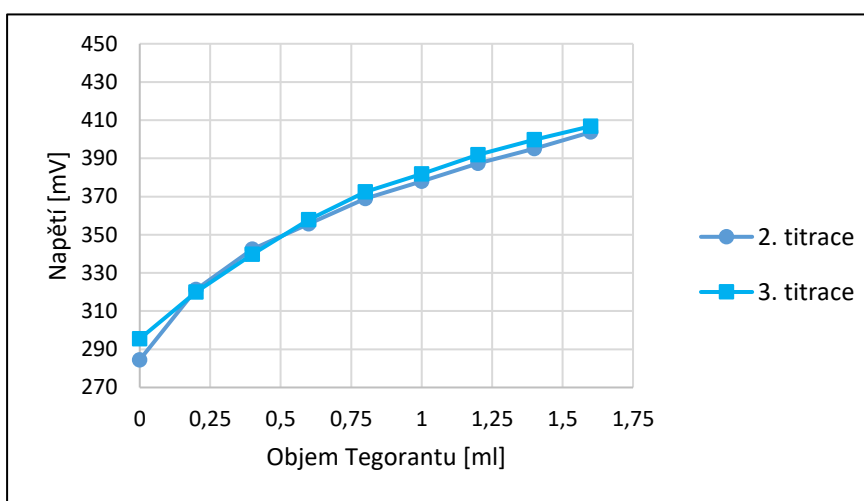
6.4.2 Stanovení množství anionických tenzidů komerčních šamponů

Pro každé potenciometrické stanovení anionických tenzidů daného vzorku komerčního šamponu byla nejprve provedena 1. titrace, která byla brána jako orientační pro přibližné zjištění bodu ekvivalence. Poté byla provedena 2. a 3. titrace soustředěná na okolí bodu ekvivalence, kdy bylo titrováno 0,2 ml titračního činidla (Tegotrant A) a po každém přidavku odečtena hodnota napětí. Závislost odečteného napětí na objemu titračního činidla je znázorněna na Obrázku 17. Dále byly vypočteny hodnoty 1. derivace a ty vyneseny do grafu (viz Obrázek 18). Spotřeby titračního činidla, hodnoty napětí a vypočtené hodnoty 1. derivace u 2. a 3. titrace pro vzorek A jsou zaznamenány v Tabulce 18.

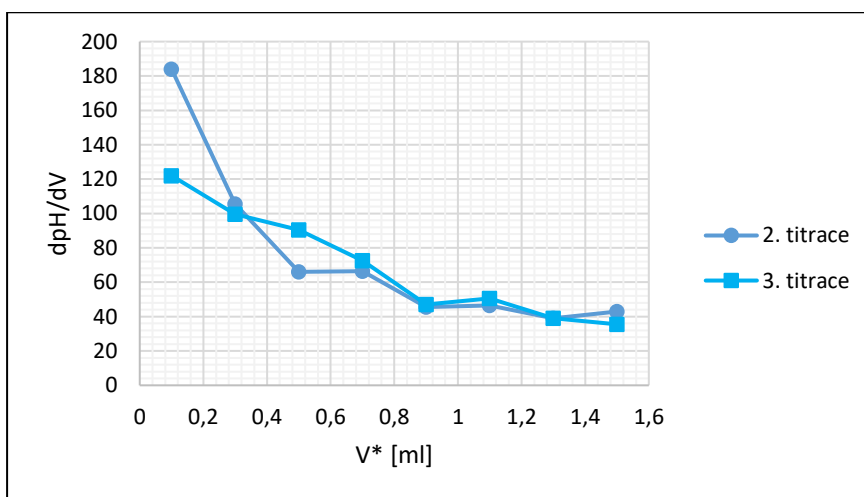
Tabulka 18 Naměřené hodnoty napětí na objemu přidavku titračního činidla při 2. a 3. titraci anionických tenzidů vzorku A a vypočtené hodnoty 1. derivací

Body titrační křivky 2. titrace		Body křivky 1. derivace		Body titrační křivky 3. titrace		Body křivky 1. derivace	
Objem [ml]	Napětí [mV]	V* [ml]	dpH/dV	Objem [ml]	Napětí [mV]	V* [ml]	dpH/dV
0,0	284,5	0,1	184,0	0,0	295,5	0,1	122,0
0,2	321,3	0,3	105,5	0,2	319,9	0,3	99,5

Body titrační křivky 2. titrace		Body křivky 1. derivace		Body titrační křivky 3. titrace		Body křivky 1. derivace	
0,4	342,4	0,5	66,0	0,4	339,8	0,5	90,5
0,6	355,6	0,7	66,5	0,6	357,9	0,7	72,5
0,8	368,9	0,9	45,5	0,8	372,4	0,9	47,0
1,0	378,0	1,1	46,5	1,0	381,8	1,1	50,5
1,2	387,3	1,3	39,0	1,2	391,9	1,3	39,0
1,4	395,1	1,5	43,0	1,4	399,7	1,5	35,5
1,6	403,7			1,6	406,8		



Obrázek 17 Závislost napětí na objemu titračního činidla při 2. a 3. titraci anionických tenzidů vzorku šamponu A



Obrázek 18 Grafické znázornění 1. derivací 2. a 3. titrace anionických tenzidů vzorku šamponu A pro zjištění bodu ekvivalence

Z grafu zaznamenaném na Obrázku 18 byl v obou případech stanoven bod ekvivalence na hodnotu 0,1 ml. Tato spotřeba byla poté použita pro výpočet množství povrchově aktivních látek dle rovnice (5). Vypočtené množství bylo poté přepočteno na obsah v %,

který byl vypočten pomocí molární hmotnosti anionického tenzidu vyskytujícího se nejvýše v pořadí ve složení přípravku dle INCI nomenklatury vzorku A (viz kapitola 5.3). Toto stanovené množství a obsah anionických tenzidů vzorku A jsou spolu s ostatními vypočtenými hodnotami zbylých vzorků komerčních šamponů zaznamenány v Tabulce 19.

Tabulka 19 Vypočtené obsahy anionických povrchově aktivních látek pro vzorky A–G

Vzorek šamponu	Množství anionických povrchově aktivních látek [mmol/100 g]	Obsah anionických povrchově aktivních látek [%/100 g]
A	0,2469	0,07
B	0,6954	0,13
C	0,9675	0,28
D	22,2303	9,34
E	21,5849	9,07
F	21,9868	6,56
G	16,6171	6,98

Stanovení anionických tenzidů nejobtížněji probíhalo u vzorků A, B a C, jelikož spotřeba titračního činidla v bodě ekvivalence se pohybovala velmi blízko nulové hodnoty. Z toho důvodu bylo stanovené množství anionických povrchově aktivních látek ve vzorcích velmi nízké. Naopak nejlépe titrace probíhaly u vzorků D, E, F a G, kdy se bod ekvivalence nepohyboval okolo nulové hodnoty a množství anionických tenzidů tak bylo výrazně vyšší. Od stanoveného množství anionických tenzidů ve vzorcích D až G se po přepočtu na % ve 100 g vzorku také odvíjely receptury připravovaných vývojových vzorků (viz Tabulka 8 až 11). Grafické vyhodnocení zbylých vzorků šamponů je uvedeno v Příloze I.

6.5 Potenciometrické stanovení neionických tenzidů

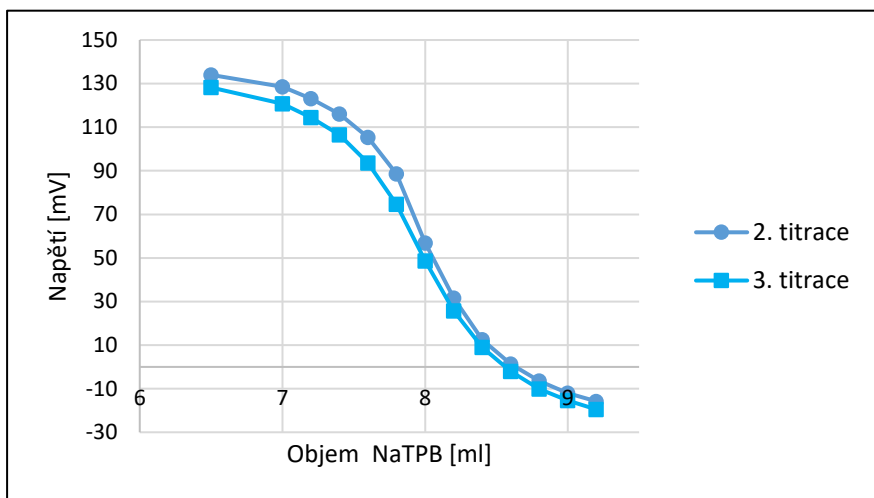
Pro stanovení neionických tenzidů v komerčních vzorcích šamponů bylo nutné provést rovněž nejprve standardizaci titračního činidla a následně provést samotné titrace roztoků šamponů. Standardizace i samotné titrace byly vyhodnoceny stejným způsobem jako v případě anionických tenzidů.

6.5.1 Standardizace titračního činidla

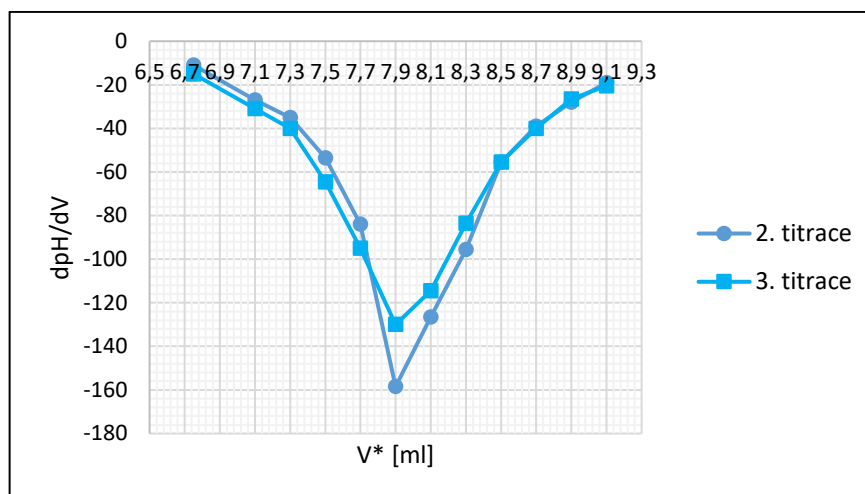
Standardizace titračního činidla probíhala stejně jako v případě anionických tenzidů, avšak jako titrační činidlo bylo použito NaTPB za pomoci Tritonu X-100. Všechny naměřené hodnoty 2. a 3. titrace, včetně výsledných hodnot 1. derivací jsou zaznamenány v Tabulce 20. Grafy sestavené z hodnot Tabulky 20 jsou znázorněny na Obrázku 19 a 20.

Tabulka 20 Naměřené hodnoty napětí na objemu přídatku titračního činidla při 2. a 3. titraci standardizace NaTPB a vypočtené hodnoty 1. derivací

Body titrační křivky 2. titrace		Body křivky 1. derivace		Body titrační křivky 3. titrace		Body křivky 1. derivace	
Objem [ml]	Napětí [mV]	V* [ml]	dpH/dV	Objem [ml]	Napětí [mV]	V* [ml]	dpH/dV
6,5	134,0	6,75	-11,0	6,5	128,2	6,75	-15,0
7,0	128,5	7,1	-27,0	7,0	120,7	7,1	-31,0
7,2	123,1	7,3	-35,0	7,2	114,5	7,3	-40,0
7,4	116,1	7,5	-53,5	7,4	106,5	7,5	-64,5
7,6	105,4	7,7	-84,0	7,6	93,6	7,7	-95,0
7,8	88,6	7,9	-158,5	7,8	74,6	7,9	-130,0
8,0	56,9	8,1	-126,5	8,0	48,6	8,1	-114,5
8,2	31,6	8,3	-95,5	8,2	25,7	8,3	-83,5
8,4	12,5	8,5	-55,5	8,4	9,0	8,5	-55,5
8,6	1,4	8,7	-39,0	8,6	-2,1	8,7	-40,0
8,8	-6,4	8,9	-28,0	8,8	-10,1	8,9	-26,5
9,0	-12,0	9,1	-19,0	9,0	-15,4	9,1	-20,5
9,2	-15,8			9,2	-19,5		



Obrázek 19 Graf závislosti napětí na objemu titračního činidla při 2. a 3. titraci standardizace NaTPB



Obrázek 20 Grafické vyhodnocení 1. derivací 2. a 3. titrace standardizace NaTPB pro určení bodu ekvivalence

Bod ekvivalence byl určen z grafu 1. derivace (viz Obrázek 20). Tato spotřeba, která činila 7,9 ml byla použita rovněž pro výpočet titru, tentokrát dle rovnice (6). Výsledná hodnota titru pak byla použita při výpočtech obsahu neionických tensidů ve vzorcích komerčních šamponů (viz kapitola 6.5.2).

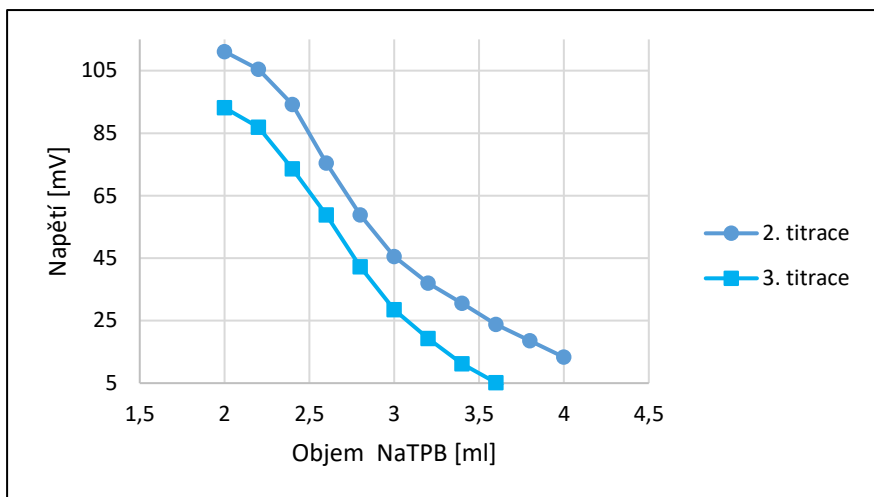
6.5.2 Stanovení množství neionických tensidů komerčních šamponů

Neionické tensidy bylo možné stanovit pouze u čtyř komerčních šamponů, protože u zbylých šamponů se neionické tensidy v jejich složení buďto nenacházely, nebo figurovaly dle složení INCI tak nízko, že by je nebylo možné stanovit. Stanovení tedy probíhalo u vzorků C, D, E a F. V Tabulce 21 jsou zaznamenány naměřené hodnoty spotřeb a napětí při 2. a 3. titraci vzorku šamponu C a hodnoty 1. derivací, kdy grafy sestavené z hodnot této tabulky jsou znázorněny na Obrázku 21 a 22. Obsahy neionických povrchově aktivních látek vypočtených dle rovnice (7) jsou zaznamenány níže v Tabulce 22.

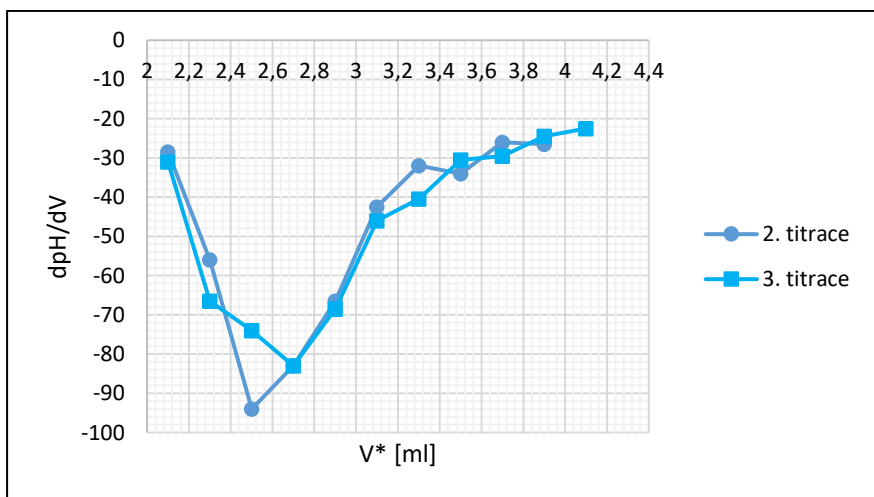
Tabulka 21 Naměřené hodnoty napětí na objemu přídatku titračního činidla při 2. a 3. titraci neionických tensidů vzorku C a vypočtené hodnoty 1. derivací

Body titrační křivky 2. titrace		Body křivky 1. derivace		Body titrační křivky 3. titrace		Body křivky 1. derivace	
Objem [ml]	Napětí [mV]	V* [ml]	dpH/dV	Objem [ml]	Napětí [mV]	V* [ml]	dpH/dV
2,0	111,1	2,1	-28,5	2,0	93,1	2,1	-31,0
2,2	105,4	2,3	-56,0	2,2	86,9	2,3	-66,5
2,4	94,2	2,5	-94,0	2,4	73,6	2,5	-74,0
2,6	75,4	2,7	-83,0	2,6	58,8	2,7	-83,0
2,8	58,8	2,9	-66,5	2,8	42,2	2,9	-68,5
3,0	45,5	3,1	-42,5	3,0	28,5	3,1	-46,0

Body titrační křivky 2. titrace		Body křivky 1. derivace		Body titrační křivky 3. titrace		Body křivky 1. derivace	
3,2	37,0	3,3	-32,0	3,2	19,3	3,3	-40,5
3,4	30,6	3,5	-34,0	3,4	11,2	3,5	-30,5
3,6	23,8	3,7	-26,0	3,6	5,1	3,7	-29,5
3,8	18,6	3,9	-26,5	3,8	-0,8	3,9	-24,5
4,0	13,3			4,0	-5,7	4,1	-22,5
				4,2	-10,2		



Obrázek 21 Závislost napětí na objemu titračního činidla při 2. a 3. titraci neionických tenzidů vzorku šamponu C



Obrázek 22 Grafické znázornění 1. derivací 2. a 3. titrace neionických tenzidů vzorku šamponu C pro zjištění bodu ekvivalence

Bod ekvivalence z grafu znázorněném na Obrázku 22 není jasně daný. Z toho důvodu byla pro výpočet obsahu tenzidu pomocí rovnice (7) použita průměrná hodnota ze dvou bodů ekvivalence, tedy spotřeba 2,6 ml.

Tabulka 22 Vypočtené obsahy neionických povrchově aktivních látek pro vzorky C-F

Vzorek šamponu	Obsah povrchově aktivních látek [%]
C	5,49
D	1,90
E	1,90
F	0,47

Z Tabulky 22 je patrné, že největší zastoupení neionických tenzidů obsahoval šampon C. Naopak značně nižší množství neionických tenzidů obsahovaly vzorky D, E a F. Grafické vyhodnocení zbylých vzorků šamponů je uvedeno v Příloze II.

6.6 Hodnocení intenzity působení povrchově aktivních látek na kůži

Působením povrchově aktivních látek na jednotlivé vrstvy *epidermis* může negativně ovlivnit funkci kožní bariéry a narušit tak organizaci bariérových lipidů nacházejících se ve *stratum corneum*. Dochází navíc ke zvýšené propustnosti skrze lipidové dvojvrstvy, kde surfaktanty pronikají a způsobují tak botnění *strata cornea*, což má za následek snížení přirozeného zvlhčujícího faktoru z korneocytů [43].

Z výsledků Tabulky 23 je tedy patrné, že demineralizovaná voda společně se vzorky A a F vykazovaly největší objemové změny. To je důkazem, že voda stejně tak jako povrchově aktivní látky vykazuje určité negativní ovlivnění bariérových lipidů a jejich zhoršenou funkci, jelikož dlouhodobá expozice pokožky vodou zvyšuje propustnost kůže dráždivým látkám a zároveň narušuje přirozené pořadí lipidů nacházejících se ve *stratu corneu* [44]. Naopak nejméně iritativní vůči testovanému vzorku kůže byly šampony D a E.

Tabulka 23 Vypočtené hodnoty objemových změn pro jednotlivé vzorky komerčních šamponů včetně hodnot potřebných pro jejich výpočet

Vzorek šamponu	h_s [ml]	Konstanta přístroje [-]	V_N [ml·g ⁻¹]
DV	0,16	2,21	1,2521
A	0,17	2,13	1,2822
B	0,15	2,24	1,1898
C	0,18	1,88	1,1983
D	0,12	2,24	0,9518
E	0,16	1,88	1,0652
F	0,18	2,13	1,3576
G	0,16	2,06	1,1671

Výsledné hodnoty objemových změn hodnocení intenzity působení povrchově aktivních látek na kůži vývojových vzorků (viz Tabulka 24) vykazovaly velmi podobné iritativní vlastnosti jako v případě komerčních vzorků. U vývojových receptur H, kde byl použit SLES, vyšly hodnoty objemových změn o trochu vyšší než v případě receptury I, kde byl použit jemnější tenzid (sodium lauroyl sarkosinate). To značí, že vývojové vzorky receptury I jsou o něco méně iritativní vůči pokožce. U obou receptur H i I, kde byl použit jelení kolagenní hydrolyzát, byla hodnota objemových změn stanovena jako nejnižší. Tyto dva vzorky jsou tak ke kůži nejšetrnější.

Tabulka 24 Vypočtené hodnoty objemových změn pro jednotlivé vývojové vzorky včetně hodnot potřebných pro jejich výpočet

Vzorek šamponu	h_s [ml]	Konstanta přístroje [-]	V_N [ml·g ⁻¹]
H	0,25	1,88	1,6643
H – kuřecí KH	0,20	2,13	1,5085
H – jelení KH	0,18	2,24	1,4278
H – rybí KH	0,22	2,06	1,6048
I	0,20	2,06	1,4589
I – kuřecí KH	0,13	2,13	0,9805
I – jelení KH	0,13	1,88	0,8654
I – rybí KH	0,15	2,24	1,1898

6.7 Měření kontaktního úhlu

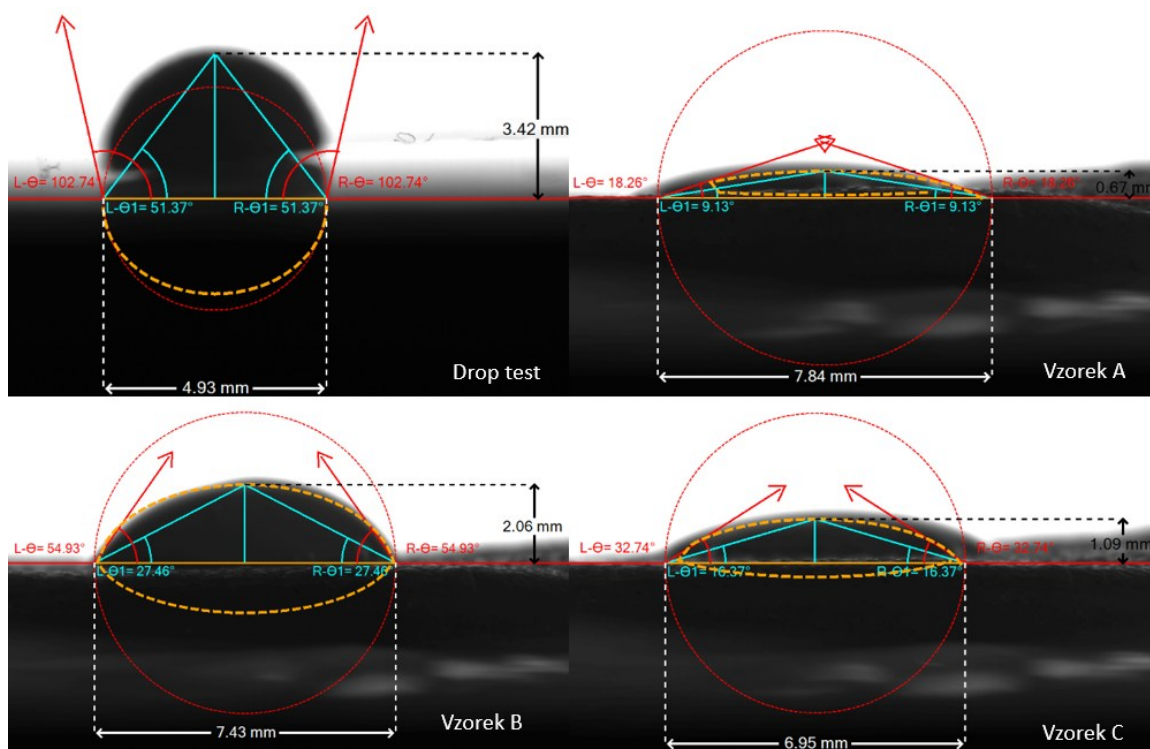
Kontaktní úhly byly měřeny na všech vzorcích komerčních šamponů i na připravených vývojových vzorcích, přičemž výsledné hodnoty měření jsou zaznamenány v Tabulce 25. Pomocí programu k přístroji Drop Angle Meter DM 300 byl pro každý vzorek zaznamenán kontaktní úhel na pravé i levé straně kapky. Dále byly také naměřeny výšky a šířky kapky. Výsledné fotografické záznamy kapek jednotlivých vzorků s hodnotami měření jsou zobrazeny níže (viz Obrázky 23–26).

Tabulka 25 Hodnoty kontaktních úhlů, včetně šířky a výšky kapky měřeného vzorku šamponu

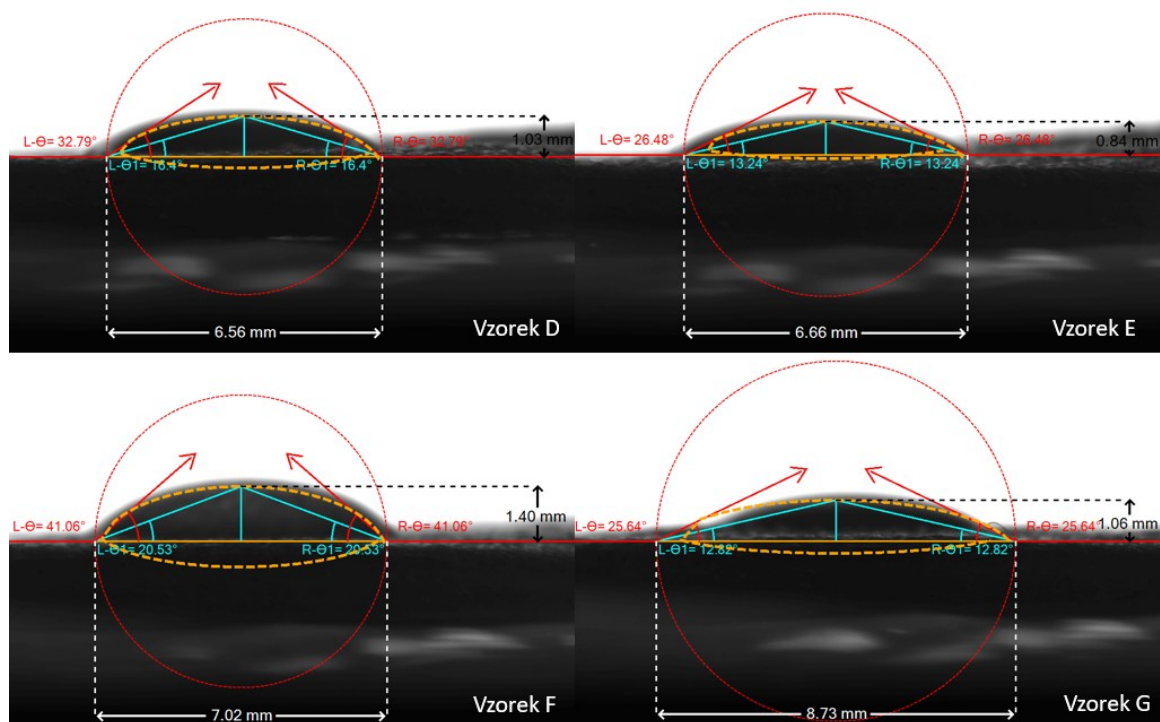
Vzorek šamponu	L-θ [°]	L-θ1 [°]	R-θ [°]	R-θ1 [°]	Šířka kapky [mm]	Výška kapky [mm]
A	18,26	9,13	18,26	9,13	7,84	0,67
B	54,93	27,46	54,93	27,46	7,43	2,06
C	32,74	16,37	32,74	16,37	6,95	1,09
D	32,79	16,40	32,79	16,40	6,56	1,03
E	26,48	13,24	26,48	13,24	6,66	0,84
F	41,06	20,53	41,06	20,53	7,02	1,40

Vzorek šamponu	L- θ [°]	L- θ_1 [°]	R- θ [°]	R- θ_1 [°]	Šířka kapky [mm]	Výška kapky [mm]
G	25,64	12,82	25,64	12,82	8,73	1,06
H	23,47	11,73	23,47	11,73	4,72	0,52
H – kuřecí KH	27,24	13,62	27,24	13,62	5,89	0,76
H – jelení KH	28,26	14,13	28,26	14,13	4,11	0,55
H – rybí KH	24,23	12,12	24,23	12,12	5,35	0,61
I	32,33	16,16	32,33	16,16	4,83	0,75
I – kuřecí KH	29,68	14,84	29,68	14,84	5,60	0,79
I – jelení KH	29,92	14,96	29,92	14,96	6,70	0,96
I – rybí KH	27,39	13,70	27,39	13,70	7,23	0,94

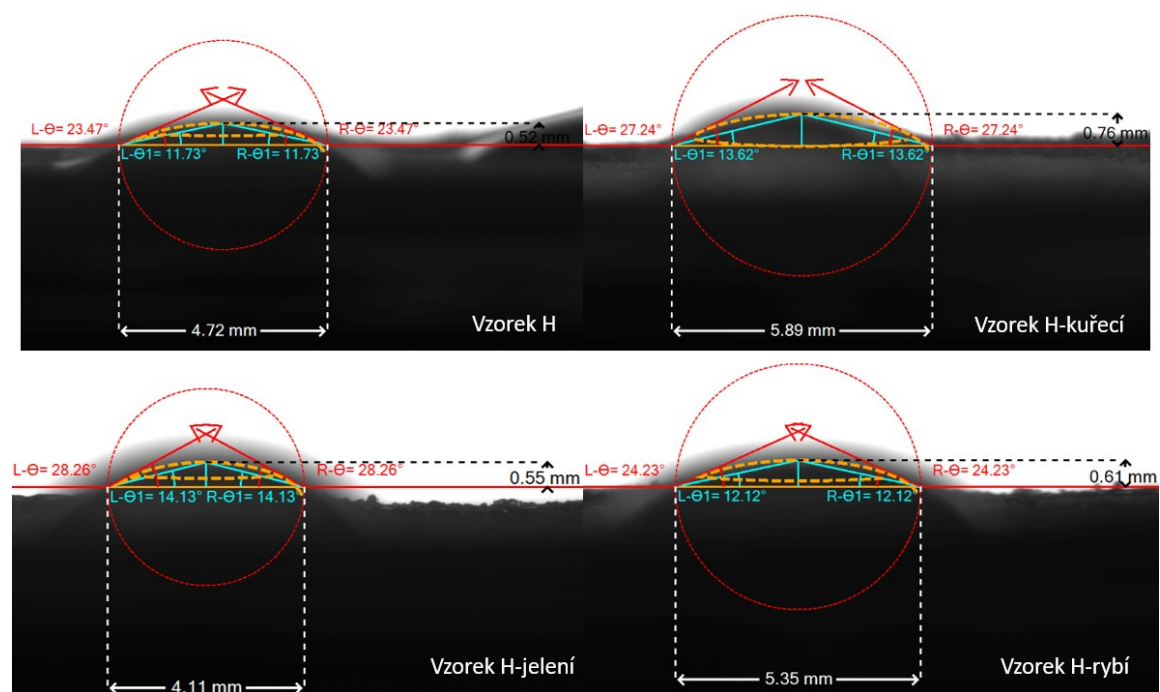
Na základě naměřených hodnot kontaktních úhlů z Tabulky 25 lze říct, že největší kontaktní úhel byl naměřen u vzorku B, konkrétně $54,93^\circ$. Naopak nejmenší kontaktní úhel, který činil $18,26^\circ$ byl naměřen u vzorku A a šlo tak o šampon, který nejvíce smáčel povrch a zároveň měl i nejmenší viskozitu. I přes to, že vzorky šamponu A a B byly komerční šampony stejné značky vykazovaly největší rozdíly v naměřených kontaktních úhlech. Co se týče vzorků připravených vývojových receptur, ty všechny vykazovaly podobné hodnoty kontaktních úhlů, kdy u vzorku základní receptury I byla naměřena nejvyšší hodnota kontaktního úhlu.



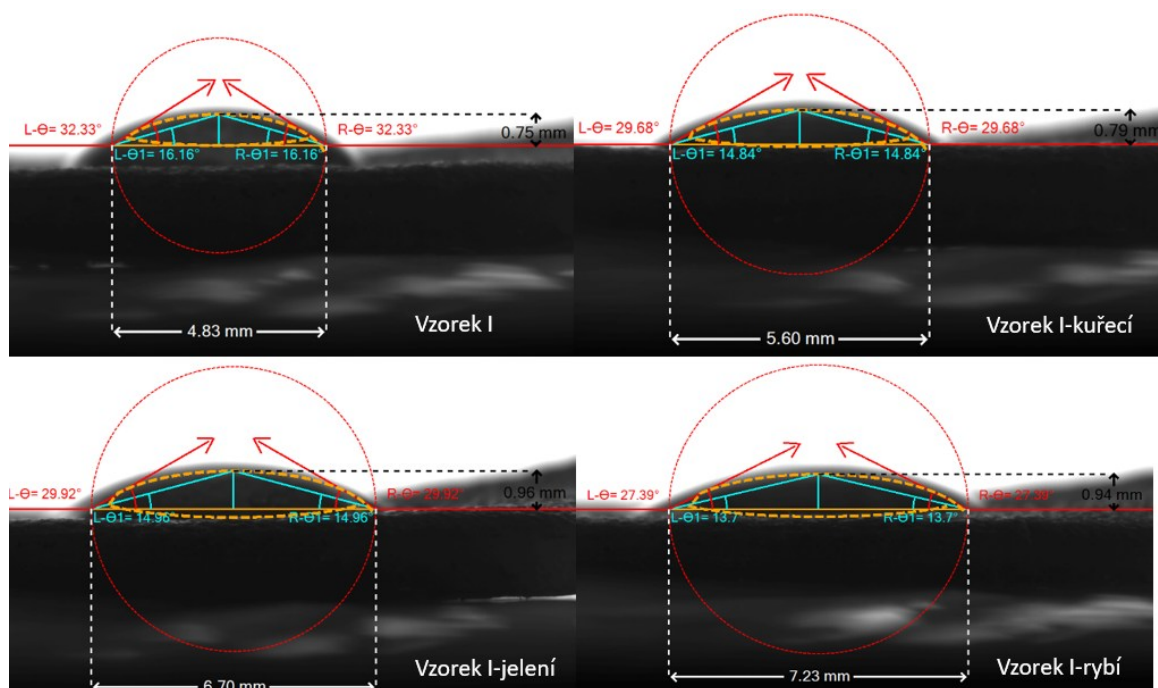
Obrázek 23 Kontaktní úhly, výšky a šířky kapek drop testu, vzorku A, B a C



Obrázek 24 Kontaktní úhly, výšky a šířky kapek vzorku D, E, F a G



Obrázek 25 Kontaktní úhly, výšky a šířky kapek vývojových vzorků H i s hydrolyzáty



Obrázek 26 Kontaktní úhly, výšky a šířky kapek vývojových vzorků I i s hydrolyzát

ZÁVĚR

Teoretická část této bakalářské práce je věnována popisu základní charakteristiky kolagenu a jeho hydrolyzované formy. Důraz byl kladen převážně na kolagenní hydrolyzát, jeho metody přípravy a převážně jeho aplikace v různých průmyslových odvětvích, převážně v kosmetické a veterinárním průmyslu.

Praktická část práce byla věnována základní charakterizaci komerčních šamponů, která spočívala v měření pH, povrchového napětí, stanovení sušiny, potenciometrickým stanovením anionických a neionických tenzidů, hodnocením intenzity působení povrchově aktivních látek na kůži a v neposlední řadě měřením kontaktního úhlu. Druhá část práce byla zaměřena na přípravu vlastních receptur nejprve základních a poté s obsahem kolagenních hydrolyzátů. Byl tak připraven jeden vzorek základní receptury H a 3 vzorky této receptury s obsahem vždy jednoho ze tří druhů kolagenních hydrolyzátů. Stejně tak byly připraveny i vzorky receptury I. Všechny tyto vývojové vzorky byly poté podrobeny rovněž základní charakterizaci, konkrétně se jednalo o měření pH, povrchového napětí, kontaktního úhlu a hodnocením intenzity působení povrchově aktivních látek na kůži.

Při přípravě receptur vývojových vzorků bylo hlavním cílem co nejvíce se přiblížit otestovaným vlastnostem komerčních šamponů. Komerční šampony však ne vždy vykazovaly ideální vlastnosti. Například při měření pH, které je zásadní při aplikaci na kůži zvířat a mělo by se pohybovat v rozmezí hodnot pH 6–7, tuto podmínku nesplňoval komerční vzorek G. Proto hodnoty pH vývojových vzorků receptur byly upraveny tak, aby jejich hodnoty ležely v intervalu od 6–7.

Při měření povrchového napětí se všechny vývojové vzorky nejvíce blížily hodnotě povrchového napětí roztoku vzorku C, které činilo $28,60 \text{ mN} \cdot \text{m}^{-1}$. Cílem stanovení množství povrchově aktivních látek, konkrétně anionických a neionických, bylo pro orientační představu na základě které pak byly sestaveny základní receptury H a I. Receptury byly v průběhu jejich příprav několikrát upraveny kvůli problémům s viskozitou vzorků. Zakomponování konkrétních druhů hydrolyzátů do základních receptur vykazovalo opět problémy ve výsledných viskozitách vzorků, a proto musel být postup jejich přípravy lehce upraven.

Co se týče působení povrchově aktivních látek na kůži, největší objemové změny vykazovala receptura H i s obsahem kolagenních hydrolyzátů. Receptura I, rovněž i s obsahem kolagenních hydrolyzátů vykazovala nejvíce podobné hodnoty jako komerční

šampony. Vykazovala tedy k pokožce šetrnější vlastnosti než receptura H, což bylo způsobeno výběrem šetrnějšího typu anionického tenzidu.

Při měření kontaktních úhlů vzorků šamponů vycházely různě odlehle hodnoty, což bylo způsobeno především různými viskozitami vzorků, avšak všechny kontaktní úhly byly menší než 90° , což značí dobré smáčení.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] GELSE, K; PÖSCHL, E a AIGNER, T. Collagens—structure, function, and biosynthesis. Online. *Advanced Drug Delivery Reviews*. 2003, roč. 55, č. 12, s. 1531-1546. ISSN 0169409X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.addr.2003.08.002>. [cit. 2025-05-05].
- [2] WAHYUDI, Hendra; REYNOLDS, Amanda A.; LI, Yang; OWEN, Shawn C. a YU, S. Michael. Targeting collagen for diagnostic imaging and therapeutic delivery. Online. *Journal of Controlled Release*. 2016, roč. 240, s. 323-331. ISSN 01683659. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jconrel.2016.01.007>. [cit. 2025-05-05].
- [3] JAFARI, Hafez; LISTA, Alberto; SIEKAPEN, Manuela Mafosso; GHAFARI-BOHLOULI, Pejman; NIE, Lei et al. Fish Collagen: Extraction, Characterization, and Applications for Biomaterials Engineering. Online. *Polymers*. 2020, roč. 12, č. 10. ISSN 2073-4360. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/polym12102230>. [cit. 2025-05-05].
- [4] OWCZARZY, Aleksandra; KURASIŃSKI, Robert; KULIG, Karolina; ROGÓŻ, Wojciech; SZKUDLAREK, Agnieszka et al. Collagen – Structure, properties and application. Online. *Engineering of Biomaterials*. 2020, roč. 156, s. 17–23. ISSN 1429-7248. Dostupné z: <https://doi.org/10.34821/eng.biomat.156.2020.17-23>. [cit. 2025-05-05].
- [5] DONG, Chanjuan a LV, Yonggang. Application of Collagen Scaffold in Tissue Engineering: Recent Advances and New Perspectives. Online. *Polymers*. 2016, roč. 8, č. 2. ISSN 2073-4360. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/polym8020042>. [cit. 2025-05-05].
- [6] TANG, Cheng; ZHOU, Kai; ZHU, Yichen; ZHANG, Wendi; XIE, Yong et al. Collagen and its derivatives: From structure and properties to their applications in food industry. Online. *Food Hydrocolloids*. 2022, roč. 131. ISSN 0268005X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2022.107748>. [cit. 2025-05-05].
- [7] MATINONG, Andrea Marie E.; CHISTI, Yusuf; PICKERING, Kim L. a HAVERKAMP, Richard G. Collagen Extraction from Animal Skin. Online. *Biology*. 2022, roč. 11, č. 6. ISSN 2079-7737. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/biology11060905>. [cit. 2025-05-05].

- [8] TANG, Sharon S.; MOHAD, Vidisha; GOWDA, Madhu; THIBEAULT, Susan L. a WISCONSIN, Madison. Insights Into the Role of Collagen in Vocal Fold Health and Disease. Online. *Journal of Voice*. 2017, roč. 31, č. 5, s. 520-527. ISSN 08921997. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2017.01.008>. [cit. 2025-05-05].
- [9] JAYAPRAKASH, Sakthidasan; MOHAMAD ABDUL RAZEEN, Z.; NAVEEN KUMAR, R.; HE, Jin; MILKY, Mariamawit Girma et al. Enriched characteristics of poultry collagen over other sources of collagen and its extraction methods: A review. Online. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2024, roč. 273. ISSN 01418130. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2024.133004>. [cit. 2025-05-05].
- [10] PAL, Gaurav Kumar a SURESH, P.V. Sustainable valorisation of seafood by-products: Recovery of collagen and development of collagen-based novel functional food ingredients. Online. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. 2016, roč. 37, s. 201-215. ISSN 14668564. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2016.03.015>. [cit. 2025-05-05].
- [11] SILVIPRIYA, K.; KUMAR, K.; BHAT, A.; KUMAR, B.; JOHN, Anish et al. Collagen: Animal Sources and Biomedical Application. Online. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*. 2015, roč. 5, č. 3, s. 123-127. ISSN 2231-3354. Dostupné z: <https://doi.org/10.7324/JAPS.2015.50322>. [cit. 2025-05-05].
- [12] TONG, Mingjie; ZHANG, Xiaona; ZHONG, Jiongning; XIE, Qiuling a XIONG, Sheng. Sources and types of collagens used in the cosmetic industry. Online. *Journal of Dermatologic Science and Cosmetic Technology*. 2025, roč. 2, č. 1. ISSN 2950306X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jdsct.2025.100068>. [cit. 2025-05-05].
- [13] LEÓN-LÓPEZ, Arely; MORALES-PENALOZA, Alejandro; MARTÍNEZ-JUÁREZ, Víctor Manuel; VARGAS-TORRES, Apolonio; ZEUGOLIS, Dimitrios I. et al. Hydrolyzed Collagen—Sources and Applications. Online. *Molecules*. 2019, roč. 24, č. 22. ISSN 1420-3049. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/molecules24224031>. [cit. 2025-05-05].
- [14] AL HAJJ, Walaa; SALLA, Mohamed; KRAYEM, Maha; KHALED, Sanaa; HASSAN, Hussein F. et al. Hydrolyzed collagen: Exploring its applications in the food and beverage industries and assessing its impact on human health – A comprehensive

- review. Online. *Heliyon*. 2024, roč. 10, č. 16. ISSN 24058440. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e36433>. [cit. 2025-05-05].
- [15] SONG, Hongdong a LI, Bo. Beneficial Effects of Collagen Hydrolysate: A Review on Recent Developments. Online. *Biomedical Journal of Scientific & Technical Research*. 2017, roč. 1, č. 2. ISSN 25741241. Dostupné z: <https://doi.org/10.26717/BJSTR.2017.01.000217>. [cit. 2025-05-05].
- [16] ESPÍN, Juan Carlos; GARCÍA-CONESA, María Teresa a TOMÁS-BARBERÁN, Francisco A. Nutraceuticals: Facts and fiction. Online. *Phytochemistry*. 2007, roč. 68, č. 22-24, s. 2986-3008. ISSN 00319422. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2007.09.014>. [cit. 2025-05-05].
- [17] SIEMIĄTKOWSKI, Robert; HABER, Mateusz; CZACHOR, Adrianna; KULA, Paula; JUŚKIEWICZ, Adam et al. Comparative Analysis of Collagen Supplementation Forms and Their Effects on Multiple Health Parameters. Online. *Journal of Education, Health and Sport*. 2024, roč. 65. ISSN 2391-8306. Dostupné z: <https://doi.org/10.12775/JEHS.2024.65.55474>. [cit. 2025-05-05].
- [18] PLIKUS, Maksim V.; WANG, Xiaojie; SINHA, Sarthak; FORTE, Elvira; THOMPSON, Sean M. et al. Fibroblasts: Origins, definitions, and functions in health and disease. Online. *Cell*. 2021, roč. 184, č. 15, s. 3852-3872. ISSN 00928674. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.cell.2021.06.024>. [cit. 2025-05-05].
- [19] CAMPOS, Luana Dias; SANTOS JUNIOR, Valfredo de Almeida; PIMENTEL, Júlia Demuner; CARREGÃ, Gabriel Lusi Fernandes a CAZARIN, Cinthia Baú Betim. Collagen supplementation in skin and orthopedic diseases: A review of the literature. Online. *Heliyon*. 2023, roč. 9, č. 4. ISSN 24058440. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e14961>. [cit. 2025-05-05].
- [20] JADACH, Barbara; MIELCAREK, Zofia a OSMAŁEK, Tomasz. Use of Collagen in Cosmetic Products. Online. *Current Issues in Molecular Biology*. 2024, roč. 46, č. 3, s. 2043-2070. ISSN 1467-3045. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/cimb46030132>. [cit. 2025-05-05].
- [21] REILLY, David M. a LOZANO, Jennifer. Skin collagen through the lifestages: importance for skin health and beauty. Online. *Plastic and Aesthetic Research*. 2021, roč. 8. ISSN 23479264. Dostupné z: <https://doi.org/10.20517/2347-9264.2020.153>. [cit. 2025-05-05].

- [22] MARTIN, Katherine I. a GLASER, Dee Anna. Cosmeceuticals: The New Medicine of Beauty. Online. *Missouri Medicine*. 2011, roč. 108, č. 1, s. 60-63. Dostupné z: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6188460/#sec7>. [cit. 2025-05-05].
- [23] ZHANG, He; PAN, Daian; DONG, Ying; SU, Wenjie; SU, Hang et al. Transdermal permeation effect of collagen hydrolysates of deer sinew on mouse skin, ex vitro, and antioxidant activity, increased type I collagen secretion of percutaneous proteins in NIH/3T3 cells. Online. *Journal of Cosmetic Dermatology*. 2020, roč. 19, č. 2, s. 519-528. ISSN 1473-2130. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/jocd.13041>. [cit. 2025-05-05].
- [24] HWANG, Su Bin; PARK, Hyeon Ju a LEE, Bog-Hieu. Collagen Hydrolysate from the Scales of Mozambique Tilapia (*Oreochromis mossambicus*) Improve Hair and Skin Health by Alleviating Oxidative Stress and Inflammation and Promoting Hair Growth and Extracellular Matrix Factors. Online. *Marine Drugs*. 2023, roč. 21, č. 9. ISSN 1660-3397. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/md21090475>. [cit. 2025-05-05].
- [25] RIBEIRO, Tânia Bragança; MAIA, Margarida R. G.; FONSECA, António J. M.; MARQUES, Bianca; CALEJA, Cristina et al. A Comprehensive Review of Fish Protein Hydrolysates Targeting Pet Food Formulations. Online. *Food Reviews International*. 2024, s. 1-39. ISSN 8755-9129. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/87559129.2024.2430660>. [cit. 2025-05-05].
- [26] BRIT CARE. *Dog Functional Snack Skin&Coat Krill 150 g*. Online. Krmivo-brit. Dostupné z: <https://www.krmivo-brit.cz/pro-psy/pamlsky/brit-care-dog-functional-snack-skin-coat-krill-150-g.html>. [cit. 2025-05-05].
- [27] BHATI, Dolly a HAYES, Maria. From Ocean to Market: Technical Applications of Fish Protein Hydrolysates in Human Functional Food, Pet Wellness, Aquaculture and Agricultural Bio-Stimulant Product Sectors. Online. *Preprints.org*. 2025. Dostupné z: <https://doi.org/10.20944/preprints202503.0382.v1>. [cit. 2025-05-05].
- [28] INCA COLLAGEN. *Incapet Collagen - kolagen pro zvířata (psy, koně, kočky)*. Online. Inca Collagen. Dostupné z: <https://www.incacollagen.cz/product/incapet-collagen-kolagen-pro-zvirata/>. [cit. 2025-05-05].
- [29] PEÑA-CORONA, S.I.; JUÁREZ-RODRÍGUEZ, I.; VARGAS-ESTRADA, D.; AMADOR-GONZÁLEZ, E.; ARVIZU-TOVAR, L. et al. Measurement of the physicochemical, performance, and consumer-information characteristics of commercial

- nonmedicated shampoo for dogs. Online. *Polish Journal of Veterinary Sciences*. 2022, roč. 25, č. 2, s. 213-221. ISSN 1505-1773. Dostupné z: <https://doi.org/10.24425/pjvs.2022.141805>. [cit. 2025-05-05].
- [30] PYTKOWSKA, K. a ARCT, J. More Than Sensitive – How to Formulate Products for Atopic and Hypersensitive Pets. Online. *SOFW Journal –International Journal for Applied Science*. 2009, č. 2, s. 5-8. Dostupné z: https://www.researchgate.net/profile/Katarzyna-Pytkowska/publication/240614821_More_than_Sensitive_-_How_to_Formulate_Products_for_Atopic_and_Hypersensitive_Pets/links/0046351c6c25e639ed000000/More-than-Sensitive-How-to-Formulate-Products-for-Atopic-and-Hypersensitive-Pets.pdf. [cit. 2025-05-05].
- [31] DÔMES PHARMA US. *Skin and Wound Basics*. Online. Dômes Pharma US. Dostupné z: <https://domespharma.us/conditions/skin-and-wound/>. [cit. 2025-05-05].
- [32] MCDONALD, Shelby E.; DOHERTY, Colleen; SWEENEY, Jessica; KISIEL, Lisa; MATIJCZAK, Angela et al. Barriers to and facilitators of pet grooming among clients served by a subsidized grooming service program. Online. *Frontiers in Veterinary Science*. 2022, roč. 9. ISSN 2297-1769. Dostupné z: <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.1021707>. [cit. 2025-05-06].
- [33] BURNETT, Christina L.; BERGFELD, Wilma F.; BELSITO, Donald V.; HILL, Ronald A.; KLAASSEN, Curtis D. et al. Safety Assessment of Keratin and Keratin-Derived Ingredients as Used in Cosmetics. Online. *International Journal of Toxicology*. 2021, roč. 40, č. 2_suppl, s. 36S-51S. ISSN 1091-5818. Dostupné z: <https://doi.org/10.1177/10915818211013019>. [cit. 2025-05-06].
- [34] SMALLDOG. *SO POSH Hluboce hydratační šampon Fantastic II*. Online. SmallDog. Dostupné z: <https://www.smalldog.cz/SO-POSH-Hluboce-hydratacni-sampon-Fantastic-II-d1206.htm>. [cit. 2025-05-06].
- [35] AUSSIE MAISON. *Furnatura šampón pre psy – Cedar Wood*. Online. Aussie Maison. Dostupné z: <https://aussiemaison.sk/p/furnatura-sampon-pro-psy-cedar-wood>. [cit. 2025-05-06].
- [36] AUSSIE MAISON. *Furnatura Šampón pre šteniatka a citlivé psy*. Online. Aussie Maison. Dostupné z: <https://aussiemaison.sk/p/sampon-pro-stenata-a-citlive-psy>. [cit. 2025-05-06].

- [37] GREEN IDEA. *TOPVET Panthenol šampon pro psy*. Online. Green idea. Dostupné z: <https://www.greenidea.cz/veterinarni-pece/psi/pece-o-pokozku-a-srst/60464-panthenol-sampon-pro-psy>. [cit. 2025-05-06].
- [38] GIGA LÉKÁRNA. *ALAVIS Šampon extra šetrný 250ml*. Online. Giga Lékárna. Dostupné z: <https://www.gigalekarna.cz/produkt/alavis-sampon-extra-setrny-250ml/>. [cit. 2025-05-06].
- [39] HORNOVÁ, Johanka. *Příprava a charakterizace formulací s obsahem kolagenního hydrolyzátu*. Vedoucí Egner, Pavlína. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Fakulta technologická, Ústav technologie tuků, tenzidů a kosmetiky, 2024. Dostupné také z: <http://hdl.handle.net/10563/55720>.
- [40] AL BADI, Khaloud a KHAN, Shah A. Formulation, evaluation and comparison of the herbal shampoo with the commercial shampoos. Online. *Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences*. 2014, roč. 3, č. 4, s. 301-305. ISSN 23148535. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.bjbas.2014.11.005>. [cit. 2025-05-06].
- [41] ALQUADEIB, Bushra T.; ELTAHIR, Eram K.D.; BANAFI, Rana A. a AL-HADHAIRI, Lama A. Pharmaceutical evaluation of different shampoo brands in local Saudi market. Online. *Saudi Pharmaceutical Journal*. 2018, roč. 26, č. 1, s. 98-106. ISSN 13190164. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jsps.2017.10.006>. [cit. 2025-05-06].
- [42] GAVAZZONI DIAS, Maria FernandaReis; DE ALMEIDA, AndreiaMunck; CECATO, Patricia; ADRIANO, AndreRicardo a PICHLER, Janine. The shampoo pH can affect the hair: Myth or Reality? Online. *International Journal of Trichology*. 2014, roč. 6, č. 3, s. 95-99. ISSN 0974-7753. Dostupné z: <https://doi.org/10.4103/0974-7753.139078>. [cit. 2025-05-06].
- [43] LU, Guojin a MOORE, David J. Study of surfactant–skin interactions by skin impedance measurements. Online. *International Journal of Cosmetic Science*. 2012, roč. 34, č. 1, s. 74-80. ISSN 0142-5463. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/j.1468-2494.2011.00683.x>. [cit. 2025-05-06].
- [44] WARNER, Ronald R.; STONE, Keith J. a BOISSY, Ying L. Hydration Disrupts Human Stratum Corneum Ultrastructure. Online. *Journal of Investigative Dermatology*. 2003, roč. 120, č. 2, s. 275-284. ISSN 0022202X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1046/j.1523-1747.2003.12046.x>. [cit. 2025-05-06].

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Struktura kolagenního vlákna nacházejícího se v kůži	14
Obrázek 2 Funkční pamlsky pro zdravou kůži a srst od značky Brit	25
Obrázek 3 Doplněk stravy s hydrolyzovaným kolagenem Incapet Collagen	26
Obrázek 4 Srovnání psí a lidské kůže	27
Obrázek 5 SO POSH Hluboce hydratační šampon Fantastic pro všechny typy srsti	29
Obrázek 6 Furnatura SHAMPOO cedar wood	34
Obrázek 7 Furnatura SHAMPOO sensitive pro citlivé psy a štěňata	35
Obrázek 8 VetExpert Puppy shampoo pro štěňata a koťata	36
Obrázek 9 TOPVET Pantenol šampon pro psy	36
Obrázek 10 ALAVIS Extra šetrný šampon pro psy, kočky a koně	37
Obrázek 11 EURONA by CERNY Natural Shampoo for Dogs	38
Obrázek 12 My friend SHAMPOO for DOGS	38
Obrázek 13 Naplněné Dogatkinovy přístroje roztoky šamponů	43
Obrázek 14 Přístroj pro měření kontaktních úhlů vzorků šamponů	48
Obrázek 15 Graf závislosti napětí na objemu titračního činidla při 2. a 3. titraci standardizace Tegotrantu A	54
Obrázek 16 Grafické vyhodnocení 1. derivací 2. a 3. titrace standardizace Tegotrantu A pro určení bodu ekvivalence	55
Obrázek 17 Závislost napětí na objemu titračního činidla při 2. a 3. titraci anionických tenzidů vzorku šamponu A	56
Obrázek 18 Grafické znázornění 1. derivací 2. a 3. titrace anionických tenzidů vzorku šamponu A pro zjištění bodu ekvivalence	56
Obrázek 19 Graf závislosti napětí na objemu titračního činidla při 2. a 3. titraci standardizace NaTPB	58
Obrázek 20 Grafické vyhodnocení 1. derivací 2. a 3. titrace standardizace NaTPB pro určení bodu ekvivalence	59
Obrázek 21 Závislost napětí na objemu titračního činidla při 2. a 3. titraci neionických tenzidů vzorku šamponu C	60
Obrázek 22 Grafické znázornění 1. derivací 2. a 3. titrace neionických tenzidů vzorku šamponu C pro zjištění bodu ekvivalence	60
Obrázek 23 Kontaktní úhly, výšky a šířky kapek drop testu, vzorku A, B a C	63
Obrázek 24 Kontaktní úhly, výšky a šířky kapek vzorku D, E, F a G	64
Obrázek 25 Kontaktní úhly, výšky a šířky kapek vývojových vzorků H i s hydrolyzáty ...	64
Obrázek 26 Kontaktní úhly, výšky a šířky kapek vývojových vzorků I i s hydrolyzáty	65
Obrázek 27 Závislost napětí na objemu titračního činidla při 2. a 3. titraci vzorku B	81
Obrázek 28 Grafické znázornění 1. derivací 2. a 3. titrace vzorku B	82

Obrázek 29 Závislost napětí na objemu titračního činidla při 2. a 3. titraci vzorku C	82
Obrázek 30 Grafické znázornění 1. derivací 2. a 3. titrace vzorku C	83
Obrázek 31 Závislost napětí na objemu titračního činidla při 2. a 3. titraci vzorku D	83
Obrázek 32 Grafické znázornění 1. derivací 2. a 3. titrace vzorku D	84
Obrázek 33 Závislost napětí na objemu titračního činidla při 2. a 3. titraci vzorku E.....	85
Obrázek 34 Grafické znázornění 1. derivací 2. a 3. titrace vzorku E	85
Obrázek 35 Závislost napětí na objemu titračního činidla při 2. a 3. titraci vzorku F	86
Obrázek 36 Grafické znázornění 1. derivací 2. a 3. titrace vzorku F.....	86
Obrázek 37 Závislost napětí na objemu titračního činidla při 2. a 3. titraci vzorku G	87
Obrázek 38 Grafické znázornění 1. derivací 2. a 3. titrace vzorku G	87
Obrázek 39 Závislost napětí na objemu titračního činidla při 2. a 3. titraci neionických tenzidů vzorku D.....	88
Obrázek 40 Grafické znázornění 1. derivací 2. a 3. titrace neionických tenzidů vzorku D.	89
Obrázek 41 Závislost napětí na objemu titračního činidla při 2. a 3. titraci neionických tenzidů vzorku E	90
Obrázek 42 Grafické znázornění 1. derivací 2. a 3. titrace neionických tenzidů vzorku E.	90
Obrázek 43 Závislost napětí na objemu titračního činidla při 2. a 3. titraci neionických tenzidů vzorku F.....	91
Obrázek 44 Grafické znázornění 1. derivací 2. a 3. titrace neionických tenzidů vzorku F.	91

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Popis komerčního šamponu (vzorek A)	34
Tabulka 2 Popis komerčního šamponu (vzorek B).....	34
Tabulka 3 Popis komerčního šamponu (vzorek C).....	35
Tabulka 4 Popis komerčního šamponu (vzorek D)	36
Tabulka 5 Popis komerčního šamponu (vzorek E).....	37
Tabulka 6 Popis komerčního šamponu (vzorek F)	37
Tabulka 7 Popis komerčního šamponu (vzorek G)	38
Tabulka 8 Receptura vývojového vzorku H	45
Tabulka 9 Receptura vývojového vzorku I.....	46
Tabulka 10 Receptura vývojového vzorku H s obsahem konkrétního druhu kolagenního hydrolyzátu	47
Tabulka 11 Receptura vývojového vzorku I s obsahem konkrétního druhu kolagenního hydrolyzátu	47
Tabulka 12 Naměřené a stanovené hodnoty obsahu pevných látek v komerčních přípravcích	49
Tabulka 13 Naměřené hodnoty povrchového napětí 1% roztoků komerčních šamponů	50
Tabulka 14 Naměřené hodnoty povrchového napětí 1% roztoků vzorků připravených receptur	51
Tabulka 15 Naměřené hodnoty pH komerčních šamponů.....	52
Tabulka 16 Naměřené pH hodnoty připravených vzorků šamponů	53
Tabulka 17 Naměřené hodnoty napětí na objemu přídavku titračního činidla při 2. a 3. titraci standardizace Tegotrantu A a vypočtené hodnoty 1. derivací	54
Tabulka 18 Naměřené hodnoty napětí na objemu přídavku titračního činidla při 2. a 3. titraci anionických tenzidů vzorku A a vypočtené hodnoty 1. derivací	55
Tabulka 19 Vypočtené obsahy anionických povrchově aktivních látek pro vzorky A–G ..	57
Tabulka 20 Naměřené hodnoty napětí na objemu přídavku titračního činidla při 2. a 3. titraci standardizace NaTPB a vypočtené hodnoty 1. derivací	58
Tabulka 21 Naměřené hodnoty napětí na objemu přídavku titračního činidla při 2. a 3. titraci neionických tenzidů vzorku C a vypočtené hodnoty 1. derivací	59
Tabulka 22 Vypočtené obsahy neionických povrchově aktivních látek pro vzorky C-F	61
Tabulka 23 Vypočtené hodnoty objemových změn pro jednotlivé vzorky komerčních šamponů včetně hodnot potřebných pro jejich výpočet.....	61
Tabulka 24 Vypočtené hodnoty objemových změn pro jednotlivé vývojové vzorky včetně hodnot potřebných pro jejich výpočet	62
Tabulka 25 Hodnoty kontaktních úhlů, včetně šířky a výšky kapky měřeného vzorku šamponu	62

Tabulka 26 Naměřené hodnoty napětí na objemu přídavku titračního činidla při 2. a 3. titraci anionických tenzidů vzorku B a vypočtené hodnoty 1. derivací	81
Tabulka 27 Naměřené hodnoty napětí na objemu přídavku titračního činidla při 2. a 3. titraci anionických tenzidů vzorku C a vypočtené hodnoty 1. derivací	82
Tabulka 28 Naměřené hodnoty napětí na objemu přídavku titračního činidla při 2. a 3. titraci anionických tenzidů vzorku D a vypočtené hodnoty 1. derivací	83
Tabulka 29 Naměřené hodnoty napětí na objemu přídavku titračního činidla při 2. a 3. titraci anionických tenzidů vzorku E a vypočtené hodnoty 1. derivací.....	84
Tabulka 30 Naměřené hodnoty napětí na objemu přídavku titračního činidla při 2. a 3. titraci anionických tenzidů vzorku F a vypočtené hodnoty 1. derivací.....	85
Tabulka 31 Naměřené hodnoty napětí na objemu přídavku titračního činidla při 2. a 3. titraci anionických tenzidů vzorku G a vypočtené hodnoty 1. derivací	86
Tabulka 32 Naměřené hodnoty napětí na objemu přídavku titračního činidla při 2. a 3. titraci neionických tenzidů vzorku D a vypočtené hodnoty 1. derivací	88
Tabulka 33 Naměřené hodnoty napětí na objemu přídavku titračního činidla při 2. a 3. titraci neionických tenzidů vzorku E a vypočtené hodnoty 1. derivací.....	89
Tabulka 34 Naměřené hodnoty napětí na objemu přídavku titračního činidla při 2. a 3. titraci neionických tenzidů vzorku F a vypočtené hodnoty 1. derivací.....	90

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

KH Kolagenní hydrolyzát

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Grafické vyhodnocení potenciometrického stanovení anionických povrchově aktivních látek u vzorků B až G

Příloha P II: Grafické vyhodnocení potenciometrického stanovení neionických povrchově aktivních látek u vzorků D až F

PŘÍLOHA P I: GRAFICKÉ VYHODNOCENÍ

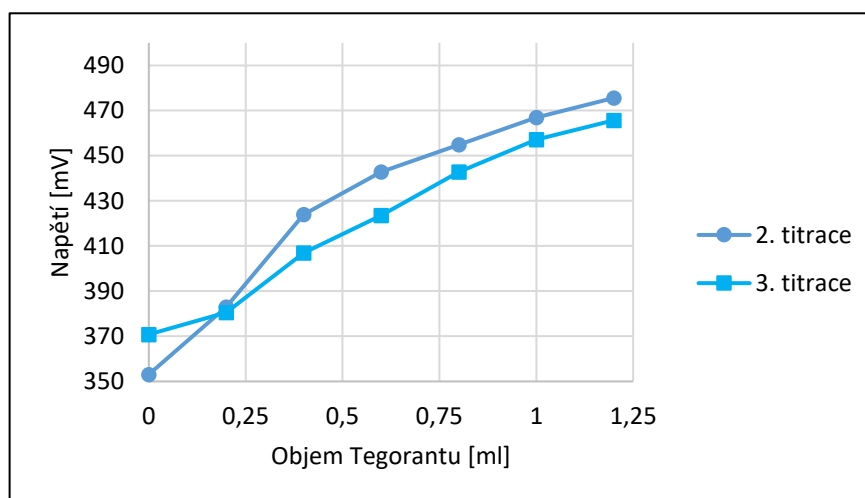
POTENCIOMETRICKÉHO STANOVENÍ ANIONICKÝCH

POVRCHOVĚ AKTIVNÍCH LÁTEK U VZORKŮ B AŽ G

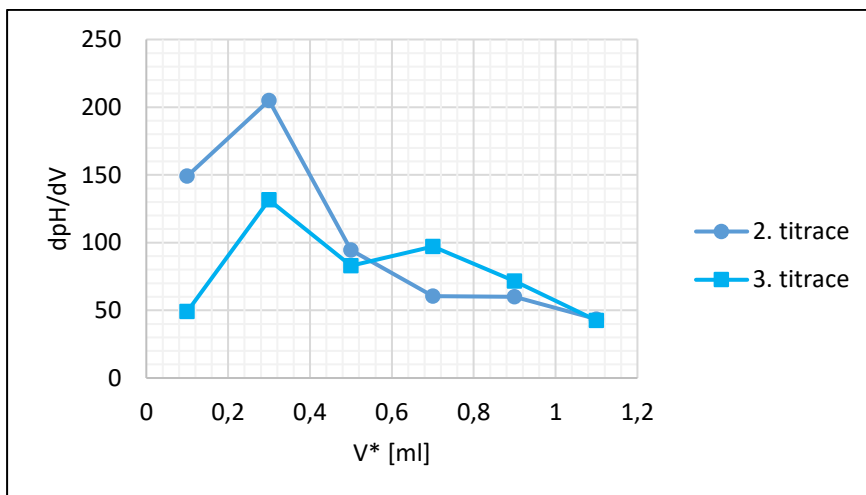
Vzorek B

Tabulka 26 Naměřené hodnoty napětí na objemu přídatku titračního činidla při 2. a 3. titraci anionických tenzidů vzorku B a vypočtené hodnoty 1. derivací

Body titrační křivky 2. titrace		Body křivky 1. derivace		Body titrační křivky 3. titrace		Body křivky 1. derivace	
Objem [ml]	Napětí [mV]	V* [ml]	dpH/dV	Objem [ml]	Napětí [mV]	V* [ml]	dpH/dV
0,0	353,1	0,1	149,0	0,0	370,8	0,1	49,0
0,2	382,9	0,3	205,0	0,2	380,6	0,3	131,5
0,4	423,9	0,5	94,5	0,4	406,9	0,5	83,0
0,6	442,8	0,7	60,5	0,6	423,5	0,7	97,0
0,8	454,9	0,9	60,0	0,8	442,9	0,9	71,5
1,0	466,9	1,1	43,5	1,0	457,2	1,1	42,5
1,2	475,6			1,2	465,7		



Obrázek 27 Závislost napětí na objemu titračního činidla při 2. a 3. titraci vzorku B

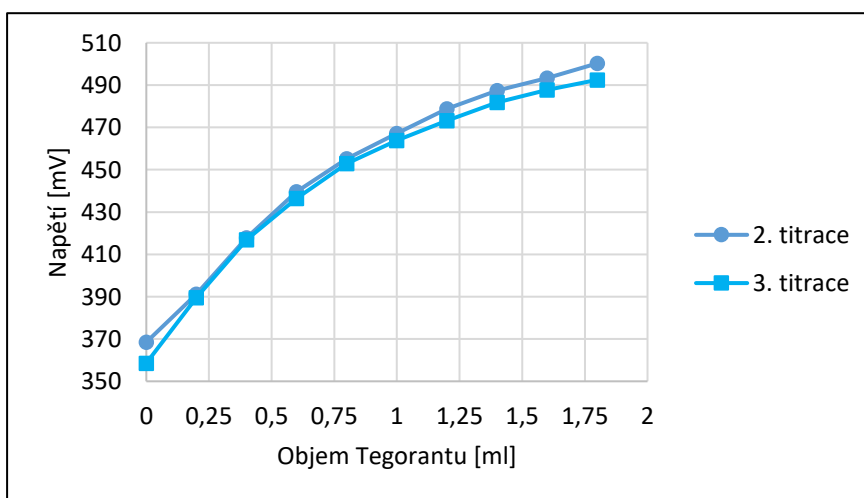


Obrázek 28 Grafické znázornění 1. derivací 2. a 3. titrace vzorku B

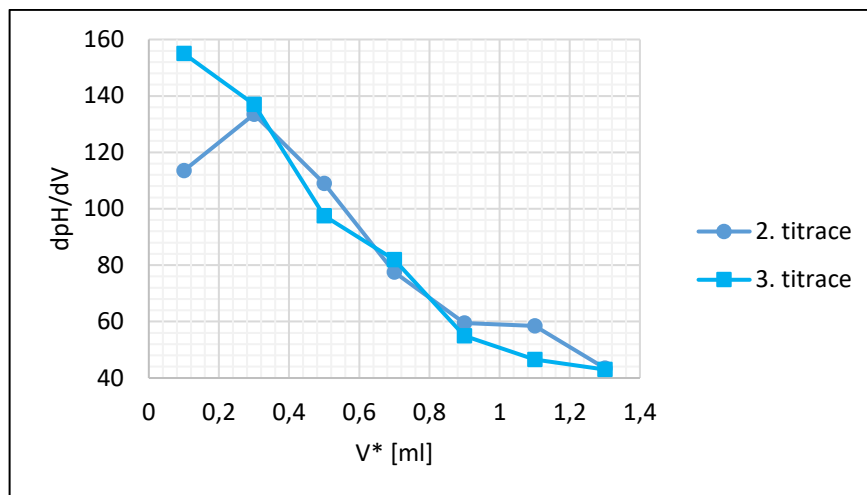
Vzorek C

Tabulka 27 Naměřené hodnoty napětí na objemu přidavku titračního činidla při 2. a 3. titraci anionických tenzidů vzorku C a vypočtené hodnoty 1. derivací

Body titrační křivky 2. titrace		Body křivky 1. derivace		Body titrační křivky 3. titrace		Body křivky 1. derivace	
Objem [ml]	Napětí [mV]	V* [ml]	dpH/dV	Objem [ml]	Napětí [mV]	V* [ml]	dpH/dV
0,0	368,5	0,1	113,5	0,0	358,6	0,1	155,0
0,2	391,2	0,3	133,5	0,2	389,6	0,3	137,0
0,4	417,9	0,5	109,0	0,4	417,0	0,5	97,5
0,6	439,7	0,7	77,5	0,6	436,5	0,7	82,0
0,8	455,2	0,9	59,5	0,8	452,9	0,9	55,0
1,0	467,1	1,1	58,5	1,0	463,9	1,1	46,5
1,2	478,8	1,3	43,5	1,2	473,2	1,3	43,0
1,4	487,5			1,4	481,8		



Obrázek 29 Závislost napětí na objemu titračního činidla při 2. a 3. titraci vzorku C

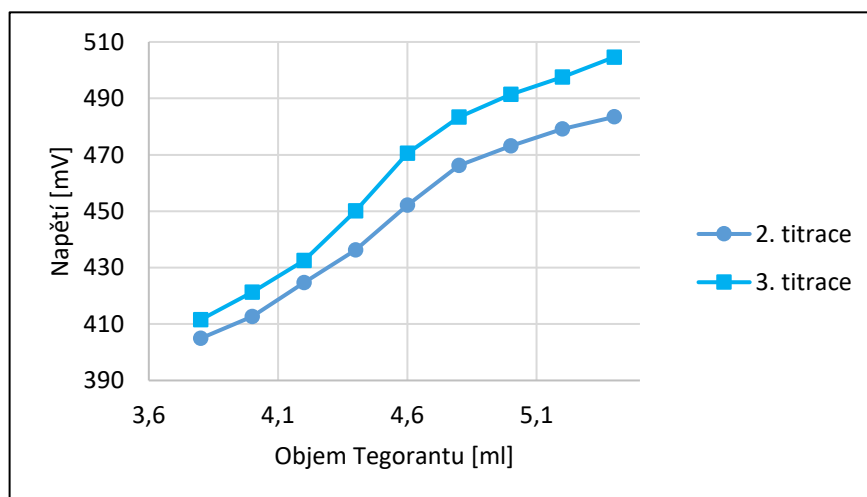


Obrázek 30 Grafické znázornění 1. derivací 2. a 3. titrace vzorku C

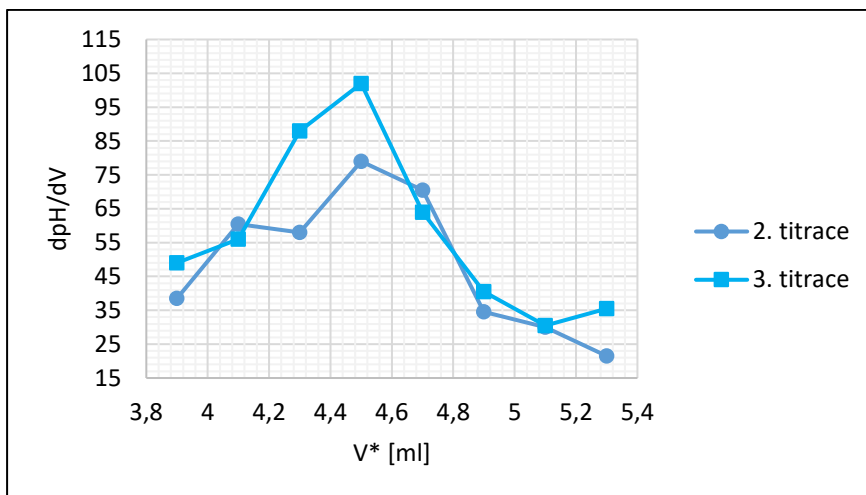
Vzorek D

Tabulka 28 Naměřené hodnoty napětí na objemu přidavku titračního činidla při 2. a 3. titraci anionických tenzidů vzorku D a vypočtené hodnoty 1. derivací

Body titrační křivky 2. titrace		Body křivky 1. derivace		Body titrační křivky 3. titrace		Body křivky 1. derivace	
Objem [ml]	Napětí [mV]	V* [ml]	dpH/dV	Objem [ml]	Napětí [mV]	V* [ml]	dpH/dV
3,8	404,9	3,9	38,5	3,8	411,5	3,9	49,0
4,0	412,6	4,1	60,5	4,0	421,3	4,1	56,0
4,2	424,7	4,3	58,0	4,2	432,5	4,3	88,0
4,4	436,3	4,5	79,0	4,4	450,1	4,5	102,0
4,6	452,1	4,7	70,5	4,6	470,5	4,7	64,0
4,8	466,2	4,9	34,5	4,8	483,3	4,9	40,5
5,0	473,1	5,1	30,0	5,0	491,4	5,1	30,5
5,2	479,1	5,3	21,5	5,2	497,5	5,3	35,5
5,4	483,4			5,4	504,6		



Obrázek 31 Závislost napětí na objemu titračního činidla při 2. a 3. titraci vzorku D

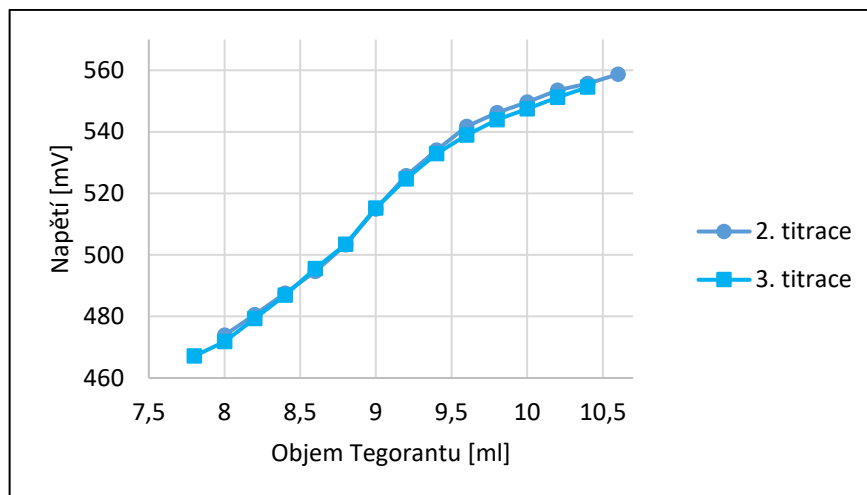


Obrázek 32 Grafické znázornění 1. derivací 2. a 3. titrace vzorku D

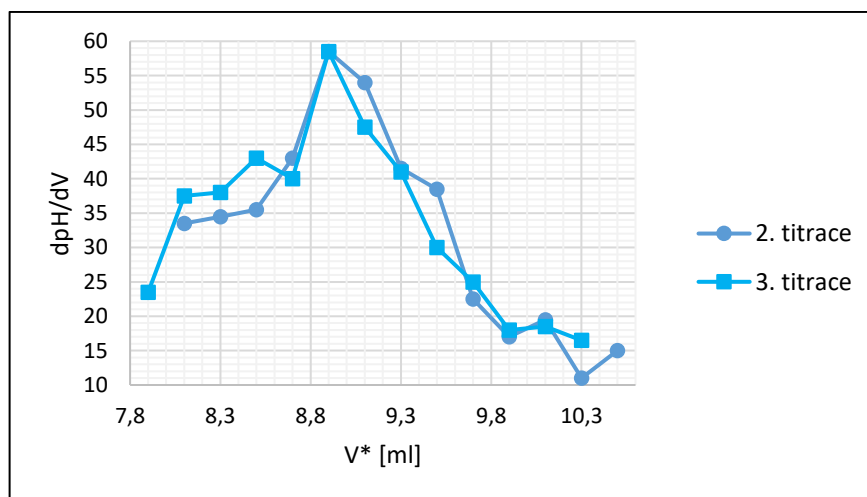
Vzorek E

Tabulka 29 Naměřené hodnoty napětí na objemu přidavku titračního činidla při 2. a 3. titraci anionických tenzidů vzorku E a vypočtené hodnoty 1. derivací

Body titrační křivky 2. titrace		Body křivky 1. derivace		Body titrační křivky 3. titrace		Body křivky 1. derivace	
Objem [ml]	Napětí [mV]	V* [ml]	dpH/dV	Objem [ml]	Napětí [mV]	V* [ml]	dpH/dV
8,0	473,9	8,1	33,5	7,8	467,1	7,9	23,5
8,2	480,6	8,3	34,5	8,0	471,8	8,1	37,5
8,4	487,5	8,5	35,5	8,2	479,3	8,3	38,0
8,6	494,6	8,7	43,0	8,4	486,9	8,5	43,0
8,8	503,2	8,9	58,5	8,6	495,5	8,7	40,0
9,0	514,9	9,1	54,0	8,8	503,5	8,9	58,5
9,2	525,7	9,3	41,5	9,0	515,2	9,1	47,5
9,4	534,0	9,5	38,5	9,2	524,7	9,3	41,0
9,6	541,7	9,7	22,5	9,4	532,9	9,5	30,0
9,8	546,2	9,9	17,0	9,6	538,9	9,7	25,0
10,0	549,6	10,1	19,5	9,8	543,9	9,9	18,0
10,2	553,5	10,3	11,0	10,0	547,5	10,1	18,5
10,4	555,7	10,5	15,0	10,2	551,2	10,3	16,5
10,6	558,7			10,4	554,5		



Obrázek 33 Závislost napětí na objemu titračního činidla při 2. a 3. titraci vzorku E

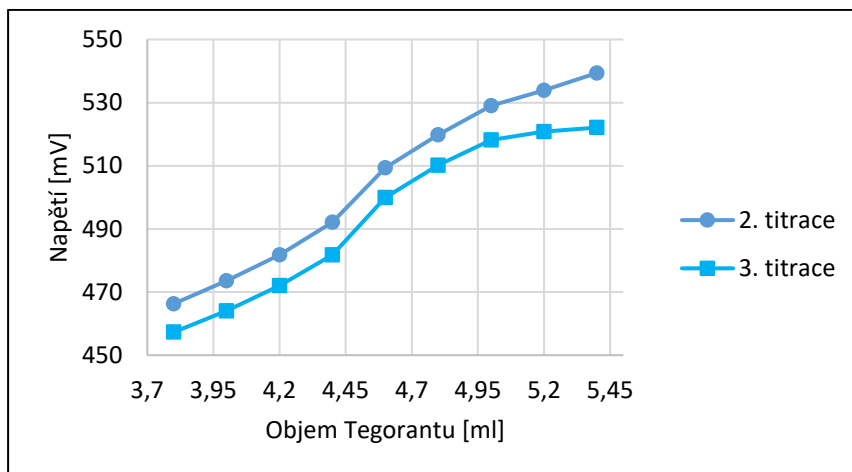


Obrázek 34 Grafické znázornění 1. derivací 2. a 3. titrace vzorku E

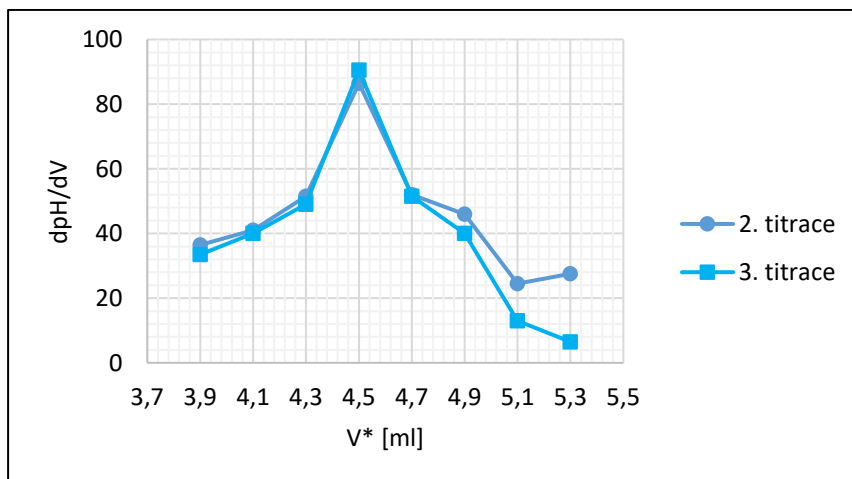
Vzorek F

Tabulka 30 Naměřené hodnoty napětí na objemu přidavku titračního činidla při 2. a 3. titraci anionických tenzidů vzorku F a vypočtené hodnoty 1. derivací

Body titrační křivky 2. titrace		Body křivky 1. derivace		Body titrační křivky 3. titrace		Body křivky 1. derivace	
Objem [ml]	Napětí [mV]	V* [ml]	dpH/dV	Objem [ml]	Napětí [mV]	V* [ml]	dpH/dV
3,8	466,3	3,9	36,5	3,8	457,3	3,9	33,5
4,0	473,6	4,1	41,0	4,0	464,0	4,1	40,0
4,2	481,8	4,3	51,5	4,2	472,0	4,3	49,0
4,4	492,1	4,5	86,5	4,4	481,8	4,5	90,5
4,6	509,4	4,7	52,0	4,6	499,9	4,7	51,5
4,8	519,8	4,9	46,0	4,8	510,2	4,9	40,0
5,0	529,0	5,1	24,5	5,0	518,2	5,1	13,0
5,2	533,9	5,3	27,5	5,2	520,8	5,3	6,5
5,4	539,4			5,4	522,1		



Obrázek 35 Závislost napětí na objemu titračního činidla při 2. a 3. titraci vzorku F

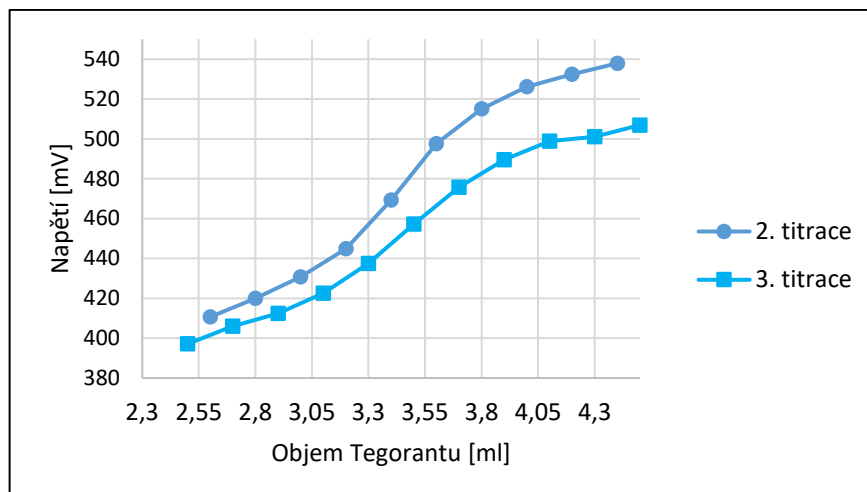


Obrázek 36 Grafické znázornění 1. derivací 2. a 3. titrace vzorku F

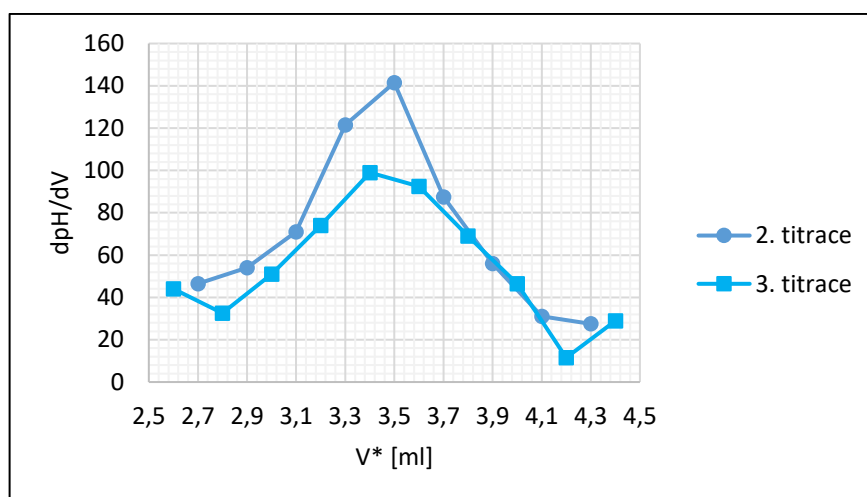
Vzorek G

Tabulka 31 Naměřené hodnoty napětí na objemu přidavku titračního činidla při 2. a 3. titraci anionických tenzidů vzorku G a vypočtené hodnoty 1. derivací

Body titrační křivky 2. titrace		Body křivky 1. derivace		Body titrační křivky 3. titrace		Body křivky 1. derivace	
Objem [ml]	Napětí [mV]	V* [ml]	dpH/dV	Objem [ml]	Napětí [mV]	V* [ml]	dpH/dV
2,6	410,6	2,7	46,5	2,7	405,9	2,8	32,5
2,8	419,9	2,9	54,0	2,9	412,4	3,0	51,0
3,0	430,7	3,1	71,0	3,1	422,6	3,2	74,0
3,2	444,9	3,3	121,5	3,3	437,4	3,4	99,0
3,4	469,2	3,5	141,5	3,5	457,2	3,6	92,5
3,6	497,5	3,7	87,5	3,7	475,7	3,8	69,0
3,8	515,0	3,9	56,0	3,9	489,5	4,0	46,5
4,0	526,2	4,1	31,0	4,1	498,8	4,2	11,5
4,2	532,4	4,3	27,5	4,3	501,1	4,4	29,0
4,4	537,9			4,5	506,9		



Obrázek 37 Závislost napětí na objemu titračního činidla při 2. a 3. titraci vzorku G



Obrázek 38 Grafické znázornění 1. derivací 2. a 3. titrace vzorku G

PŘÍLOHA P II: GRAFICKÉ VYHODNOCENÍ

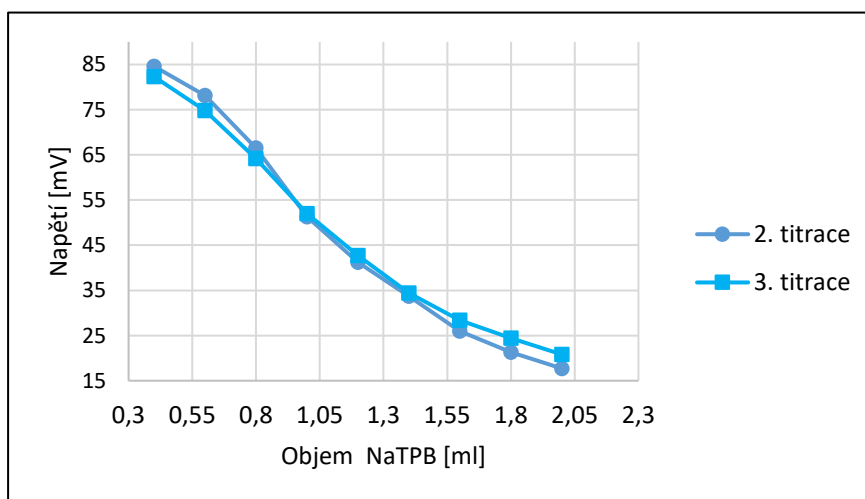
POTENCIOMETRICKÉHO STANOVENÍ NEIONICKÝCH

POVRCHOVĚ AKTIVNÍCH LÁTEK U VZORKŮ D AŽ F

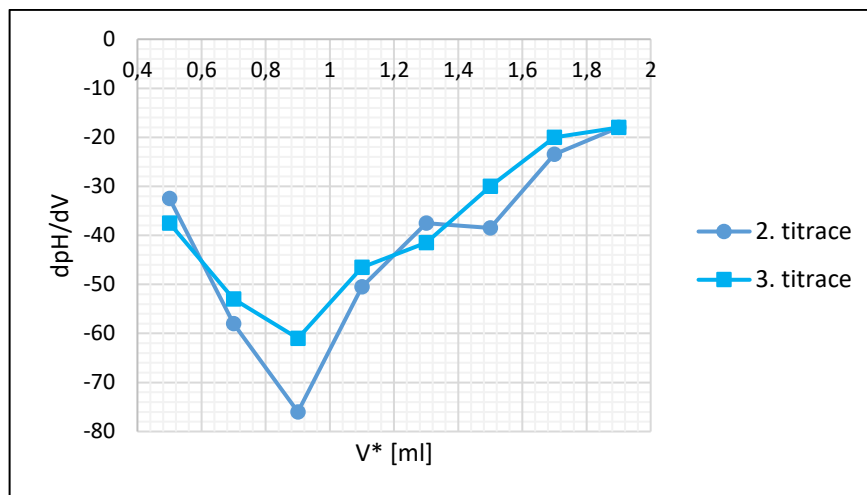
Vzorek D

Tabulka 32 Naměřené hodnoty napětí na objemu přidavku titračního činidla při 2. a 3. titraci neionických tenzidů vzorku D a vypočtené hodnoty 1. derivací

Body titrační křivky 2. titrace		Body křivky 1. derivace		Body titrační křivky 3. titrace		Body křivky 1. derivace	
Objem [ml]	Napětí [mV]	V* [ml]	dpH/dV	Objem [ml]	Napětí [mV]	V* [ml]	dpH/dV
0,4	84,6	0,5	-32,5	0,4	82,3	0,5	-37,5
0,6	78,1	0,7	-58,0	0,6	74,8	0,7	-53,0
0,8	66,5	0,9	-76,0	0,8	64,2	0,9	-61,0
1,0	51,3	1,1	-50,5	1,0	52,0	1,1	-46,5
1,2	41,2	1,3	-37,5	1,2	42,7	1,3	-41,5
1,4	33,7	1,5	-38,5	1,4	34,4	1,5	-30,0
1,6	26,0	1,7	-23,5	1,6	28,4	1,7	-20,0
1,8	21,3	1,9	-18,0	1,8	24,4	1,9	-18,0
2,0	17,7			2,0	20,8		



Obrázek 39 Závislost napětí na objemu titračního činidla při 2. a 3. titraci neionických tenzidů vzorku D

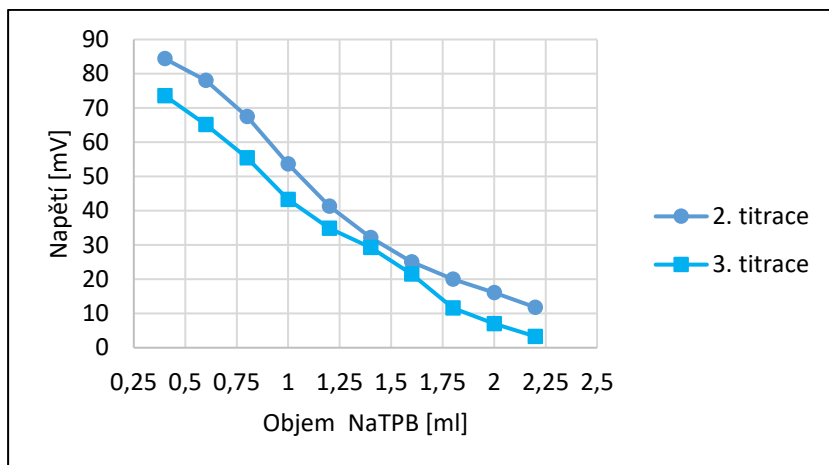


Obrázek 40 Grafické znázornění 1. derivací 2. a 3. titrace neionických tenzidů vzorku D

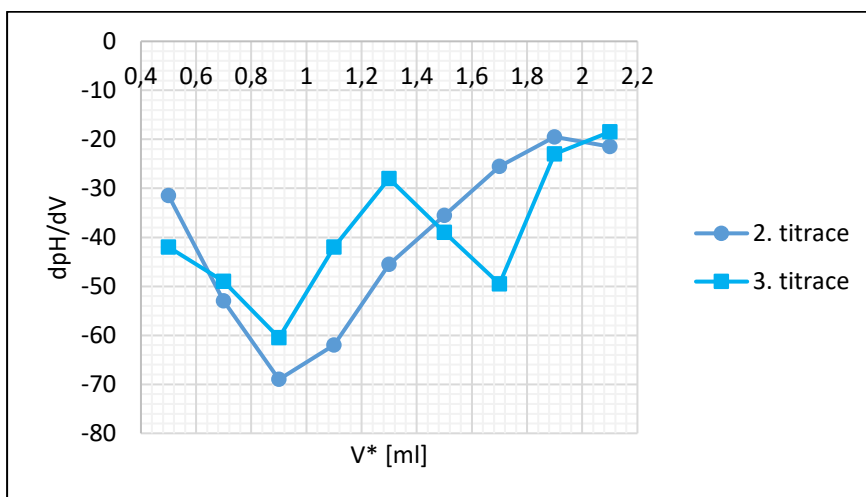
Vzorek E

Tabulka 33 Naměřené hodnoty napětí na objemu přidavku titračního činidla při 2. a 3. titraci neionických tenzidů vzorku E a vypočtené hodnoty 1. derivací

Body titrační křivky 2. titrace		Body křivky 1. derivace		Body titrační křivky 3. titrace		Body křivky 1. derivace	
Objem [ml]	Napětí [mV]	V* [ml]	dpH/dV	Objem [ml]	Napětí [mV]	V* [ml]	dpH/dV
0,4	84,4	0,5	-31,5	0,4	73,6	0,5	-42,0
0,6	78,1	0,7	-53,0	0,6	65,2	0,7	-49,0
0,8	67,5	0,9	-69,0	0,8	55,4	0,9	-60,5
1,0	53,7	1,1	-62,0	1,0	43,3	1,1	-42,0
1,2	41,3	1,3	-45,5	1,2	34,9	1,3	-28,0
1,4	32,2	1,5	-35,5	1,4	29,3	1,5	-39,0
1,6	25,1	1,7	-25,5	1,6	21,5	1,7	-49,5
1,8	20,0	1,9	-19,5	1,8	11,6	1,9	-23,0
2,0	16,1	2,1	-21,5	2,0	7,0	2,1	-18,5
2,2	11,8			2,2	3,3		



Obrázek 41 Závislost napětí na objemu titračního činidla při 2. a 3. titraci neionických tenzidů vzorku E

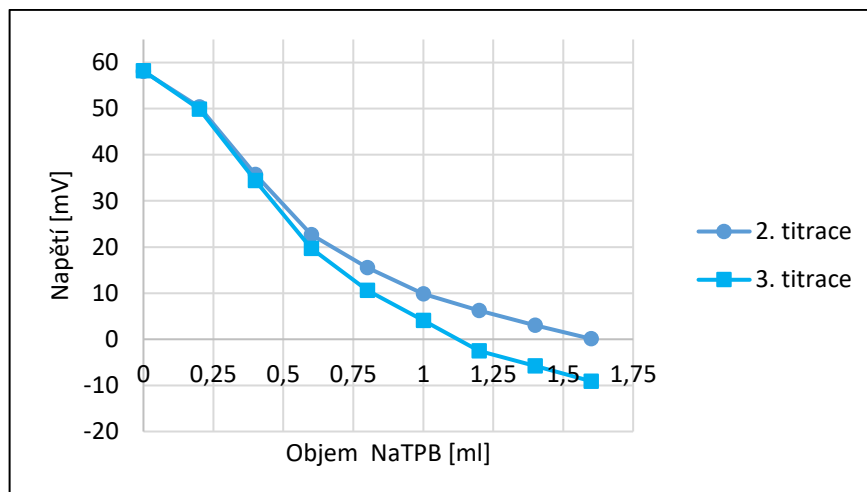


Obrázek 42 Grafické znázornění 1. derivací 2. a 3. titrace neionických tenzidů vzorku E

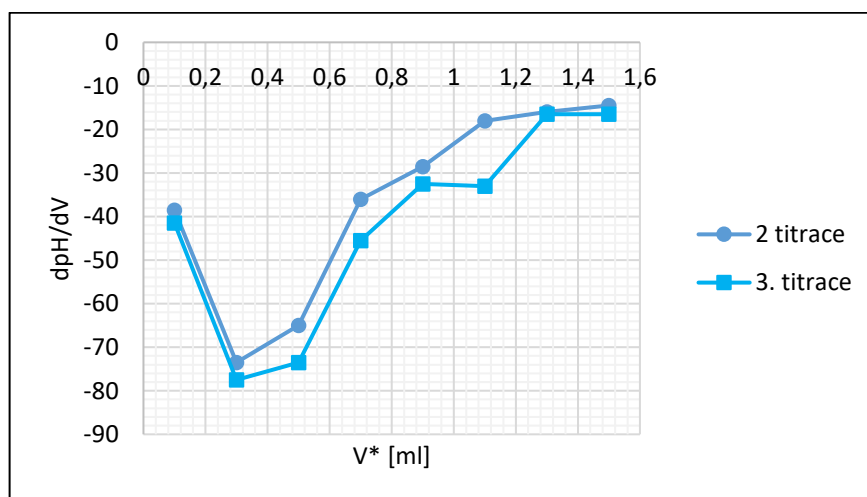
Vzorek F

Tabulka 34 Naměřené hodnoty napětí na objemu přídatku titračního činidla při 2. a 3. titraci neionických tenzidů vzorku F a vypočtené hodnoty 1. derivací

Body titrační křivky 2. titrace		Body křivky 1. derivace		Body titrační křivky 3. titrace		Body křivky 1. derivace	
Objem [ml]	Napětí [mV]	V* [ml]	dpH/dV	Objem [ml]	Napětí [mV]	V* [ml]	dpH/dV
0,0	58,1	0,1	-38,5	0,0	58,2	0,1	-41,5
0,2	50,4	0,3	-73,5	0,2	49,9	0,3	-77,5
0,4	35,7	0,5	-65,0	0,4	34,4	0,5	-73,5
0,6	22,7	0,7	-36,0	0,6	19,7	0,7	-45,5
0,8	15,5	0,9	-28,5	0,8	10,6	0,9	-32,5
1,0	9,8	1,1	-18,0	1,0	4,1	1,1	-33,0
1,2	6,2	1,3	-16,0	1,2	-2,5	1,3	-16,5
1,4	3,0	1,5	-14,5	1,4	-5,8	1,5	-16,5
1,6	0,1			1,6	-9,1		



Obrázek 43 Závislost napětí na objemu titračního činidla při 2. a 3. titraci neionických tenzidů vzorku F



Obrázek 44 Grafické znázornění 1. derivací 2. a 3. titrace neionických tenzidů vzorku F