Ověření bariérové funkce polotuhých forem – mastí s obsahem D-panthenolu

Bc. Markéta Pilařová

Diplomová práce

2013

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav technologie tuků, tenzidů a kosmetiky
akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení:	**Bc. Markéta Pilařová**
Osobní číslo:	**T11568**
Studijní program:	**N2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor:	**Technologie a ekonomika výroby tuků, detergentů a kosmetiky**
Forma studia:	**prezenční**
Téma práce:	**Ověření bariérové funkce polotuhých forem – mastí s obsahem D-panthenolu**

Zásady pro vypracování:

1. **Při vypracování literární rešerže se tématicky zaměřte na problematiku ochranné bariérové funkce kůže, účinky D-panthenolu a jeho využití v kosmetice.**
2. **Navrhněte a proveďte experiment – porovnání přípravků s D-panthenolem o koncentraci 5%, 6%, 7%, 10%, 11%, 13% oproti kontrole.**
3. **Získané výsledky vyhodnoťte a vyvoďte patřičné závěry.**

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

1. **CAMARGO, F.B., GASPAR, L.R., CAMPOS, P.M.B.G.M.: Skin moisturizing effects of panthenol-based formulations. Journal of Cosmetic Science, 2011, vol. 62, no. 4, p. 361-369.**
2. **LEYDEN, J.J., RAWLINGS, A. V.: Skin moisturization. New York : Marcel Dekker, 2002. ISBN 0-8247-0643-9**
3. **RESL, V., CETKOVSKÁ, P., LEBA, M.,RAMPL, I.: Měření hydratace kůže. Čes. slov. Derm. 2006, 81, No. 5 p. 298-304.**
4. **BAUMANN, L., SAGHARI, S., WEISBERG, E.: Cosmetic dermatology: principles and practise. 2. New York: McGrav-Hill Medical, 2009. ISBN 978-0-07-164128-9.**
5. **EBNER, F., et al.: Topical Use od Dexpanthenol in Skin Disordes. Am J Clin Dermatol, 2002, vol. 6, no. 3, p. 427-432.**

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Jana Polášková**
Ústav technologie tuků, tenzidů a kosmetiky

Datum zadání diplomové práce: **11. února 2013**

Termín odevzdání diplomové práce: **22. května 2013**

Ve Zlíně dne 11. února 2013

L.S.

doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan

doc. Ing. Rahula Janiš, CSc.
ředitel ústavu

Příjmení a jméno: ……. Obor: …….

P R O H L Á Š E N Í

Prohlašuji, že

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

Ve Zlíně .....

.....

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ABSTRAKT

Tato práce se zabývá problematikou ochranné bariérové funkce kůže, hydratací pokožky a hydratačními látkami, které se obvykle v kosmetických prostředích vyskytují. Pozornost je věnována zejména D-panthenolu, jeho účinkům a využití v kosmetice. Práce se zabývá ověřením bariérové funkce mastí s obsahem D-panthenolu o různých koncentracích. Tyto vlastnosti D-panthenolu byly zkoumány pomocí corneometrické metody a metody transepidermální ztrátu vody (TEWL).

Klíčová slova: pokožka, hydratace, TEWL, corneometr, D-panthenol.

ABSTRACT

This work deals with the protective barrier function of the skin. It also deals with the hydration of the skin and moisturizing agents that are normally found in cosmetic products. Attention is devoted to the D-panthenol, its effects and usage in cosmetics. The work focuses on the verification of the barrier function of ointments containing D-panthenol in different concentrations. For this investigation were used the corneometry method and transepidermal water loss (TEWL) method.

Keywords:skin, moisturizing, TEWL, corneometer, D-panthenol

Ráda bych touto cestou poděkovala především vedoucí mé práce slečně Ing. Janě Poláškové, nejen za její odborné cenné rady, které mi poskytla při zpracování, ale také za trpělivost, ochotu a vstřícnost, která mi byla poskytnuta.

Děkuji všem dívkám a ženám, které se účastnily experimentální části. Dále děkuji svým blízkým za trpělivost a podporu, kterou mi poskytli nejen v průběhu zpracování diplomové práce.

Tuto práci věnuji lidem, díky kterým mi bylo studium umožněno, díky kterým jsem se stala tím, kým jsem. Lidem, kteří při mně vždy stáli a podporovali mne. Lidem, kterých si vážím a za vše jim děkuji.

Tuto práci věnuji své rodině a příteli, který mi byl velkou podporou.

Prohlašuji, že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné. Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně a použitou literaturu jsem citovala.

Ve .....

dne..... .....

podpis

OBSAH

ÚVOD **10**
I TEORETICKÁ ČÁST **11**
1 KŮŽE **12**
1.1 FYZIOLOGIE KŮŽE 14
1.2 BARIÉROVÁ FUNKCE KŮŽE 15
1.2.1 Faktory podílející se na správné bariérové funkci pokožky 16
2 HYDRATACE **17**
2.1 PŘIROZENÝ HYDRATAČNÍ FAKTOR 17
2.2 TRANSEPIDERMÁLNÍ ZTRÁTA VODY (TEWL) 18
2.3 METODY MĚŘENÍ HYDRATACE POKOŽKY 19
2.4 CORNEOMETR 20
2.5 MOŽNOSTI MĚŘENÍ TRANSEPIDERMÁLNÍ ZTRÁTY VODY 21
2.5.1 Uzavřená komůrková metoda 21
2.5.2 Ventilovaná komůrková metoda 21
2.5.3 Otevřená komůrková metoda 21
2.6 MECHANIZMY PODÍLEJÍCÍ SE NA HYDRATACI KOŽNÍHO POVRCHU 22
2.7 HYDRATAČNÍ KOSMETICKÉ PROSTŘEDKY 23
2.7.1 Emolienty 24
2.7.2 Okluzíva 24
2.7.3 Humektanty 25
2.7.3.1 Močovina 25
2.7.3.2 Glycerol 26
2.7.3.3 Propylenglykol 27
2.7.3.4 Kyselina mléčná 27
3 PANTHENOL **28**
3.1 KYSELINA PANTOTHENOVÁ 28
3.2 DEXPANTHENOL 29
3.2.1 Charakteristika dexpanthenolu 29
3.2.2 Mechanizmus účinku dexpanthenolu 30
3.2.3 Použití dexpanthenolu 31
3.3 BEPANTHEN MAST 32
4 POLOTUHÉ FORMY **33**
4.1 MASTI 33
4.1.1 Typy masťových základů 33
4.1.2 Pokyny pro přípravu masťových základů 34
5 CÍL PRÁCE **36**
II PRAKTICKÁ ČÁST **37**
6 METODIKA **38**
6.1 POUŽITÉ CHEMIKÁLIE A ZAŘÍZENÍ 38
6.1.1 Stanice MPA5 39
6.2 PŘÍPRAVA MATERIÁLU NA EXPERIMENT 41
6.2.1 Příprava roztoků na samotný experiment 44

6.3 SOUBOR PROBANDŮ 44
6.4 ORGANIZACE MĚŘENÍ 45
6.4.1 Měření pH vzorků 49
6.5 METODY ZPRACOVÁNÍ NAMĚŘENÝCH DAT 50
7 VÝSLEDKY A DISKUZE 52
7.1 MĚŘENÍ HYDRATAČNÍCH ÚČINKŮ MASTÍ S OBSAHEM D-PANTHENOLU 52
7.2 MĚŘENÍ TEWL MASTÍ S OBSAHEM D-PANTHENOLU 59
7.3 MĚŘENÍ PH MASTÍ S OBSAHEM D-PANTHENOLU 66
ZÁVĚR 72
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY 74
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK 79
SEZNAM OBRÁZKŮ 80
SEZNAM TABULEK 82
SEZNAM PŘÍLOH 83

ÚVOD

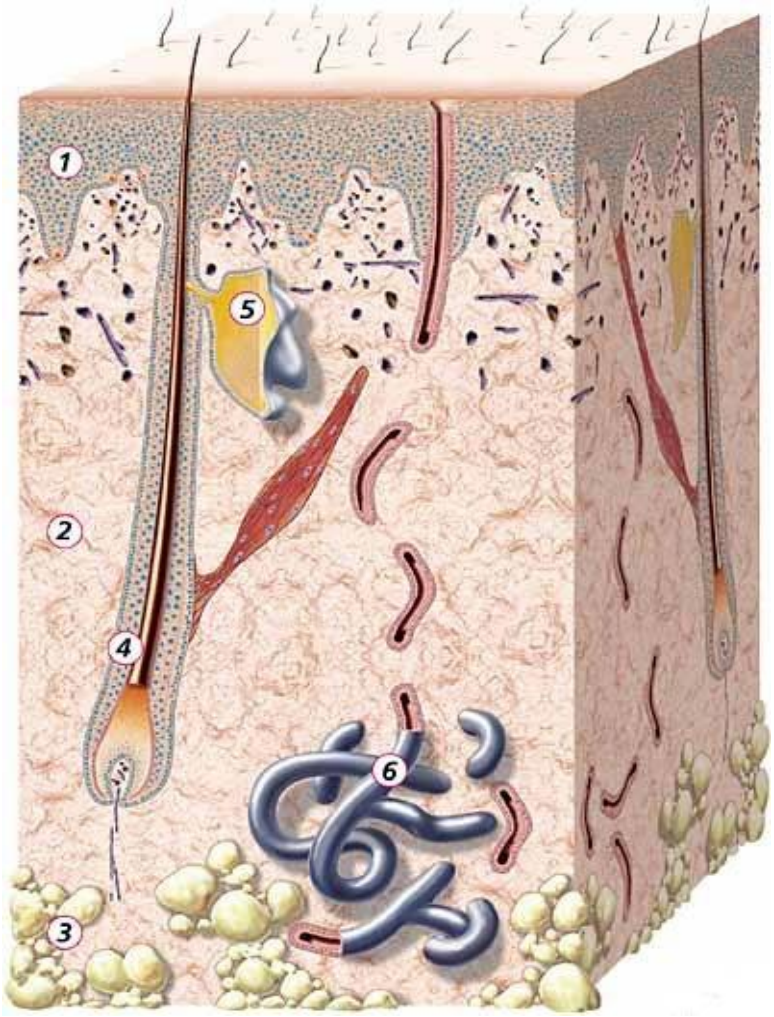
Kůže je skladebně a vývojově složitý orgán, který má mimo estetické funkce i řadu dalších významných úkolů. Chrání nás před infekcí, udržuje stálou tělesnou teplotu, umožňuje zbavovat se odpadních látek, podílí se na tvorbě vitamínu D, dovoluje nám vnímat teplo, chlad či dotyk a v neposlední řadě tvoří ochrannou bariéru mezi námi a vnějším prostředím. Kůže je náš štít před okolním světem, který je potřeba chránit a udržovat v dobrém stavu, aby plnil svoji správnou funkci. Důležitou ochranou pokožky je důkladná hydratace, tedy zvyšování obsahu vody ve *stratum corneum.* Nedostatečně hydratovaná pokožka může mít několik příčin, mezi které řadíme nedostačující pitný režim, stravování, genetiku, pohlaví a extrémní klimatické podmínky. Ztráta přirozené vlhkosti je také jednou z hlavních příčin stárnutí pokožky, tvorby vrásek či dokonce kožních onemocnění. Pokožka se stává napjatou, vysušenou a hrubou, dochází ke snížení její vlastní ochranné funkce, což vede ke zvýšení transepidermální ztráty vody a k poškození ochranné bariérové funkce pokožky. K největšímu úbytku vlhkosti dochází právě na obličeji, jelikož je více vystaven vnějším vlivům. Pro udržení správné hydratace je potřeba použít takové prostředky, které obsahují nejen přirozené hydratační faktory (např. močovina), ale které také pokožku změkčují (emolienty), zvyšují obsah vody v pokožce (humektanty) či brání odpařování vody z pokožky (okluzíva). Takové látky poskytují ochranu před vysušujícím vzduchem a tak udržují vlhkost v pokožce, čímž ji dodávají hebkost a zdravý vzhled. Mezi takové látky patří právě D-panthenol, který dodává pokožce změkčující efekt, udržuje ji jemnou, pružnou či zlepšuje její hydrataci.

Tato práce se zabývá ověřením bariérové funkce pokožky po aplikaci mastí s obsahem D-panthenolu. Tato funkce D-panthenolu byla prozkoumána pomocí stanice MPA 5 obsahující tři sondy a to sondu pro corneometrické měření, pro TEWL a měření pH.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 KŮŽE

Kůže (Obr. 1) je vývojově složitý orgán, který má značný význam. Tloušťka kůže kolísá v závislosti na věku, pohlaví, výživě a především na anatomické lokalizaci. Největší tloušťku má na patách a zádech a nejtenčí je na očních víčkách [1]. Celková hmotnost tohoto orgánu činí průměrně 15–20 kg z celkové hmotnosti lidského těla [2]. Má mnoho funkcí, nejdůležitější však je její ochranná funkce mezi organismem a vnějším prostředím [3]. Funkčně tedy tvoří jediný, pro organismus významný celek [4].



Obr. 1. Složení lidské kůže (1 - epidermis, 2 – corium, 3 – subcutis, 4 – vlasový folikul, 5 – mazová žláza, 6 – potní žláza) [5].

Na barvu kůže má vliv řada vnitřních i vnějších faktorů. Jedná se zejména o množství melaninu, tloušťku rohové vrstvy, stupeň prokrvení, množství hemoglobinu v krvi

a jeho saturaci kyslíkem [3].

Kůži tvoří tři hlavní části [1]:

▪ *epidermis* – pokožka;

▪ *corium* – škára;

▪ *subcutis* – podkožní tkáň.

Tyto tři hlavní části doplňují žlázy mazové, potní (ekrinní a apokrinní) a mléčné (u mužů jsou nefunkční), vlasy a nehty [1].

Epidermis (pokožka) je vnější vrstva kůže, je bezcévná a vyživována difuzí z coria [1]. Její průměrná tloušťka je 0,2 mm. Představuje dlaždicový, vícevrstevný epitel, jehož buňky se množí v bazální vrstvě, posunují se směrem k povrchu a přitom stále více rohovatějí. Je tvořená především keratinocyty, ale také se zde nacházejí melanocyty, Langerhansovy a Merkelovy buňky. Langerhansovy buňky patří mezi složky podílející se na imunitním systému – vystavují antigeny T-lymfocytům, čímž pomáhají bránit tělo před patogeny vstupujícími do těla přes pokožku. Funkce Merkelových buněk není zcela vyjasněna. Velmi často bývá podporován názor, že přítomnost Merkelových buněk poblíž nervových zakončení, plní roli mechanoreceptorů (senzory vnímající tlak v pokožce) [3].

Směrem od coria k povrchu se *epidermis* skládá z těchto vrstev [6]:

- *Stratum basale*
- *Stratum spinosum*
- *Stratum granulosum*
- *Stratum lucidum*
- *Stratum corneum*

V *Epidermis*, a to konkrétně ve *Stratum spinosum* začíná proces diferenciace, což je přeměna keratinocytů ve výsledný kožní produkt – keratin. Toto zrání buněk trvá za normálních okolností asi 28 dní [3].

Stratum corneum vzniká v procesu keratinizace a určuje vzhled a kvalitu kůže. Při tomto procesu dochází k nepřetržitému posunu epidermálních buněk od bazální vrstvy směrem nahoru k povrchu kůže, kde buňky postupně sesychají a vytváří vrstvy bezjaderných, velmi plochých a hustě na sebe kladených zrohovatělých buněk, tzv. korneocytů, navzájem spojených proteinovými útvary - desmosomy, které zabezpečují celistvost rohové vrstvy. Nitro korneocytů je vyplněno fibrózním proteinem keratinem, vodou a hydro-

skopickými látkami. Povrch je obalen lipidovým obalem a navzájem stmelen mezibuněčnou lipidovou hmotou, složenou především z ceramidů, cholesterolu a lamelárně uspořádaných mastných kyselin. Speciální zaklesnutí buněk a stmelení mezibuněčnou hmotou zabezpečuje dokonalé hydrofobní utěsnění rohové vrstvy [7].

Corium (škára, *dermis, cutis*) je mezenchymálního původu a skládá se ze 2 částí. První je část povrchová a druhá je část hluboká, která poté přechází v podkožní tukovou tkáň. V coriu jsou rozptýleny buněčné elementy, cévy, nervy a kožní adnexa, což je souborný název pro žlázy mazové, apokrinní a ekrinní, vlasy a nehty. Tato vrstva obsahuje kolagenová a elastinová vlákna, která se významně podílí na pevnosti a pružnosti kůže. Oba druhy těchto vláken jsou produkovány typickými buňkami coria tzv. fibrocyty (fibroblasty) [1].

Základní substancí coria je polopevná matrix s vysokým obsahem glykozaminoglykanů zodpovídajících se za viskozitu a hydrataci coria a umožňující transport látek v kožní tkáni [1].

Subcutis (podkožní tuková tkáň) – je nejhlubší vrstvou kůže. Pochází z mezodermu a je složena převážně z tukové tkáně, tvořené tukovými buňkami (adipocyty) a z lamelárně uspořádaného řídkého vaziva. Tuková vrstva v různých lokalitách těla kolísá. Na hýždích, stehnech či břiše je jiný tukový polštář než např. na ploskách nohou. Mimo jiné se rozložení tukové tkáně liší i u mužů a žen. Mužům se tukové buňky ukládají v oblasti břicha, kdežto ženám v oblasti hýždí či stehen [3]. *Subcutis* je izolátorem tepla, chrání před mechanickými inzulty, při výměně tuků a sacharidů má funkci metabolickou a je zásobárnou živin [4].

1.1 Fyziologie kůže

Fyziologické funkce kůže těsně souvisí s její anatomickou strukturou a rolí hraničního orgánu oddělujícího vnitřní a vnější prostředí [3]. Kůže je metabolicky aktivní orgán s řadou funkcí, kterými se podílí na udržování homeostázy organismu. Tvoří souvislou ochrannou bariéru proti zevnímu prostředí [1].

Kromě ochrany před traumatizací, chemickými a fyzikálními faktory (chlad, teplo, UV záření) zabraňuje také ztrátám tělních tekutin a elektrolytů, napomáhá regulaci teploty těla, je významným senzorickým orgánem (čití tepla, chladu, tlaku, vibrací apod.). Dále

hraje významnou roli v syntéze vitamínu D, v imunitních procesech a v neposlední řadě i v sociální komunikaci [1].

1.2 Bariérová funkce kůže

Kůže se chrání svou pevností a pružností před mechanickými inzulty. *Stratum corneum* a melanin zachycují v přiměřené míře ultrafialové záření. A společně s povrchovým kožním filmem tvořeným mazem a potem představují účinnou ochranu proti nepříznivým vlivům vnějšího prostředí i proti maceraci vodou [1]. Porucha epidermální bariéry bývá spojená s poruchou vazby vody, což vede k vývoji stavu nadměrně suché kůže. Doba regenerace poškozené bariéry trvá 4–8 týdnů [8]. Bariérovou (ochrannou) funkci kůže lze rozdělit na:

- Fyzikální bariéru – mechanickou (pevnost, pružnost, soudružnost) ochranu zajišťuje hydratovaná a promaštěná rohová vrstva, desmosomy keratinocytů, síť kolagenových či elastických vláken a podkožní tuková tkáň. Fyzikální bariérová funkce plní hlavní roli v ochraně před teplem a chladem [3].
- Chemickou bariéru – uplatňují se zde mechanické vlastnosti kůže, schopnost kyselého kožního pláště, což usnadňuje odlupování odumřelých šupin kůže a tím i její regeneraci či zabraňuje pomnožení mikroorganismů, taktéž se uplatňuje samočisticí schopnost kůže [3].
- Biologickou bariéru – neporušená rohová vrstva je překážkou pro koky a jejich enzymy, podílí se na samočisticí funkci kůže a kyselé pH ochranného kožního filmu působí antimikrobiálně. Kolonizaci kožního povrchu podporuje přehnaná očista (detergenty, mýdlo), je nutné si tedy uvědomit, že koupáním či sprchováním smýváme z kůže ochranný film, proto je nutné doplňovat jej vhodným způsobem zpět. K obnově ochranného kožního pláště je třeba zvolit vhodné mycí prostředky a dále pak kosmetiku, která kůži hydratuje a promašťuje [3].

Při porušené bariérové funkci se uplatňuje aplikace tzv. náhradních bariérových přípravků (bariérové masky, krémy), urychlující obnovu bariérové funkce pokožky a upravující urychleně nadměrnou ztrátu vody, kdy po aplikaci na kůži tyto prostředky vytváří tzv. náhradní bariérový systém schopný porušené bariérové funkce po nezbytnou dobu nahrazovat a vytváří tak podmínky pro navození regeneračních procesů v *epidermis* vedoucích k obnově porušené bariérové funkce. S touto funkcí kůže souvisí také samočisticí (auto-

dezinfekční, detoxikační) funkce, na které se podílí *stratum corneum* tím, že napomáhá odstranění prachu, nečistot, chemikálií, mikrobů atd. přirozenou kontinuální deskvamací. Taktéž se na funkci podílí ochranný kožní film [8].

1.2.1 Faktory podílející se na správné bariérové funkci pokožky

Na správné bariérové funkci se podílí *epidermis* a především pak nejsvrchnější část *stratum corneum.* Zde dochází k obraně proti ztrátě nadměrného množství vody a k regulaci vodního hospodářství. Přestože relativní obsah vody v kůži je ve srovnání s jinými orgány lehce omezen, zaujímá kůže svým absolutním obsahem vody druhé místo za svalstvem. Jedná se tedy o velký rezervoár, který v případě potřeby je schopen svými bobtnacími a adsorpčními vlastnostmi shromažďovat, popřípadě i uvolňovat pro organismus značné množství tekutiny pro různé metabolické procesy. Nejvíce je nedostatku vody v kůži vystavena rohová vrstva, kdy při jejím porušení, ať už při kožním onemocněním, či účinkem polárních rozpouštědel nebo eluci vodou, dochází k nadměrným ztrátám vody pokožkou [9].

2 HYDRATACE

Hydratace všeobecně vyjadřuje podíl vody v daném médiu, což znamená ve tkáních, mezibuněčné hmotě a dalších strukturách. V kosmetické oblasti slovo hydratace vyjadřuje podíl vody v pokožce, zejména v rohové vrstvě. Nedostatek či nadbytek vody brání správné funkci pokožky a projevuje se na kůži nepříznivě. Hydratovat pokožku je snadné, ale udržet množství vody na optimální úrovni při všech vnějších faktorech, které na ni působí jako je např. vlhkost vzduchu, způsob očisty, může být náročné a problematické, proto je velmi důležité zvolit prostředky, které dodávají potřebnou vláčnost [10].

Kůže jako složitý orgán lidského těla vyžaduje každodenní péči a pozornost. Stav kůže hraje důležitou roli ve vztahu k fyzickému a duševnímu zdraví. K tomu, aby pokožka byla v dobrém stavu, je nutné ji udržovat v dokonalé čistotě a optimálně hydratovanou. Pouze kůže optimálně hydratovaná a promaštěná zabezpečí, že kožní povrch bude celistvý, hladký, jemný a pružný, se sníženou náchylností ke vzniku kožních chorob [7].

Hydrataci kůže ovlivňuje především stav *stratum corneum* a rovněž také tvorba a kvalita povrchového lipidního filmu. U optimálně hydratované kůže, kde je rohová vrstva ohebná a koherentní, se obsah vody pohybuje mezi 7 a 10 %. Při sníženém obsahu vody v kůži vzniká klinický obraz suché kůže, projevující se suchostí, zčervenáním, šupinatostí, popř. popraskáním. Na udržení optimálního obsahu vody v rohové vrstvě se podílí především lipidy mezibuněčné hmoty a kožního ochranného pláště a hygroskopické látky, které se nachází hlavně uvnitř korneocytů a označují se souhrnně jako přirozený hydratační faktor (natural moisturizing factor – NMF). Tyto látky aktivně váží vodu v rohové vrstvě a řada z nich se používá jako zvlhčující látky [7].

2.1 Přirozený hydratační faktor

Voda je jednou z nejdůležitějších látek zajišťující hladkost pokožky. Z tohoto důvodu jsou důležitým faktorem přirození hydratační činitelé, kteří zabraňují rychlému vypařování vody. Kdyby totiž došlo k odpaření vody, pokožka by se rychle stala suchou a napnutou. Těmto jevům zabraňuje především transepidermální voda a normální pocení, které udržuje stupeň vlhkosti kůže [11].

NMF je přírodní ochrana pokožky před dehydratací, také hraje významnou roli ve fyzikálních vlastnostech nejsvrchnější vrstvy kůže. NMF je tedy vícesložkový celek

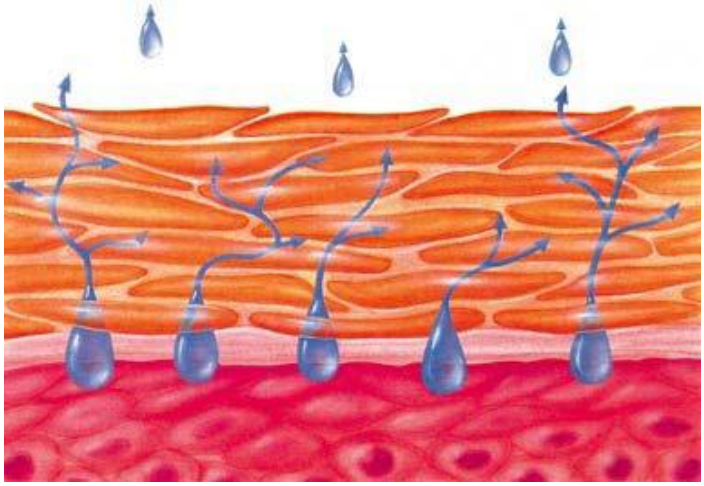
ve vodě rozpustných látek s nízkou molekulovou hmotností, produkovaných uvnitř korneocytů skrze snížení filagrinu [12]. Tyto přírodní látky, které zadržují vodu ve zrohovatělé vrstvě, jsou produkovány během keratinocytové cornifikace (např. kyselina pyrolidocarbonová) potem a vylučováním mazovými žlázami (včetně moči, solí a organických kyselin) [11]. Cytoplazma nejhlubších korneocytů obsahuje hustou masu proteinů (keratin a filagrinin) s výraznou hydrofobicitou. Je dokázáno, že funkce kožní bariéry je založena na těchto zrohovatělých buňkách, jelikož ve středních a svrchních korneocytech se část filagrinu odděluje od keratinových vláken a hydrolyzuje do svých základních aminokyselin [12].

V roce 1972 jeden vědec pozoroval, že soli laktátů – jedna ze složek NMF – měly patrnou hydratační schopnost. V roce 1974 tento vědec uvedl, že soli laktátů jsou vhodné k léčení suchosti a šupinatosti kůže. Sodná sůl kyseliny mléčné je nejvíce hygroskopická a napomáhá plasticitě zrohovatělé vrstvy. Dodává přes 50% vlhkosti, ačkoliv může být snadno absorbována jako volná kyselina [11].

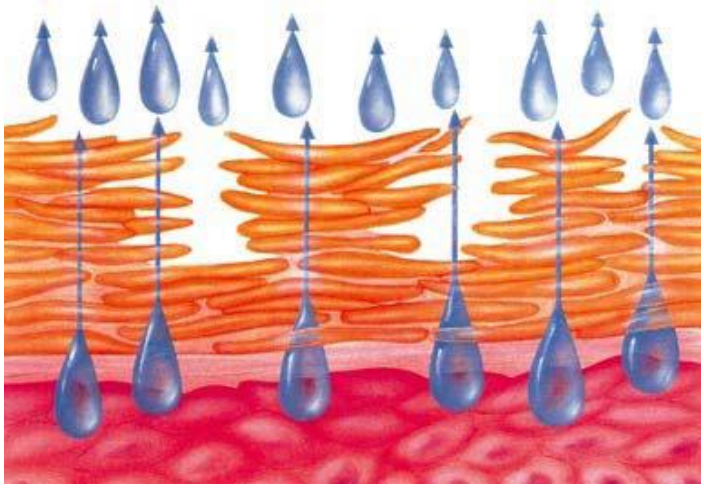
2.2 Transepidermální ztráta vody (TEWL)

Transepidermální ztráta vody, zkráceně TEWL (z anglického Trasepidermal Water Loss) představuje faktor, který je specifický pro daný věk, pohlaví či prováděnou činnost [13]. Jedná se o faktor, který je řízen stratem corneem a je běžnou součástí buněčné aktivity. Pomáhá předcházet dehydrataci. Průměrná hodnota TEWL dosahuje hodnot 0,5 μl/cm^2/hod. [10].

K dokonalé ochraně kožního filmu dochází tehdy, nabývá-li obsah vody v pokožce hodnot vyšších a obsah TEWL představuje hodnoty nižší (Obr. 2) [13]. Nadměrná ztráta vody je označována jako e-TEWL (Obr. 3). Nápravy e-TEWLu lze dosáhnout pomocí prostředků s okluzivním účinkem, které zamezují nadměrnému vypařování vody z pokožky, neboť tvoří nepropustný okluzivní film. Mezi takové prostředky se řadí např. parafín, vazelína apod. [10].



Obr. 2. Optimální bariérová funkce pokožky [11].



Obr. 3. Poškozená bariérová funkce pokožky [11].

2.3 Metody měření hydratace pokožky

Byla vyvinuta řada metod umožňujících měření hydratace pokožky. Jedná se o studium fyziologických a patologických stavů, sledování léčebných účinků extern i kosmetiky, tj. jak ovlivňují stav hydratace pokožky [14].

Pro měření hydratace pokožky byla vyvinuta celá řada metod. Často jsou využívány metody pracující na principu měření kapacity, impedance a konduktivity, takové metody jsou označovány jako přímé. Nepřímo lze hydrataci stanovit pomocí měření elasticity, TEWL, kolorimetrií, spektrofotometrií, gravimetrií, echografií, profilometrií či měřením magnetické rezonance aj., přičemž se jednotlivá měření vzájemně doplňují. K základním

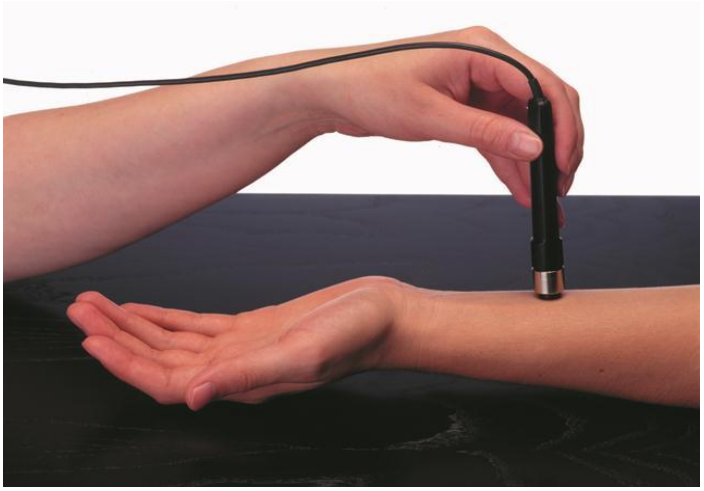
postupům měření hydratace pokožky patří metody *in vivo*, jež jsou užívány při diagnostice onemocnění či při testování účinnosti kosmetických a dermatologických prostředků [15].

V běžné praxi jsou využívány metody měření elasticity, kapacity a elektrického odporu. Komerčně nejvíce dostupnými a vhodnými jsou metody elektrické, založené na měření ekvivalentu kapacity, vodivosti a impedance [16]. Pro objektivní získání výsledků měření hydratace je vhodné zkombinovat přímé a nepřímé postupy [15].

2.4 Corneometr

Corneometrem (Obr. 4) se rozumí sonda určena k měření hydratace pokožky. Měřící metoda je založena na zjišťování změn hodnot dielektrické konstanty (permitivity) měřeného prostředí v závislosti na obsahu vody ve *stratum corneum.* Corneometr je schopen určit obsah vody v pokožce do hloubky 10 – 20 μm [17]. Získané hodnoty jsou vyjadřovány v relativních jednotkách, jelikož odpor pokožky není absolutní hodnota, ale závisí na řadě faktorů. Jednotky a způsob vyhodnocení je pro každý přístroj individuální a veškeré informace o něm jsou uvedeny v manuálu [18].

Corneometr se stal pro speciální řešení sondy celosvětově uznávaným přístrojem, který je považován za standard. Vykazuje opakovatelnost měření, krátké měřící časy i ekonomičnost, snadné ovládání a měření je zcela neinvazivní. Měření je vhodné provádět v klimatizovaných místnostech při 21 °C a vlhkosti vzduchu 42 %. Vlastnosti byly ověřeny *in vitro* s roztokem NaCl v různých koncentracích i s glycerolem a *in vivo* při měření na předloktí před aplikací a po aplikaci přirozených zvlhčovačů [14].



Obr. 4. Corneometr [19].

2.5 Možnosti měření transepidermální ztráty vody

Měření transepidermální ztráty vody (TEWL) je velmi požívaná metoda ke zkoumání bariérové funkce kůže za fyziologických i patologických stavů, k objektivizaci a zpřesnění klinické diagnózy, k vyhodnocení iritačních testů či ke sledování účinků léků i kosmetických prostředků. V současné době jsou používány tři druhy měřících postupů a to uzavřené, ventilované a otevřené komůrky [20].

2.5.1 Uzavřená komůrková metoda

Metoda je založena na aplikaci pouzdra na kůži, kdy pouzdrem je myšlena komůrka. Zde dochází ke sběru vytrácející se páry z kožního povrchu, která je zapsána elektronickým hygrosenzorem. U původní uzavřené komůrkové metody nebylo možno provést přesný zápis TEWL kvůli ustálení kožního vypařování způsobené nasycením vzduchu uvnitř komůrky. V dnešní době se však tato metoda opět využívá a je dostupná ve třech různých variantách [21]:

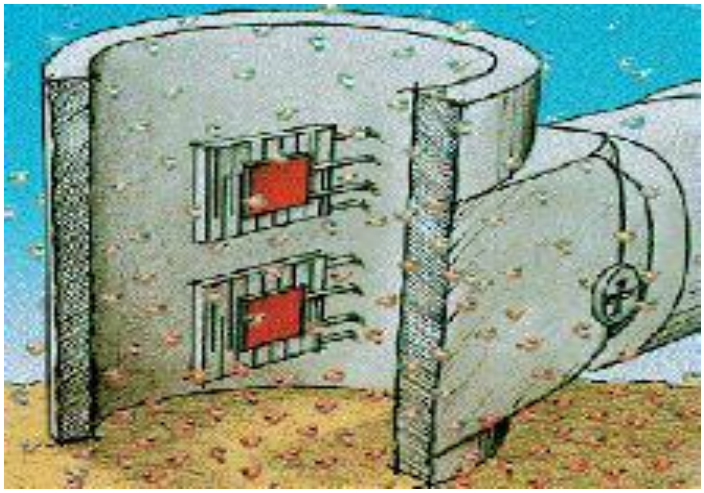
- Měření progresivního vzrůstu relativní vlhkosti uvnitř komůrky.
- Měření proudění vodní páry z povrchu kůže zachycováním vody jako ledu.
- Použití ventilované uzavřené komůrky.

2.5.2 Ventilovaná komůrková metoda

Metoda spočívá v průtoku plynu pouzdrem, které je přiloženo na kůži. Poté dochází k odchodu vody pomocí plynu a ta je změřena hygrometrem. Tímto způsobem lze provést kontinuální měření TEWL. Ventilovanou komůrkovou metodu lze využít nejen pro fyziologické měření, ale také pro posouzení snášenlivosti materiálů obuvi, textilií apod. [20].

2.5.3 Otevřená komůrková metoda

Tato metoda je založena na přiložení pouzdra, které je otevřené do okolního ovzduší. Princip spočívá v umístění sondy na kožní povrch, který zaujímá prostor 0,8 – 1 cm^2. Takto vymezený kožní povrch představuje dno komůrky. TEWL je zaznamenán pomocí dvou hygrosenzorů umístěných v pouzdře nad sebou, které vypočítají jejich spád (Obr. 5). Vzdálenost čidla od kožního povrchu je zvolena tak, aby vyhodnocení tlakového gradientu vodní páry v komůrce mezi kůží a okolním ovzduším dosáhlo co nejlepších výsledků [21].



Obr. 5. Otevřená komůrková metoda [22].

2.6 Mechanizmy podílející se na hydrataci kožního povrchu

Mechanizmy podílející se na trvalé – optimální hydrataci kožního povrchu a speciálně rohové vrstvy jsou [23]:

- Trvale se obnovující povrchový ochranný film.
- Vrstva svrchních buněk rohové vrstvy obsahujících ve svých povrchových membránách lipoidní látky - omega-hydroxy-alkylceramidy, které spolu s proteiny buněčné stěny rohových buněk vytvářejí esterové vazby podmiňující velmi pevné spojení mezi jednotlivými keratinocyty povrchové rohoviny.
- Hyaluronan sodný, syntetizovaný v úrovni horního *stratum granulosum*, který se v součinnosti s lipidy uplatňuje v hydrataci rohové vrstvy.
- Na úrovni *stratum corneum conjuctum* jsou pro hydrataci funkčně velmi významné mezibuněčné prostory, obsahující látky aktivně vážící vodu tzv. NMF, které reprezentují látky syntetizované transformací proteinu filagrinu v průběhu rohovatění.
- Lipoidní dvojvrstvy, které mají zásadní význam pro trvalejší vazbu vody v rohové vrstvě. Jsou vytvářeny v keratinocytech na úrovni horní části *stratum granulosum* z tzv. lamelárních tělísek.

Poruchy hydratačních mechanismů mohou vést ke stavu suché kůže nebo v opačném případě k nadměrné hydrataci kožního povrchu, což může vést k jeho zbobtnání, maceraci spojené s poškozením a vyplavením látek vázajících vodu, k uzávěru vývodu potních žláz

(hydromeióza) – s klinickými projevy potniček (miliaria) či projevy zánětu (miliaria rubra) [23].

2.7 Hydratační kosmetické prostředky

Jako kosmetika s hydratačním účinkem se používají prostředky, které zvyšují množství vody v rohové vrstvě a tak zbavují kůži suchého, šupinatého a zarudlého vzhledu, neakceptovatelného z pohledu kosmetiky a dermatologie. Nejlepší hydratační prostředky jsou ty, které spojují účinek emolientů, látek změkčujících, zvlhčujících a promašťujících kůži, humektantů, látek poutajících vodu a okluzivních látek, které zpomalují vypařování vody. Takovéto složení kosmetických prostředků působí proti ztrátě vody z pokožky [7].

Optimální hydratace je závislá na charakteru kosmetického prostředku (hydrofilní či hydrofobní systém), na použitých ingrediencích, případně látek, pomocí kterých dochází ke snížení ztráty vody ze *stratum corneum*. Nejvhodnější jsou hydratační prostředky, které chrání pokožku proti škodlivým podmínkám vnějšího prostředí a zároveň nepoškozují přirozený kožní film pokožky [10].

Mezi hydratační kosmetické prostředky patří například hydratační krémy. Jedná se o emulze olej ve vodě (O/V). Tyto emulze obsahují humektanty, ať už jeden nebo více, které zlepšují zadržování vody v pokožce. Jsou to např. močovina, glycerol, aminokyseliny (nejlépe směs), mateří kašička, fytohormony (např. extrakty z chmele), kolagen, elastin, kyselina hyaluronová, alfa-hydroxylové kyseliny (AHA kyseliny), vitaminy A a E, ceramidy anebo pyrolidonkarbonová kyselina (PCA) [24].

Mezi další faktory ovlivňující hydrataci kůže patří látky lipoidní, které plní důležitou úlohu pro zachování optimálního množství vody v kůži, jsou ale také součástí ve vodě rozpustných hygroskopických látek, kdy jsou pomocí svého osmotického efektu schopny poutat vodu [9].

Hydrataci pokožky ovlivňují i další faktory jako je například počasí. V chladném sychravém počasí se doporučují používat mastné krémy, převážně typu voda v oleji (V/O), protože napomáhají chránit pokožku před větrem, chladem a mrazem. Při teplém a suchém počasí se užívají krémy, které označujeme jako lehké, hydratační, polomastné, suché apod., tyto krémy jsou převážně typu olej ve vodě (O/V) [25].

Přívlastek hydratační je sice rezervován pro krémy typu O/V, i to je však teoreticky pochybné. Ve skutečnosti emulze typu V/O konzervují v kůži její vlastní vlhkost, jelikož pokryjí kůži lipoidním filmem, který omezuje odpařování vody. Mechanismus účinku krémů typu O/V je naproti tomu mnohem více závislý na vnějších podmínkách jako je vlhkost vzduchu, chlad či teplo. Jejich účinek je v závislosti na těchto podmínkách variabilní [25].

2.7.1 Emolienty

Emolienty neboli změkčovadla jsou oleje a tuky, které se snadno vstřebávají do pokožky. Pomocí emolientů dochází k hydrataci strata cornea, což zajistí jemnou, vláčnou a pružnou pokožku [26]. Mezi emolienty se řadí lanolin (tuk z ovčí vlny), cholesterol, squalen, izohexadekan, minerální oleje, ale také rostlinné oleje, živočišné tuky a další [15].

Jedná se o hydrofobní látky, které po aplikaci pokrývají kožní povrch a doplňují tak úbytek kožního lipoidního filmu. Kůži změkčují, zvláčňují, lubrikují a též hydratují,neboť obnovením lipoidního filmu se omezí pasivní transepidermální ztráta vody (TEWL), čímž se zlepší hydratace rohové vrstvy a celkový vzhled pleti [7]. Důležitou roli u emolientů zaujímá promašťující účinek, díky kterému spotřebitel vnímá pokožku hebkou [26].

2.7.2 Okluzíva

Okluzíva jsou další skupinou látek používanou v kosmetických prostředcích ke zvýšení obsahu vody v rohové vrstvě [7]. Po nanesení tvoří tyto látky na povrchu kůže okluzivní film, který brání odpařování vody. Čím více jsou tyto látky mastnější, tím větší mají účinek, což však může u spotřebitelů z uživatelských důvodů být špatně snášeno, a to zejména na obličeji v teplém a vlhkém prostředí [9].

Mezi okluzivní látky patří uhlovodíky jako vazelína, tekutý a tuhý parafin, squalen, dále rostlinné oleje (olivový, slunečnicový), živočišné tuky (sádlo, tuk z ovčí vlny), silikon a vosky, které mají sice slabší okluzívní účinek, ale o to výraznější změkčující a zvláčňující účinky [7]. Vazelína společně s parafinem mají tu výhodu, že jsou stálé, nedráždivé a mají prakticky nulový senzibilizační potenciál, naopak však jejich neprodyšnost a nekompatibilita s kožními lipidy je brána jako jejich nevýhoda. Rostlinné či živočišné tuky mají tu nevýhodu, že se jejich chemická nestálost projevuje jejich žluknutím. Proto jsou tyto látky používány samostatně nebo ve formě mastí či krémů [9].

2.7.3 Humektanty

Humektanty jsou látky používané v kosmetických prostředcích ke zvýšení obsahu vody v horních vrstvách kůže a pro doplnění látek přirozeného hydratačního faktoru, které se průběžně odstraňují z kožního povrchu např. mytím. Jedná se o hygroskopické látky rozpustné ve vodě, které hrají též důležitou roli ve složení prostředků pro jejich schopnost poutat vodu, čímž zabraňují jejímu vypařování vlivem změn teplot, vlhkosti a následnému zahušťování. Používají se především organické sloučeniny ze skupiny polyolů, zejména glycerol, propylenglykol a sorbitol [7].

Dále jsou to látky, jako je např. močovina a kyselina mléčná. Z polysacharidů je to kyselina hyaluronová, její sodná sůl a chitosan. Mezi další hydratační látky působící v kosmetických prostředcích patří např. alantoin, kyselina arachidonová, kyselina askorbová, azulen, bisabolol, kolagen, želatina, glukóza, hydrolyzovaný keratin, hydrolyzovaný sojový škrob, maltodextrin, mléčné proteiny, medové extrakty, minerální soli a mořská sůl [7].

2.7.3.1 Močovina

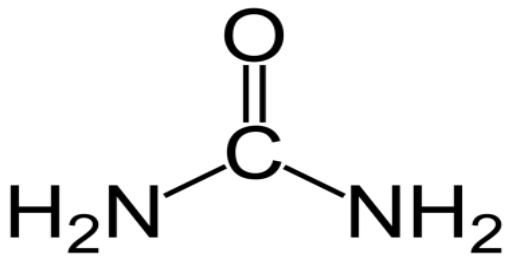
Močovina neboli urea (Obr. 6) je substance v kosmetice dlouhodobě využívaná v nejrůznějších koncentracích. Močovina je v krystalické formě lehce rozpustná ve vodě [27]. Vykazuje-li alkalickou reakci, je tato reakce způsobena přítomností rozkladných produktů obsažených již v pevné formě. Ve vodném roztoku se močovina pomalu rozkládá na kyanatan amonný a následně na amoniak a oxid uhličitý. Kyselé a alkalické prostředí tuto reakci ještě urychluje, stejně jako zvýšená teplota. Nárůst pH roztoku se projeví již při minimálním rozkladu této látky, a toto zásadité pH katalyzuje její další rozklad. Optimální pH pro močovinu představuje hodnota 6,2 [28].

Množství močoviny na kožním povrchu je závislé na intenzitě pocení a odpařování vody. Významně se tedy tato látka podílí na udržování optimálního množství vody v pokožce a na funkční schopnosti epidermální bariéry (tzv. moisturizing effect)[27].

Stále častěji je přidávána do polotuhých prostředků. Penetrace této látky závisí na typu použitého emulzního systému. Pokud se zapracovává do emulzí typu O/V, působí pouze v povrchových vrstvách *epidermis* a účinek je rychlý a krátkodobý. Naopak v emulzích typu V/O dochází k pomalejší penetraci této látky, zato až do hlubších vrstev *epidermis* a účinek je dlouhodobější. Chceme-li tedy dosáhnout obnovení funkce patologicky změněné *epidermis*, je vhodnější použití emulze typu V/O. Zřetelný hydratační efekt vykazuje již 5% močovina v emulzních oleomastech [28].

Palčivé až bolestivé pocity ojediněle zjišťované po nanesení výrazně hydratujících krémů s močovinou se připisují nízkému pH v důsledku přimísení tzv. stabilizátorů (např. kyseliny mléčné a jejich produktů) [27].

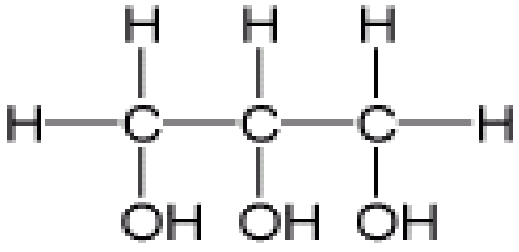
Močovina se účastní biologických a fyziologických mechanizmů a udržuje vodní homeostázu. V kosmetických prostředcích se podílí na trvalém udržování optimální hydratace *epidermis* nezbytné pro efektivní bariérovou funkci [27].



Obr. 6. Strukturní vzorec močoviny [29].

2.7.3.2 Glycerol

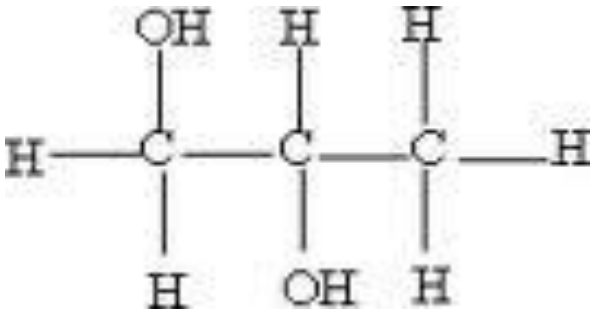
Jedná se o sirupovitou, hygroskopickou, čirou a bezbarvou kapalinu sladké chuti. Glycerol (Obr. 7) se používá jako součást vodných a etanolových směsí, v nichž zvyšuje rozpustnost a stálost některých ve vodě nerozpustných léčiv. Například je součástí vehikula sirupů, ušních kapek, hydrofilních čípků, želatinových tabletek nebo krémů, v nichž působí jako humektant [30]. Není vhodné používat glycerol čistý, neboť má vysušující a dráždivý účinek [9].



Obr. 7. Strukturní vzorec glycerolu [31].

2.7.3.3 Propylenglykol

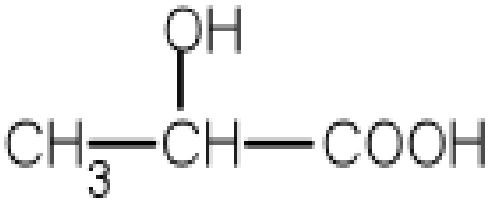
Propylenglykol neboli 1,2-propandiol (Obr. 8) je viskózní sirupovitá kapalina mísitelná s vodou a ethanolem. Používá se ve směsi s vodou až do koncentrace 70 % v inhalačních, perorálních i parenterálních roztocích a v externech jako humektant. Má bakteriostatické účinky [30]. Jedná se o téměř netoxickou látku, která se v organismu rychle metabolizuje, někdy však může dráždit pokožku [9].



Obr. 8. Strukturní vzorec propylenglykolu [32].

2.7.3.4 Kyselina mléčná

Kyselina mléčná (Obr. 9) neboli *Acidum lacticum* se řadí mezi středně silné kyseliny. Má vlastnosti čiré, sirupovité a hygroskopické kapaliny. Kyselina mléčná má hydratační, antibakteriální a protizánětlivé účinky. Vzhledem k tomu, že zklidňuje podráždění a současně potlačuje množení bakterií, stala se běžnou součástí kosmetických prostředků proti akné a prostředků na ošetření mastné a smíšené pleti. Tato látka urychluje regeneraci a napomáhá při obnově a udržovaní kožního ochranného filmu [9].



Obr. 9. Strukturní vzorec kyseliny mléčné [33].

3 PANTHENOL

V kosmetice se stalo zvykem přičítat příznivé účinky působení tzv. účinných látek, které jsou obsaženy v kosmetických prostředích. Jejich nejznámějším a nejtypičtějším představitelem je právě skupina vitaminů. Zatímco většina dermatologů zabývajících se fyziologií kůže zaujímá jednoznačně stanovisko, že od zevní aplikace vitaminů nelze z hlediska regenerace stárnoucí kůže absolutně nic očekávat, kosmetickými experty a producenty kosmetických prostředků jsou jim naopak připisovány nejrozmanitější účinky a vlastnosti [25]. V současné době je dokázáno, že právě vitaminy hrají nezastupitelnou roli v prevenci některých onemocnění, zpomalují degenerativní projevy stárnutí a mají schopnost posilovat a obnovovat imunitní reakce organismu [34]. K regulaci úrovně metabolických pochodů využívají vitaminy systém enzymů. Nedostatek jediného může vést k ohrožení funkce celého systému organismu [35].

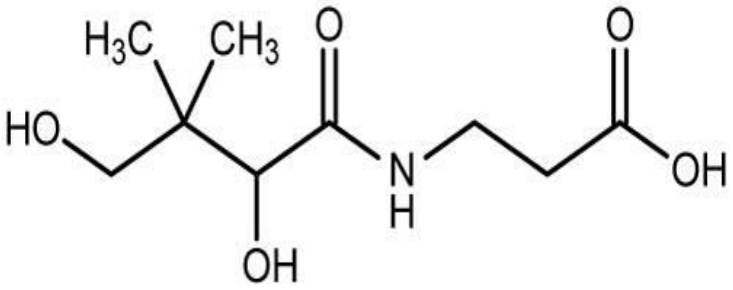
Jako složka kosmetických prostředků jsou užívány jen některé z vitaminů. Jde především o vitaminy rozpustné v tucích A, D a E, které jsou schopny se do určité míry vstřebávat pokožkou. Ze skupiny vitaminů B se užívá zevně pouze vitamin B5, neboli kyselina pantothenová. Shrneme-li tedy kosmeticky zajímavé a využívané vitaminy, jde prakticky jen o vitaminy A, D, E, D, B5, popř. vitamin C jako antioxidační přísada [36].

3.1 Kyselina pantothenová

Pantothenová kyselina, taktéž vitamin B5, patří po chemické stránce k velmi jednoduchým vitaminům. Od počátku 20. století přitahoval pozornost vědeckých pracovníků neznámý faktor zvaný Filtrate Factor (FF), vyskytující se ve filtrátu po zpracování jaterního extraktu, který působil proti karenčnímu syndromu u kuřat, vyznačujícímu se dermatitidou a podporoval i růst určitých mikroorganizmů, zejména kvasinek. Tento faktor byl jako kyselina pantothenová izolován v čistém stavu v roce 1939 [37].

Kyselina pantothenová (Obr. 10) je chemicky D-(+)α,γ-dihydroxy-β-dimetyl-butyryl-β-alanin. Její biologický účinek je specificky vázán na uvedenou strukturu. Přítomnost β-alaninu je nezbytná, je-li nahrazen jinou aminokyselinou, je vzniklá látka fyziologicky neúčinná nebo vykazuje dokonce antivitaminovou aktivitu [37].

V intermediálním metabolizmu kyselina působí jako přirozená součást koenzymu A, který přenáší zbytek kyseliny octové a jiných karboxylových kyselin a podílí se tak na řadě metabolických pochodů [37].



Obr. 10. Kyselina pantothenová [38].

Pro velké rozšíření v potravinách není avitaminóza této kyseliny známa. Přesto byl její deficit pozorován u silně podvyživených válečných zajatců a následně popsán jako tzv. syndromem pálení nohou[39].

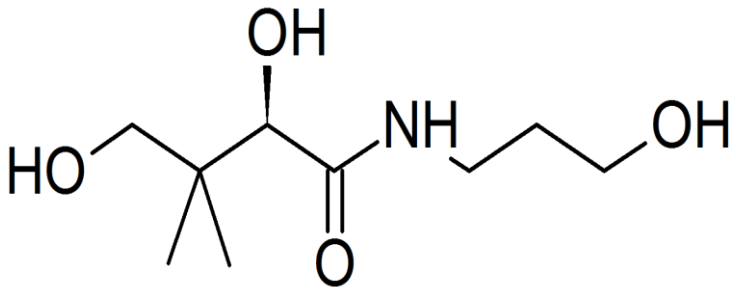
Kyselina pantothenová, její vápenatá sůl i odvozený alkohol jsou poměrně častou složkou kosmetických prostředků. Její protizánětlivé, zklidňující a hojivé účinky se využívají u prostředků po opalování a při podráždění pokožky. Příznivě je hodnoceno také jejich působení na vlasy, pokožku hlavy a pokožku celkově, kde zmírňují její nadměrné maštění a svědivost [40].

Tato kyselina je dostupná v tekuté formě jako dexpanthenol, D-pantothenyl alkohol, D-panthenol či panthenol. Jedná se o alkoholový analog biologicky aktivní kyseliny pantothenové, pro užívání zejména v kosmetickém průmyslu[40].

3.2 Dexpanthenol

3.2.1 Charakteristika dexpanthenolu

Dexpanthenol (Obr. 11) je alkoholový analog B-komplexu, biologicky aktivní kyseliny pantothenové, který v důsledku intermediální metabolizace vykazuje stejnou biologickou účinnost, která je vázána na pravotočivou D-konfiguraci [41]. D-panthenol (provitamin B5) a sůl kyseliny pantothenové jsou využívány v řadě kosmetických a farmaceutických prostředcích pro své změkčující a regenerační vlastnosti, např. u pleťových krémů, rtěnek, vlasových prostředcích apod. [42]. Název dexpanthenol je používán pro technické účely. V kosmetice je znám jako panthenol, pantothenon či D-panthenol [43].



Obr. 11. D-panthenol [44].

D-panthenol je čirá, viskózní kapalina a její relativní hustota je 1,2 g/cm^3 při 20 °C. Za normálních podmínek je látkou reaktivně a chemicky stabilní [45]. Ve vodných roztocích je při pH 4 – 7 poměrně stabilní, optimální hodnota je při pH 6, resp. o něco níže [46].

Topický dexpanthenol působí jako zvlhčující prostředek, udržuje jemnost a pružnost pleti. Redukuje transepidermální ztrátu vody, zlepšuje hydrataci vrstvy *stratum corneum* a stabilizuje epidermální bariérovou funkci [47].

Nevyskytuje se přírodně, proto se vyrábí synteticky. Syntetický dexpanthenol se po aplikaci na pokožku přetváří na pantothenovou kyselinu. Poté co dojde k jeho přeměně, dochází k regeneraci pokožky způsobem srovnatelným jako v případě vitaminu A. Tento proces dělení buněk a tvorby nové kožní tkáně obnovuje pružnost pokožky [48].

Ve vhodném vehikulu snadno proniká do kůže. Míra průniku a rychlost absorpce je vyšší u krémů emulzního typu V/O. Uvádí se, že resorpce dexpanthenolu je nejlepší z vitaminů [49].

Dexpanthenol se po lokální aplikaci koncentruje v pokožce a škáře, vlasových kořínících, vlasech a nehtech [49].

3.2.2 Mechanizmus účinku dexpanthenolu

Mechanizmus účinku je znám jen částečně. Dexpanthenol je v tkáních konvertován na kyselinu pantothenovou – esenciální vitamin, který se nachází ubikvitně u rostlin a živočichů. Kyselina pantothenová je nezbytná pro syntézu koenzymu A (CoA), který se účastní metabolizmu a oxidace mastných kyselin, aminokyselin, bílkovin a sacharidů. Syntéza kyseliny pantothenové a CoA musí byt zvýšena tak, aby se nahradily ztráty a poškození keratinocytů během hojení rány a reparace kožní bariéry. Koenzym A je přítomen v keratinocytech a fibroblastech, jejichž množení dexpanthenol vyvolává [49]. Vzhledem

k tomu, že dexpanthenol je vodorozpustný a hydroskopický, má hydratační účinky zejména při kombinaci s běžně používanými hydratačními látkami jako je např. glycerol [50].

3.2.3 Použití dexpanthenolu

Prostředky obsahující dexpanthenol jsou doporučovány v celé řadě indikací včetně atopické dermatitidy, kontaktní dermatitidy, eroze rohovky, při ošetření bércových vředů, plenkové dermatitidě, vyrážce, ekzému, ichtyóze, podráždění kůže, svědění, lupénce, radiační dermatitidě, k ošetření jizev, kožních lézí, xerodermii i proti biologickému a UV indukovanému stárnutí pokožky jako antioxidační ošetření proti UV záření [49].

Samotný se nejčastěji používá jako hydratační činitel. Byla provedena studie, založená na náhodném výběru lidí, kdy bylo dokázáno, že preventivní trvalé užívání zvláčňujících prostředků obsahujících dexpanthenol, má pozitivní vliv na léčbu slunečních dermatitid. Navíc se ukázalo, že dexpanthenol podporuje rozmnožování fibroblastů jak *in vitro*, tak *in vivo*. Dexpanthenol obsažený v prostředcích na léčbu slunečních spálenin a jiných popálenin přispívá ke zklidňujícímu účinku těchto prostředků [48].

Význam dexpanthenolu spočívá v léčbě popálenin I. Stupně neboť zmírňuje zánět a také napomáhá v obnově bariérové funkce, čímž se zabrání vstupu škodlivých látek do kůže. Vhodné jsou zejména lékové formy obsahující větší podíl vody, kde se rovněž uplatňuje chlazení pokožky, což snižuje teplo způsobené zánětem. Pro ošetření popálenin I. stupně se používají zejména hydrofilní gely a krémy [46]. Lokálně aplikovaný dexpanthenol se považuje za bezpečný, neboť nezpůsobuje přecitlivělost pokožky. Nicméně výrobky s vysokou koncentrací dexpanthenolu mohou být kontraindikovány u hemofiliků [48].

Dexpanthenol je součástí celé řady lokálně užívaných pleťových krémů a šamponů. Podkladem pro jeho používání v šamponech byla studie provedena na krysách, kdy bylo zjištěno, že panthenol navrací barvu šedivým vlasům[48].

Významnou kombinaci představuje také tato látka společně s propolisem v kombinaci s lokálními antibiotiky pro léčbu stafylokokových a pseudomonádových raných infekcí, kdy byl prokázán účinek v prevenci tvorby biofilmu, čímž dochází ke zhojení ran v krátkém čase [51].

V lokálních formách je obsažen ve vodných roztocích a hydrofilních emulzích v koncentraci 2 – 5 %. Pro léčbu kožních onemocnění je složkou krémů, mastí, gelů, pěn.

Rovněž je součástí pastilek používaných při podráždění sliznice dutiny ústní a nosohltanu. Látka se pro systémový účinek podává perorálně, popř. parenterálně[49].

Co se týká nežádoucích účinků, kontraindikace a bezpečnosti prostředků obsahujících dexpanthenol, je tato látka klasifikována jako netoxická a topické prostředky jsou velmi dobře snášeny. Může se však vyskytnout kontaktní alergie. Takové případy, vzhledem k širokému používání, jsou vzácné a zdají se být klinicky nevýznamné [49].

3.3 Bepanthen mast

Bepanthen mast díky mastné konzistenci vytváří na pokožce dlouhodobě působící ochrannou vrstvu. D-panthenol obsažený v masti je v kožních buňkách rychle přeměňován na kyselinu pantothenovou, která hraje důležitou roli při regeneraci kůže. Bepanthen mast se užívá k prevenci a léčbě podrážděné, popraskané či prasklé kůže, suché pokožky, u kojících matek jako prevence v péči o prsa a léčbě rozbolavělých bradavek, používá se ale také k ošetření popálenin, otlaků a na atopický ekzém. Podporuje hojení a epitelizaci malých poranění [52]. Taktéž je tato mast využívána v péči o batolata jako ochrana před vlhkými plenami a při prevenci a léčbě podrážděné, zčervenalé či opruzené kůže z plenek, neboť na pokožce vytváří díky své mastné konzistenci ochrannou vrstvu [53].

Bepanthen obsahuje 50 mg D-panthenolu v 1 g prostředku. Mast neobsahuje žádné dráždivé alergizující látky, jako jsou konzervační přísady, parfémy, dezinfekční látky či barviva. Lze ji proto používat pravidelně, aniž by hrozilo jakékoliv riziko podráždění pokožky [53].

Jakmile se objeví alergické reakce, není vhodné bepanthen mast používat [35]. Mast se nesmí používat při přecitlivělosti na D-panthenol nebo tuk z ovčí vlny. Na nemocnou kůži se může mast bez porady s lékařem používat nejdéle sedm dní a je k dostání výhradně v lékárnách, a to v tubách o obsahu 3,5 g, 30 g a 100 g (Obr. 12) [53].

Obr. 12. Bepanthen mast [54].

4 POLOTUHÉ FORMY

Mezi dermatologická externa polotuhé konzistence patří masti, krémy, gely a pasty. Polotuhé základy jsou na trhu k dostání od různých výrobců. Některé obsahují konzervační látky, a proto je nutné myslet na možnost vzniku kontaktní alergické reakce [55]. V této práci bude pozornost zaměřena zejména na masti.

4.1 Masti

Jedná se o nejpoužívanější základ pro výrobu dermatologických extern, který se podle obsahu a mísitelnosti s vodou dělí na hydrofilní (s vodou se mísí v různém poměru) a hydrofobní (s vodou se nemísí vůbec nebo omezeně) [23].

Masti neboli *unguenta* se skládají z masťového základu – vehikula, které má povahu minerální, živočišnou, rostlinnou nebo syntetickou a z účinné látky do základu přimísené [23]. Masti jsou polotuhé prostředky určené k aplikaci na kůži nebo sliznice s místním účinkem, k penetraci účinných látek kůží nebo s účinkem změkčovacím, popřípadě ochranným. Nesmějí být žluklé ani dráždivé, pokud není dráždivý účinek součástí jejich léčebného působení [30].

Aktivní látky mohou být v masťových základech rozpuštěny, čímž vznikají jednofázové roztokové masti, taktéž mohou být aktivní látky suspendovány, tehdy jde o dvoufázové suspenzní masti nebo emulgovány, kdy v tomto případě masti označujeme jako dvoufázové emulzní. Existují rovněž různé kombinace těchto disperzních typů, například suspenzně emulzní hydrofobní masti [17].

Masti nejsou smývatelné vodou. Mezi indikace pro užití mastí patří především chronické dermatózy a dále slouží jako ochrana kůže proti chladu [55]. Účinné látky obsažené v mastech se ze základu uvolňují pomalu, ale pronikají do hlubších vrstev kůže, čímž se nehodí pro léčení akutních stádií kožních chorob a do míst vlhké zapářky [56].

4.1.1 Typy masťových základů

Konstitutivními součástmi hydrofobních základů jsou nejčastěji vazelíny, tekutý a tvrdý parafín, tuky, vosky a vyšší alifatické alkoholy [23]. Větší uplatnění vykazují hydrofobní masťové základy (Obr. 13) schopné částečně vázat vodu, a jsou proto vhodné pro přípravu mastných emulzních krémů. Mezi používané účinné látky v mastech patří kyseli-

na salicylová (0,5 - 20%), urea (3 - 20%), Dithranol, Antralin neboli Cignolin (0,1 - 3%), síra (5 - 20%), kortikosteroidy aj. [56].

Volba masťového základu vychází z požadovaných nároků na rychlost a intenzitu uvolňování a vstřebávání účinné látky za účelem aplikace na konkrétní místo postižené kůže, pro určitou oblast tělesného povrchu jako obličej, zapářkové oblasti (podpažní jamky, plosky nohou, třísla, jamka pupku, dětský zadeček atd.) a pro předpokládaný rozsah aplikace např. lokální či na velké plochy kůže apod. Z kosmetologického hlediska je nutné volit typ základu podle povahy účinné, tj. její rozpustnosti a stability v prostředí vehikula [23].

Obr. 13. Masťový základ [57].

4.1.2 Pokyny pro přípravu masťových základů

Pro přípravu většiny mastí je nutné dodržet následující pokyny. Většina z nich se týká vpravení léčivých látek do hotových základů [30].

- Pro přípravu malých množství základů se používají tenkostěnná třenka a těrka, které jsou pokud možno pro tento účel vyhrazené. Při přípravě větších množství masťových základů do zásoby se používají vhodná míchací a homogenizační zařízení.
- Masťové základy se připravují zpravidla roztavením konstitutivních součástí (na vodní lázni, pomocí infrazářiče) a následným mícháním do vychladnutí.
- Mechanické nečistoty se podle potřeby odstraňují z roztaveného základu filtrací přes vhodnou filtrační přepážku. Pro odstranění nečistot se používá hydrofilní gáza.
- K masťovým základům lze přidávat antioxidační přísady.
- Tavenina se míchá do vychladnutí.

- Snadno těkavé látky, např. silice, se přidávají do masťového základu vychladlého nebo alespoň polovychladlého. K mastem se podle potřeby přidávají antimikrobní nebo antioxidační látky, popř. jiné stabilizační přísady.

5 CÍL PRÁCE

Cílem diplomové práce bylo provést literární rešerši zabývající se hydratací kůže, formami základů se zaměřením na mast a v neposlední řadě dexpanthenolem.

Experimentální cíle této diplomové práce byly stanoveny takto:

- Zaznamenat základní údaje o probandech (pohlaví, věk, tělesná výška a váha).
- Porovnat hydratační vlastnosti mastí s obsahem dexpanthenolu určených k péči o pokožku pomocí corneometru, TEWLu, pH metru a následně vyvodit závěry.
- Získané výsledky zpracovat a statisticky vyhodnotit.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

6 METODIKA

6.1 Použité chemikálie a zařízení

- Destilovaná voda
- Chlorid sodný (ZMBD chemik s.r.o.)
- Dodecylsulfát sodný (Sigma-Aldrich, Co.)
- Masťový základ (Omega Altermed, a.s.)
- Masti s obsahem D-panthenolu o koncentraci 5, 6, 7, 9, 10, 11 a 13% (Omega Altermed, a.s.)
- Odměrná baňka (objem 250 ml)
- Skleněná kádinka (objem 250 ml)
- Pipeta
- Laboratorní lžička
- Váženka
- Skleněná tyčinka
- Filtrační papíry
- Nůžky (Obr. 14A)
- Náplast (Obr. 14B)
- Vatové tampony, buničina (Obr. 14C)
- Plastová hokejka (Obr. 14D)
- Pinzeta (Obr. 14F)
- Skleněné Petriho misky (Obr. 14G)
- 5 ml injekční stříkačky
- Lihový fix
- Exsikátor
- Laboratorní váhy (Kern&Sohn)
- Stanice MPA 5 (Courage&Khazaka)
- Teploměr s vlhkoměrem (Greisinger electronic)
- pHmetr (Thermo scientific)
- Počítač (Hewlett Packard)

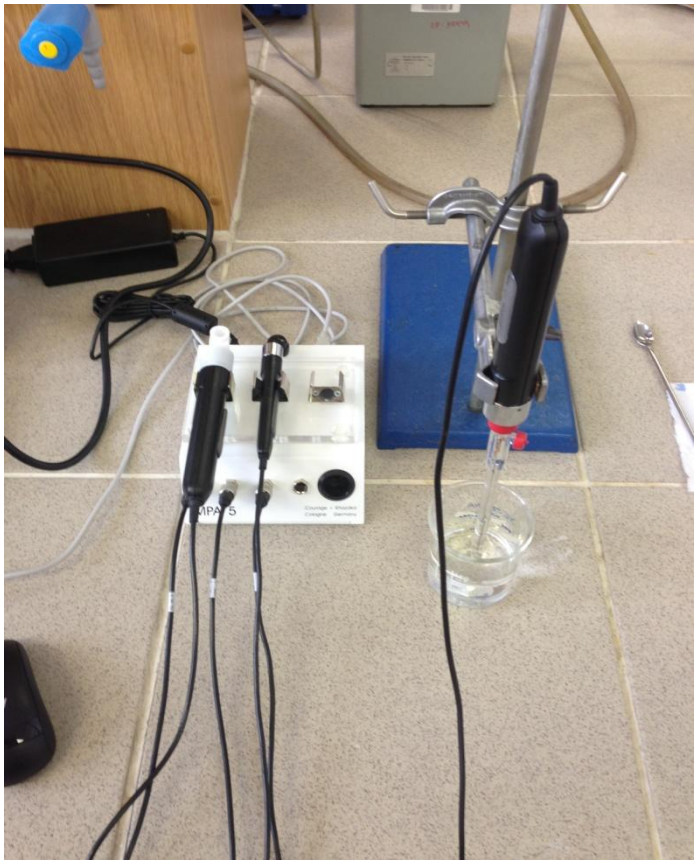
Obr. 14. Pomůcky: A - nůžky, B – náplast, C – buničina, D – plastové hokejky, E- nastříhaná náplast, G – skleněná Petriho miska, F – pinzeta.

6.1.1 Stanice MPA5

Praktická část diplomové práce se zabývá měřením hydratačních účinků D-panthenolu po aplikaci na pokožku.

Při experimentu byla používána stanice MPA 5 (Courage & Khazaka), pracující na principu měření elektrického kapacitního odporu. Stanice je vybavena třemi sondami (Obr. 15). První sonda je určena pro měření hodnot transepidermální ztráty vody (Tewametr TM 300), druhá sonda slouží k měření hydratace pokožky (Corneometr CM 825) a třetí sondou, která je součástí stanice je tzv. pHmetr (Skin-pH-Meter pH 905), který slouží k měření pH pokožky.

Měření spočívá v přiložení sondy na měřené místo pokožky pod úhlem 90°. Poté je hodnota pomocí softwarového programu zaznamenána a dále vyhodnocena na základě stupnice (Tab. 1, 2, 3), která je charakteristická pro zvolenou sondu. Měření pH probíhá pomocí ploché membránové sondy, která zaznamenává změny pH pokožky po aplikaci kosmetického prostředku.



Obr. 15. Stanice MPA5 vybavená třemi sondami

(zleva Tewametr, uprostřed corneometr, zprava pHmetr).

Tab. 1. Stupnice Tewametru.

Stav kůže	**Hodnoty TEWL [g/m^2/h]**
Velmi dobrý	0 - 9
Dobrý	10 – 14
Normální	15 – 25
Napjatý	26 – 29
Kritický	nad 30

Tab. 2. Stupnice corneometru.

Typ kůže	Hydratace [c.j.]
Velmi suchá	< 30
Suchá	30 - 45
Normální	> 45

Tab. 3. Stupnice pHmetru.

pH	Od 3,5	3,8	4,0	4,3	4,5	5,0	5,3	5,5	5,7	5,9	6,2	6,5	Nad 6,5
Žena	Kyselý				Neutrální				Zásaditý				
Muž	Kyselý			Neutrální					Zásaditý				

6.2 Příprava materiálu na experiment

Masti obsahující D-panthenol (Obr. 16) byly namíchány a dodány firmou OMEGA ALTERMED, a.s. se sídlem v Brně. Na přípravu byl použit masťový základ, do kterého byl vmíchán D-panthenol o koncentraci 5, 6, 7, 9, 10, 11 a 13%. Složení mastí je uvedeno v Tab. 4., 5.

Dále byly nastříhány proužky filtračního papíru (Obr. 17). Tyto proužky sloužily k iritaci pokožky. Rozměry těchto iritačních papírků byly 2 x 4 cm.

Taktéž byly připraveny náplasti, sloužící k překrytí a k zafixování iritačních papírků (Obr. 18).

Obr. 16. Masti Omega Altermed.

Obr. 17. Proužky filtračního papíru.

Obr. 18. Náplast.

Tab. 4. Složení masti s D-panthenolem.

Název suroviny	Množství [g]
Tuk z ovčí vlny	Do 100,00
Čištěná voda	25,0 – 30,0
Bílá vazelína	17,0 – 23,0
Panthenol používán 75% přepočten na 100%	Tab. č. 6 + 1 vzorek bez panthenolu
Oxid zinu	2,0 – 4,0
Glyceryl stearát	1,0 – 3,0
Cetearyl alkohol	1,0 – 3,0
Slunečnicový olej	1,0 – 3,0
Alkyl benzoate	1,0 – 3,0
Kyselina isostearová	0,5 – 1,50
Phenoxyethanol, ethylhexyglycerin	0,5 – 1,50

Tab. 5. Množství použitého D-panthenolu na 200 g vzorku masti.

Koncentrace D-panthenolu [%]	Množství [g]
5	13,33
6	16
7	18,67
9	24
10	26,67
11	29,33
13	34,67

6.2.1 Příprava roztoků na samotný experiment

K odmaštění pokožky probandů byl použit 0,5% roztok dodecylsulfátu sodného (SDS) ve fyziologickém roztoku.

Nejprve bylo připraveno 250 ml 0,85% roztoku NaCl, který byl připraven tak, že na laboratorních vahách bylo naváženo 2,125 g NaCl s přesností 0,001 g. Toto množství bylo rozpuštěno v malém množství destilované vody a dále kvantitativně převedeno do odměrné baňky o objemu 250 ml a následně doplněno po rysku.

Vypočtená navážka 0,85% NaCl: 0,85 g .....100 ml

↑x g.....250 ml ↑

x = 250 / 100 . 0,85 = 2,125 g NaCl

Pro přípravu 0,5% roztoku SDS bylo naváženo 1,25 g SDS a následně rozpuštěno v malém množství fyziologického roztoku. Roztok byl dále kvantitativně převeden do odměrné baňky o objemu 250 ml a doplněn po rysku fyziologickým roztokem.

Vypočtená navážka 0,5% SDS: 0,5 g .....100 ml

↑x g.....250 ml ↑

x = 250 / 100 . 0,5 = 1,25 g SDS

6.3 Soubor probandů

Experiment byl prováděn vždy ve stejných časových intervalech na celkem 20 - ti probandech, kdy každá skupina probandů při každém měření zahrnovala 5 osob. Ve skupině byly zastoupeny pouze ženy. Věkové rozmezí, tělesná hmotnost a výška testovaných probandů je zaznamenáno v Tab. 6.

Tab. 6. Údaje o testovaných probandech

Věk [rok]	**Tělesná hmotnost [kg]**	**Tělesná výška [cm]**
22 – 61	43 – 87	156 – 178

6.4 Organizace měření

Měření probíhalo celkem čtyřikrát (Tab. 7), ve třech po sobě následujících dnech, a to vždy ve stejné laboratorní místnosti, laboratoři č. 535, na Fakultě technologické Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně. Experiment probíhal vždy v klimatizované místnosti při teplotě 22 – 23,5 °C a relativní vlhkosti 30 – 34 %. Každý zúčastněný proband byl seznámen s podmínkami měření (PI) a požádán o vyplnění dotazníku o svém zdravotním stavu (P II).

Samotný experiment probíhal tak, že nejprve byl nachystán roztok SDS do skleněné Petriho misky, do kterého byly pomocí pinzety vloženy přibližně na dobu 30 sekund nastříhané filtrační papírky (Obr. 19).

Tab. 7. Údaje o průběhu měření

Číslo měření	Datum měření	Teplota místnosti [°C]	Relativní vlhkost v místnosti [%]
1	27. 2. – 1. 3. 2013	22,7	30,2
2	4. – 6. 3. 2013	22,9	33,4
3	11. – 13. 3. 2013	23,2	33,6
4	27. – 29. 3. 2013	23,5	34,0

Obr. 19. Filtrační papírky v 0,5% roztoku SDS.

Po uplynutí této doby byly filtrační papírky napuštěné 0,5% roztokem SDS přiloženy na volární předloktí probandů a to následovně. Na levé předloktí byly přiloženy čtyři papírky a na pravé předloktí bylo naneseno pět papírků. Poté byly filtrační papírky připevněny náplasti, aby nedošlo k jejich posunutí nebo strhnutí (Obr. 20).

Obr. 20. Rozmístění filtračních papírků

na volárních předloktích probandů.

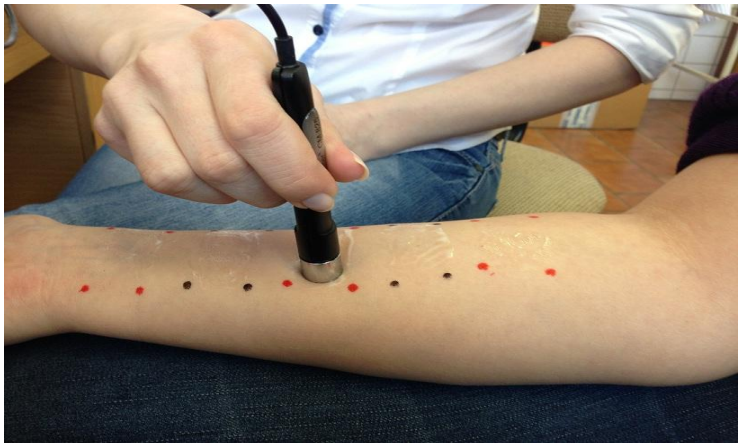
Iritace probandů trvala čtyři hodiny. V této době byly nachystány masti pro pozdější aplikaci. K experimentu bylo použito sedm mastí obsahující D-panthenol různé koncentrace (viz kapitola 6.2), a také samotný masťový základ. Pro aplikaci přesně daného množství masti (0,1 ml), byly použity injekční stříkačky o objemu 5 ml. Aby nedošlo k záměně mastí, byly injekční stříkačky řádně popsány. Poté byly uloženy do připraveného exikátoru (Obr. 21), aby bylo zamezeno jejich vysychání. Taktéž byla přichystána stanice MPA obsahující tři měřící sondy.

Obr. 21. Masti uložené v exikátoru.

Po uplynutí doby čtyř hodin byly probandům z předloktí iritační papírky odstraněny a místa, kde byly přiloženy, byla označena. Označení proběhlo pomocí dvou barev proto, aby nedošlo k záměně iritovaných míst.

Takto označená, odmaštěná místa byla postupně proměřena sondami tewametr (Obr. 22), corneometr (Obr. 23) a pHmetr (Obr. 24). V jedné testované oblasti bylo měření tewametrem provedeno patnáctkrát, corneometrem pětkrát a pHmetrem jednou. Sondy byly vždy přikládány na jiná místa ve vyznačené oblasti. Toto měření bylo do tabulky zaznačeno jako čas 0.

Obr. 22. Měření transapidermální ztráty vody.



Obr. 23. Měření pomocí corneometrické sondy.

Obr. 24. Měření pomocí pH sondy.

Po přeměření hydratace, TEWLu a pH pokožky byly na označená místa aplikovány masti a to následovně. První oblast byla ponechána jako kontrola, na druhé místo nebyla mast aplikována taktéž, neboť tato oblast sloužila pro zjištění obnovy hydratace pokožky po iritaci. Masti byly tedy naneseny na zbývající 3 místa na volárním předloktí levé ruky a 5 míst na volárním předloktí pravé ruky (Obr. 25). Masti byly poté rozetřeny skleněnou tyčinkou či plastovou hokejkou.

Obr. 25. Testované oblasti s nanesenými vzorky mastí.

První den měření byl hydratační účinek měřen pro každou hodinu po nanesení mastí, tzn. po 1., 2., 3., 4. hodině a poté po 24 a 48 hodinách. Mezi prvním až třetím dnem měření nesměla být předloktí probandů ošetřena prostředky oplachové kosmetiky, o čemž však byly dobrovolnice seznámeny na začátku měření.

6.4.1 Měření pH vzorků

Součástí experimentu bylo taktéž měření pH vzorků, což bylo provedeno pomocí vpichového pHmetru (Obr. 26). pH metr byl po každém měření řádně očištěn a připraven k dalšímu měření. Ze získaných hodnot v Tab. 8. vyplývá, že masti mají slabě zásadité charakter.

Tab. 8. Hodnoty pH mastí

Vzorek	pH
Základ	6,33
5% D-panthenol	6,25
6% D-panthenol	6,38
7% D-panthenol	6,40
9% D-panthenol	6,49
10% D-panthenol	6,62
11% D-panthenol	6,56
13% D-panthenol	6,70

Obr. 26. pH metr Watterprof.

6.5 Metody zpracování naměřených dat

Veškeré naměřené výsledky byly statisticky zpracovány. Nejprve byl vypočten aritmetický průměr u všech probandů. Tento průměr byl vypočten ze 3 naměřených hodnot pro hydrataci neboť nejvyšší a nejnižší hodnota byla zanedbána a z 10 naměřených hodnot pro TEWL, přičemž prvních 5 hodnot bylo zanedbáno. Poté byly ze všech získaných průměrů vypočteny odchylky. Veškeré výpočty byly prováděny v programu Microsoft Office Excel.

Výpočet aritmetického průměru byl vypočítán dle vztahu (1):

$$\bar{x} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i \tag{1}$$

kde:

- $\bar{x}$ – aritmetický průměr
- n – počet měření
- x_i – hodnota měření

Výpočet směrodatné odchylky byl vypočítán dle vztahu (2):

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x}^2}{n-1}} \tag{2}$$

kde:

σ – směrodatná odchylka

n – počet měření

x_i – hodnota měření

$\bar{x}$ - aritmetický průměr

Dále byl proveden dvouvýběrový F-test pro rozptyl. Tímto testem byl statisticky vyhodnocen rozptyl základu a masti dané koncentrace.

Nástroj F-test je analytický nástroj pro rozptyl dvou souborů. Nástroj vypočítá hodnotu f pro F-statistiku (F-poměr). Hodnota f blížící se 1 dokazuje, že jsou rozptyly základních souborů stejné. Jestliže f < 1, vrátí ve výstupní tabulce jednostranný test P (F <= f) pravděpodobnost pozorování hodnoty F-statistik* menší než f, jsou-li rozptyly souborů stejné, a jednostranný test kritické hodnoty F vrátí kritickou hodnotu menší než 1 pro zvolenou hladinu významnosti alfa. Jestliže f > 1, vrátí jednostranný test P (F <= f) pravděpodobnost pozorování hodnoty F-statistiky větší než f, jsou-li rozptyly souborů stejné, a jednostranný test kritické hodnoty F vrátí kritickou hodnotu menší než 1 pro hladinu alfa [58].

7 VÝSLEDKY A DISKUZE

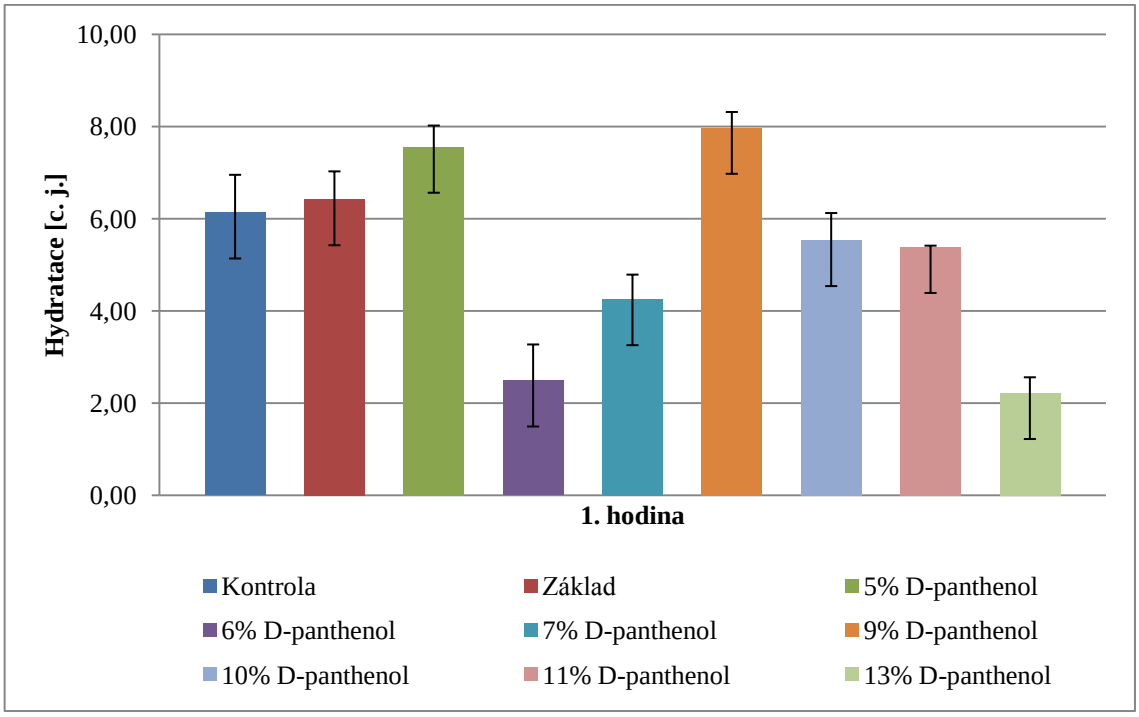
Výsledné hodnoty jednotlivých mastí byly zpracovány do tabulek a samostatně vyhodnoceny pro TEWL, hydrataci a pH ve formě grafů.

7.1 Měření hydratačních účinků mastí s obsahem D-panthenolu

Hydratační účinek zkoušených mastí s obsahem D-panthenolu byl vyhodnocen postupem uvedeným v kap. 6.5 a získané výsledky jsou uvedeny v Tab. 9. Také byly vytvořeny grafy znázorňující hydratační účinek v jednotlivých hodinách, kdy bylo měření prováděno a celkový graf znázorňující hydratační účinky zkoušených prostředků v rámci 48 hodin.

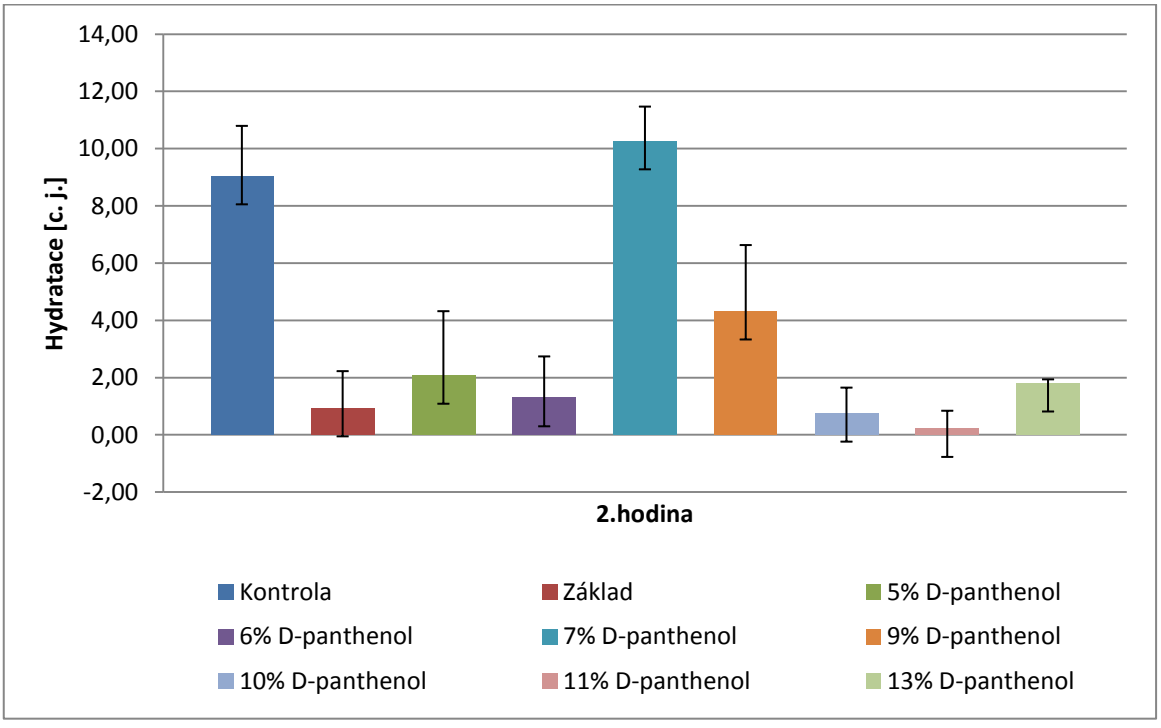
Tab. 9. Hydratační účinky měřených mastí s obsahem D-panthenolu.

Čas [hod]	Hydratační účinek mastí s obsahem D-panthenolu [c.j.]								
	Kontrola	Základ	5%	6%	7%	9%	10%	11%	13%
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	6,14 ± 0,81	6,42 ± 0,60	7,56 ± 0,45	2,49 ± 0,77	4,25 ± 0,53	7,97 ± 0,34	5,53 ± 0,58	5,38 ± 0,02	2,22 ± 0,33
2	9,05 ± 1,74	0,95 ± 1,27	2,08 ± 2,23	1,29 ± 1,44	10,27 ± 1,19	4,33 ± 2,29	0,76 ± 0,88	0,22 ± 0,61	1,81 ± 0,12
3	10,61 ± 1,71	7,45 ± 1,69	6,80 ± 1,54	11,04 ±3,05	18,44 ± 0,83	13,4 3± 2,33	8,02 ± 1,77	7,00 ± 1,63	8,00 ± 0,06
4	10,08 ± 1,42	11,62 ± 2,12	14,06 ± 2,1	11,21 ± 1,97	21,42 ± 1,12	16,87 ± 1,87	14,30 ± 1,67	12,35 ± 3,21	11,85 ± 1,05
24	1,05 ± 0,53	11,73 ± 0,30	12,36 ± 1,02	13,08 ± 0,69	11,19 ± 0,69	12,82 ± 0,17	13,10 ± 0,56	13,90 ± 0,48	14,93 ± 0,03
48	1,01 ± 0,68	11,38 ± 0,07	12,30 ± 0,53	13,70 ± 0,46	10,30 ± 0,55	11,40 ± 0,13	12,50 ± 0,10	12,50 ± 0,15	12,36 ± 0,09



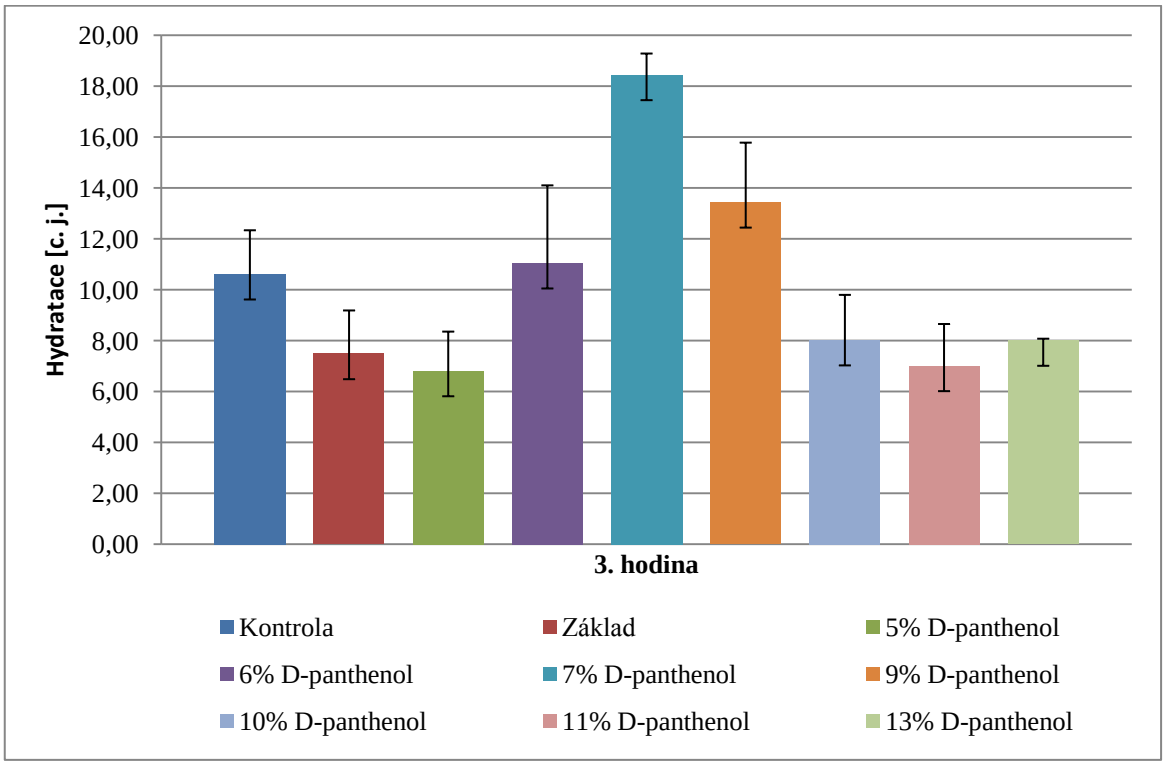
Obr. 27. Hydratační účinky v 1. hodině.

Z Obr. 27. vyplývá, že nejvyšší hydratační účinek po uplynutí jedné hodiny po aplikaci vykazovala mast s 9% obsahem D-panthenolu. Naopak nejnižší hydrataci vykazovala 6% a 13% mast, kdy tyto hydratační účinky byly mnohem nižší než účinky samotného základu, který neobsahoval žádný D-panthenol.



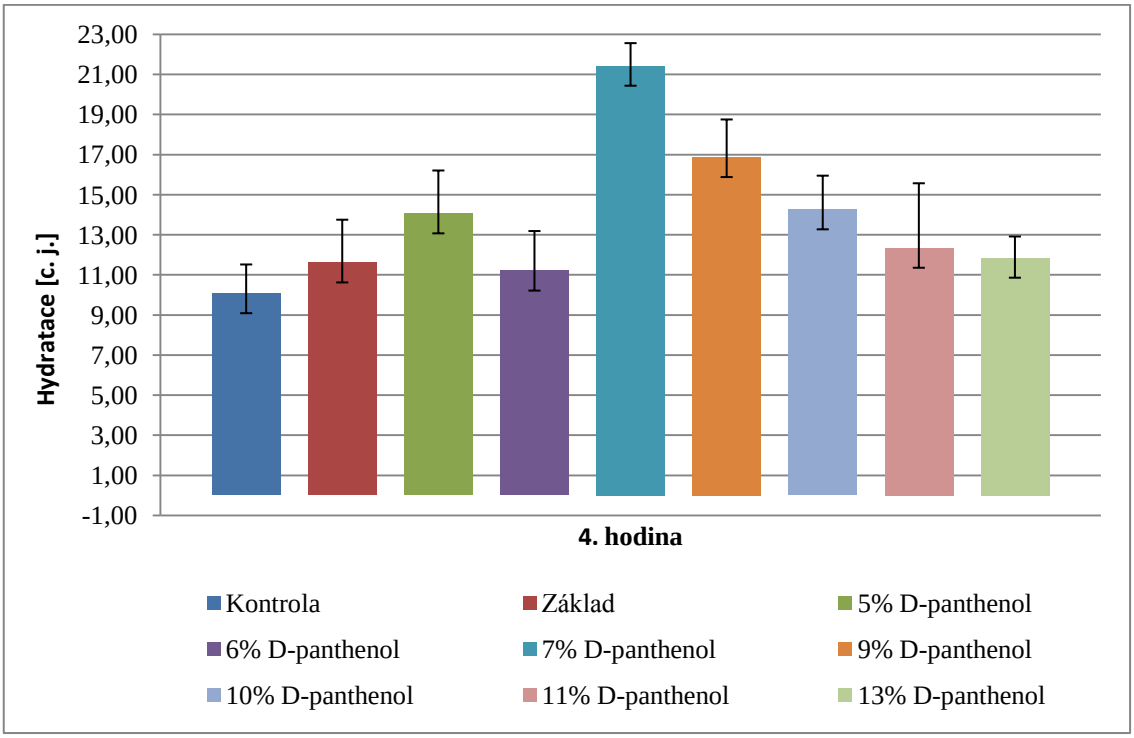
Obr. 28. Hydratační účinky ve 2. hodině.

Z Obr. 28. je zřejmé, že po uplynutí 2 hodin se hydratační efekt většiny mastí značně snížil, tento efekt může být zapříčiněn vznikem okluzivního filmu na pokožce. Jediná mast, která vykazovala zvýšený hydratační efekt oproti předchozí hodině byla mast se 7% obsahem D-panthenolu.



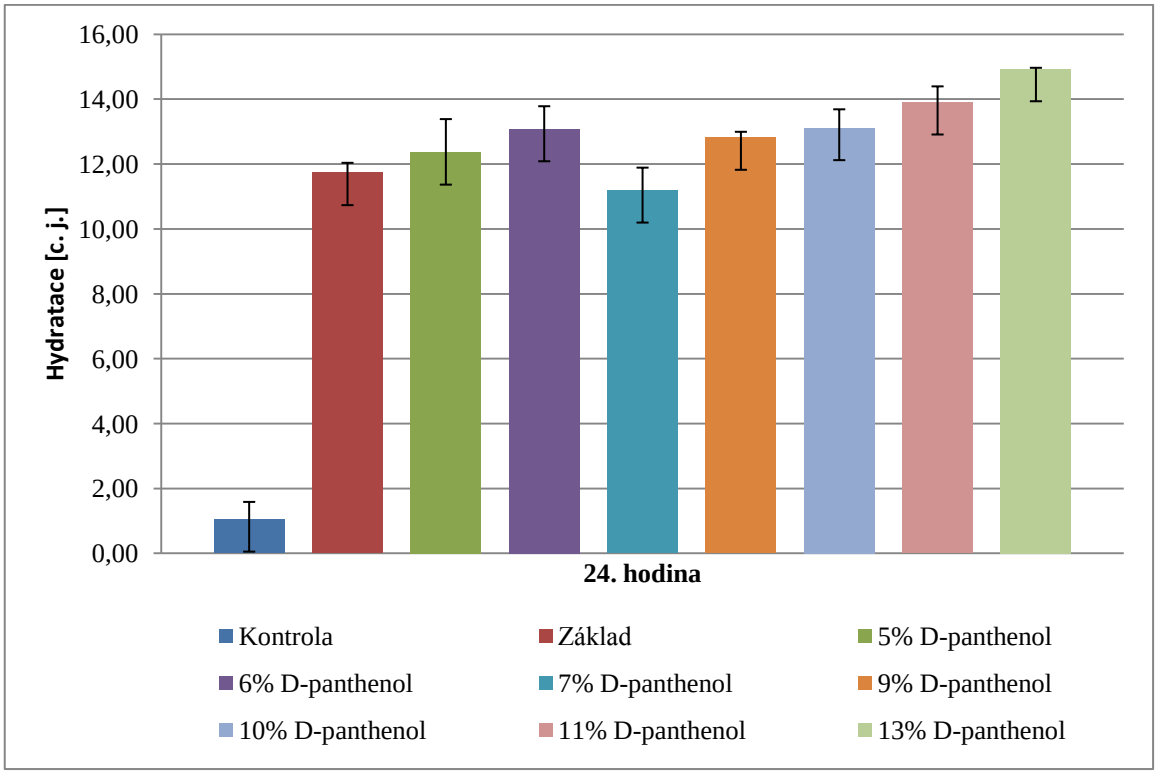
Obr. 29. Hydratační účinky ve 3. hodině.

Po uplynutí třetí hodiny došlo k opětovnému nárůstu hydratace jednotlivých mastí. Nejvyšší hodnotu hydratace měla mast se 7% obsahem D-panthenolu. Z čehož vyplívá, že trend nárůstu hydratace pokračoval z druhé hodiny do třetí.



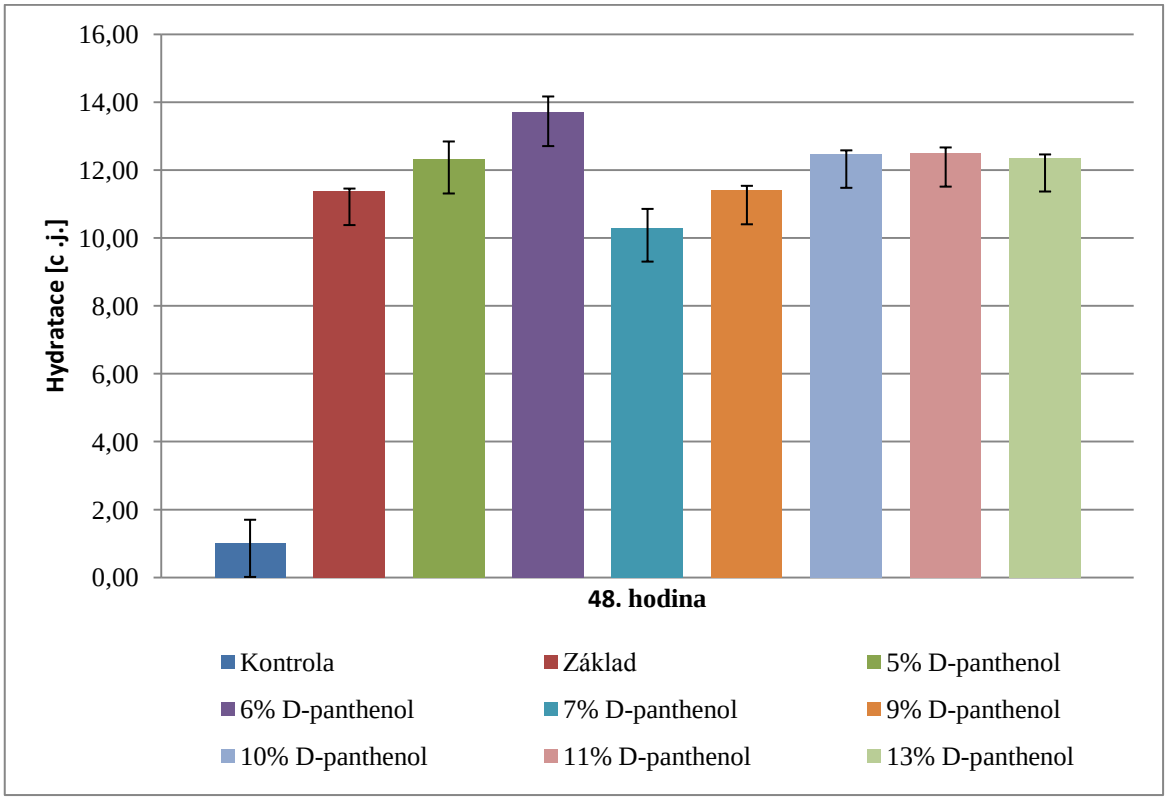
Obr. 30. Hydratační účinky ve 4. hodině.

Obr. 30. znázorňuje hydratační účinek jednotlivých mastí po uplynutí 4 hodin po aplikaci. Lze pozorovat, že hydratace jednotlivých mastí se nadále zvyšuje a nejvyšší hodnotu opět vykazuje mast se 7% obsahem D-panthenolu.



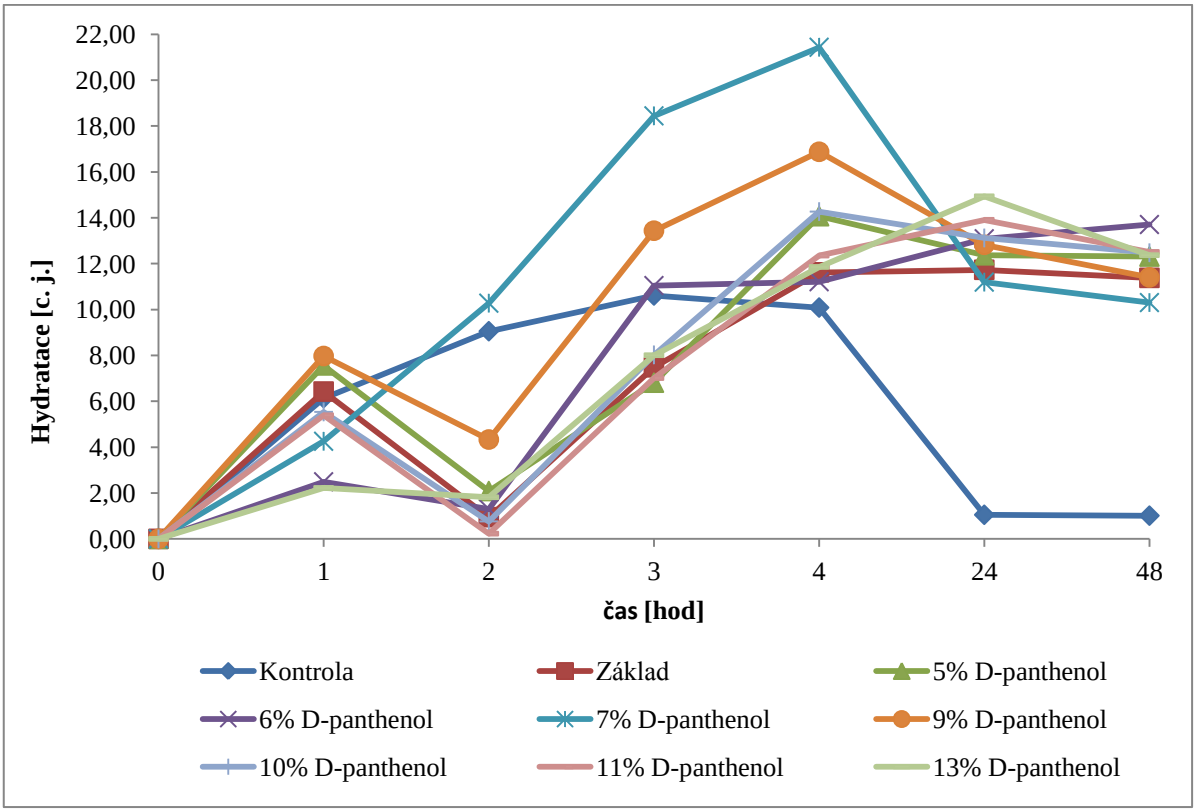
Obr. 31. Hydratační účinky po 24. hodinách.

Po uplynutí 24 hodin od aplikace jednotlivých mastí lze říci, že hydratace všech zkoušených mastí je velice podobná a pohybuje se v rozmezí 11 – 15 c. j.



Obr. 32. Hydratační účinky po 48. hodinách.

Na Obr. 32. je znázorněna hydratace zkoušených mastí po uplynutí 48 hodin po aplikaci. Z obrázku vyplívá, že hydratační účinek jednotlivých mastí je po uplynutí tohoto časového intervalu velice podobný.



Obr. 33. Hydratační účinky mastí s obsahem D-panthenolu v rámci celého měření.

Obr. 33. znázorňuje hydrataci mastí s obsahem D-panthenolu v rámci celého měření. Z grafu lze vidět, že nejvyšší hodnoty hydratace byly naměřeny pro mast se 7% obsahem D-panthenolu. Tyto hodnoty hydratace narůstaly s každou naměřenou hodinou v rámci 4 hodin, po uplynutí 24 hodin od aplikace se hydratace snížila na úroveň, kterou vykazovaly i ostatní zkoušené masti. Naopak nejnižší hodnoty hydratace byly naměřeny pro mast s 11% obsahem D-panthenolu. Avšak všechny naměřené hodnoty pro hydrataci se pohybují v rozmezí 0 – 22 c. j., což jsou podle stupnice corneometru hodnoty pro velmi suchou pokožku.

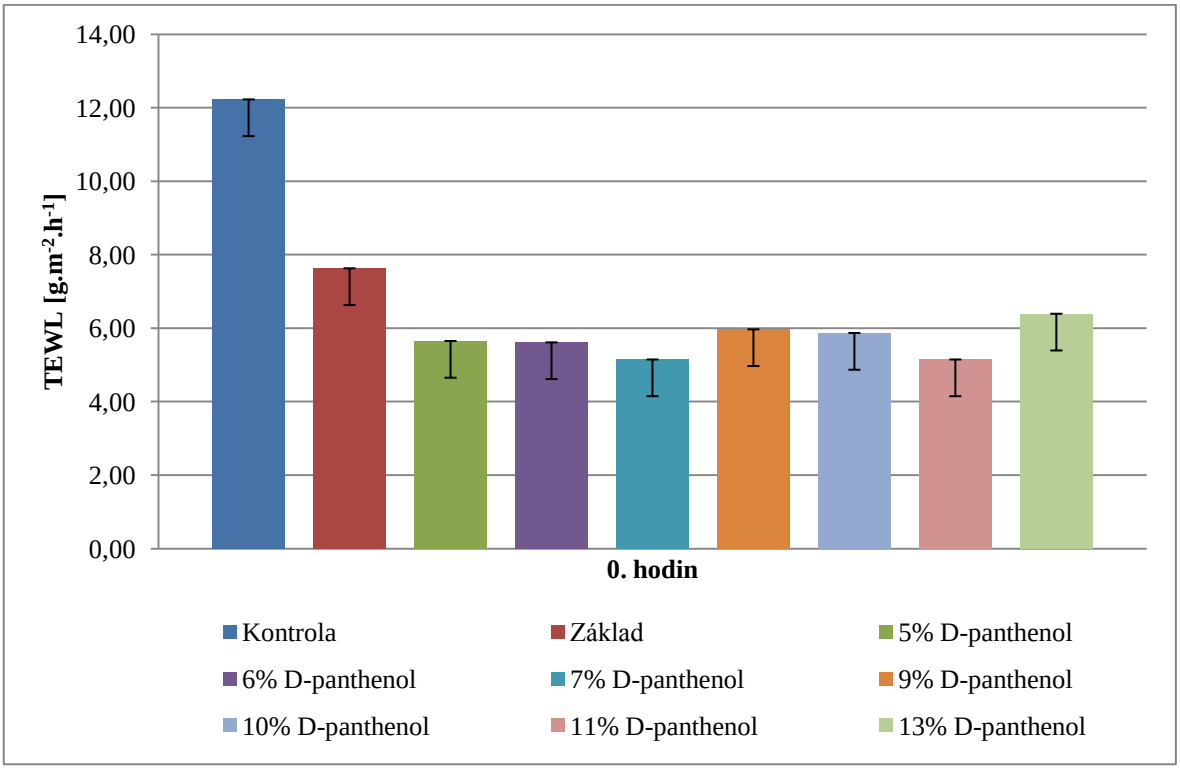
7.2 Měření TEWL mastí s obsahem D-panthenolu

Statistické vyhodnocení výsledků pro transepidermální ztrátu vody je uvedeno v Tab. 10. Byl vyhodnocen také dvouvýběrový F-test pro rozptyl pro aplikaci mastí v časech 1, 2, 3, 4, 24, 48 hodin. Srovnání bylo vyhodnoceno oproti základu, který neobsahoval žádný D-panthenol. Hladina významnosti byla zvolena 5 % ($P \leq 0,05$). Statistické vyhodnocení jednotlivých mastí oproti základu v jednotlivých časových intervalech (signifikance $\leq 0,05$) byly vyhodnoceny a označeny v Tab. 10. pomocí *.

Tab. 10. Výsledky měření transepidermální ztráty vody.

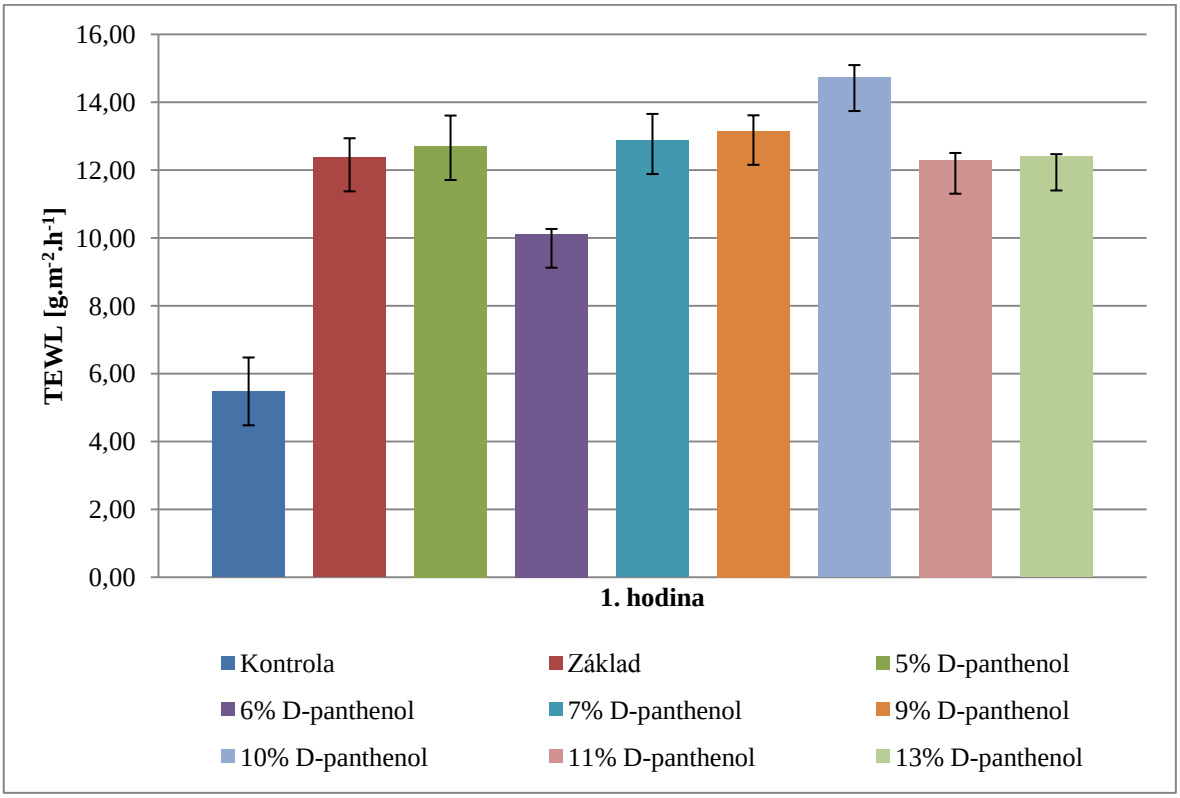
Čas [hod]	Transepidermální ztráta vody [$g.m^{-2}.h^{-1}$]								
	Kontro-la	Základ	5%	6%	7%	9%	10%	11%	13%
0	12,23 ± 0,60	7,62 ± 0,35	5,64* ± 0,17	5,61* ± 0,12	5,14* ± 0,08	5,96* ± 0,14	5,86* ± 0,11	5,14* ± 0,09	3,39* ± 0,09
1	5,47 ± 1,09	12,36 ± 0,56	12,7* ± 0,89	10,1* ± 0,14	12,9* ± 0,77	13,2* ± 0,45	14,7* ± 0,35	12,3* ± 0,19	12,39* ± 0,07
2	6,07 ± 0,97	6,13 ±0,16	7,46* ± 0,21	6,20 ± 0,06	8,72* ± 0,06	8,50* ± 0,01	7,99* ± 0,10	8,20* ± 0,06	8,19 ± 0,11
3	5,70 ± 0,83	4,41 ± 0,27	4,89* ± 0,03	4,67 ± 0,22	7,53* ± 0,12	5,65 ± 0,17	5,49 ± 0,12	5,43 ± 0,03	6,34 ± 0,09
4	5,57 ± 1,05	4,48 ± 0,26	4,69 ± 0,02	4,17 ± 0,19	7,73* ± 0,06	6,37* ± 0,19	5,55 ± 0,16	5,85* ± 0,02	6,08 ± 0,04
24	12,12 ± 0,57	8,45 ± 0,22	7,61 ± 0,18	6,44* ± 0,16	9,24 ± 0,70	8,28 ± 0,13	6,17* ± 0,07	5,53* ± 0,06	6,22* ± 0,003
48	12,79 ± 0,13	9,94 ± 0,04	9,45 ± 0,28	8,78 ± 0,18	13,57 ± 0,56	11,44 ± 0,29	7,88* ± 0,01	6,64* ± 0,04	7,01* ± 0,05

Pozn.:* signifikance $P \leq 0,05$, všechny ostatní výsledky nejsou významné.



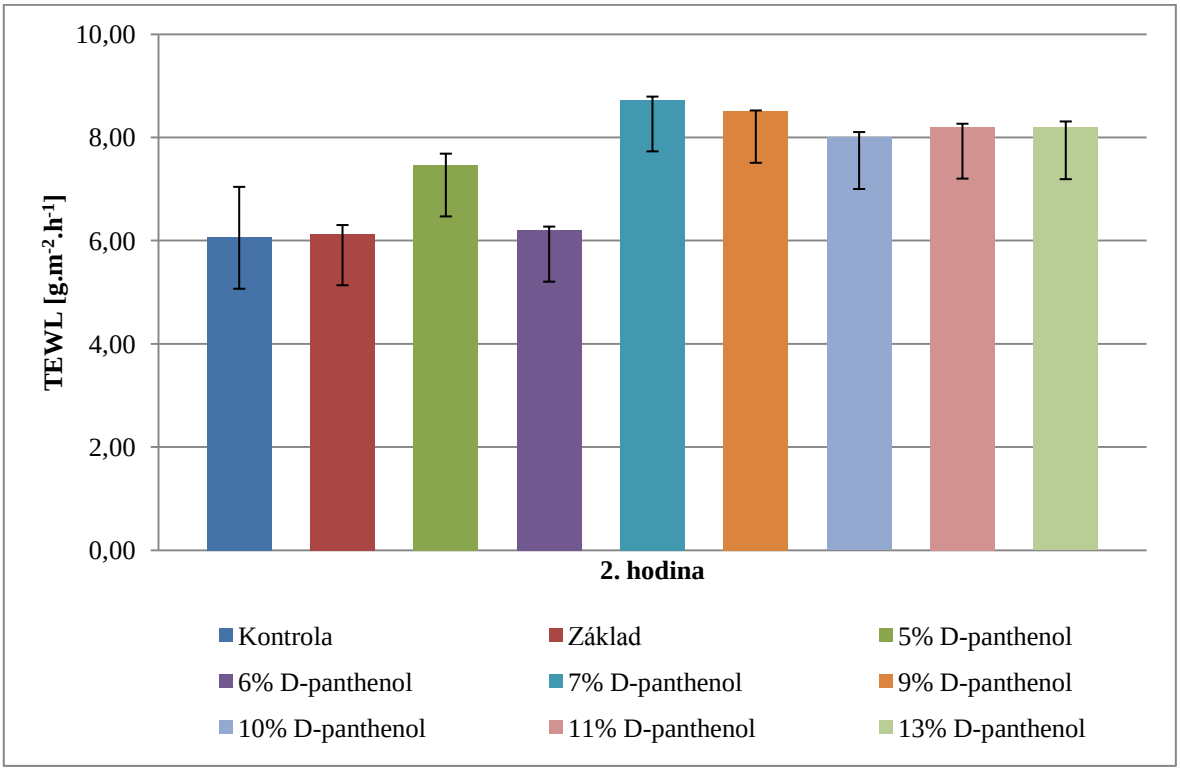
Obr. 34. TEWL v 0. hodině.

Na Obr. 34. je znázorněna hodnota TEWL pro jednotlivé zkoušené masti v 0. hodin. Nejvyšší hodnoty vykazovala kontrola, ostatní zkoušené masti měly hodnoty TEWL obdobné a to v rozmezí hodnot 4,5 – 7 $g\text{-}m^{-2}h^{1}$.



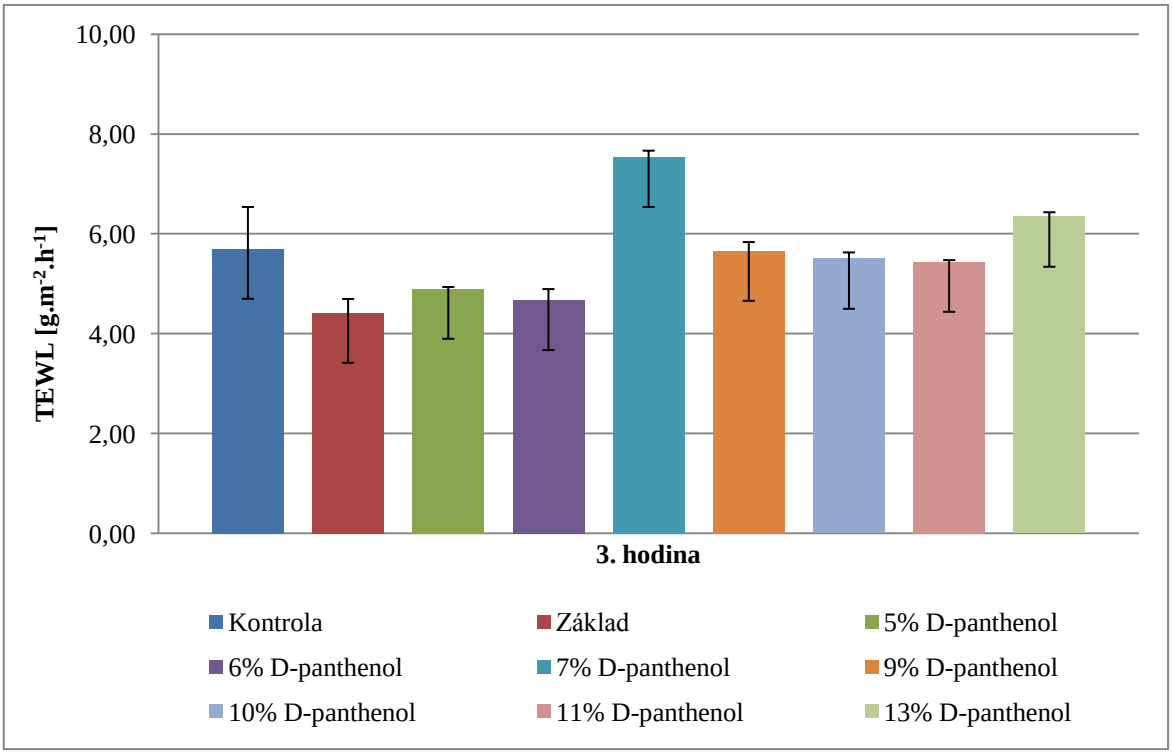
Obr. 35. TEWL po 1. hodině.

Z Obr. 35. vyplývá, že transepidermální ztráta vody se po aplikaci zkoušených mastí oproti kontrole značně zvýšila. Hodnoty pro jednotlivé masti jsou po uplynutí jedné hodiny od aplikace velmi podobné a to v rozmezí hodnot 10 – 15 g-m^{-2}h^{1}.



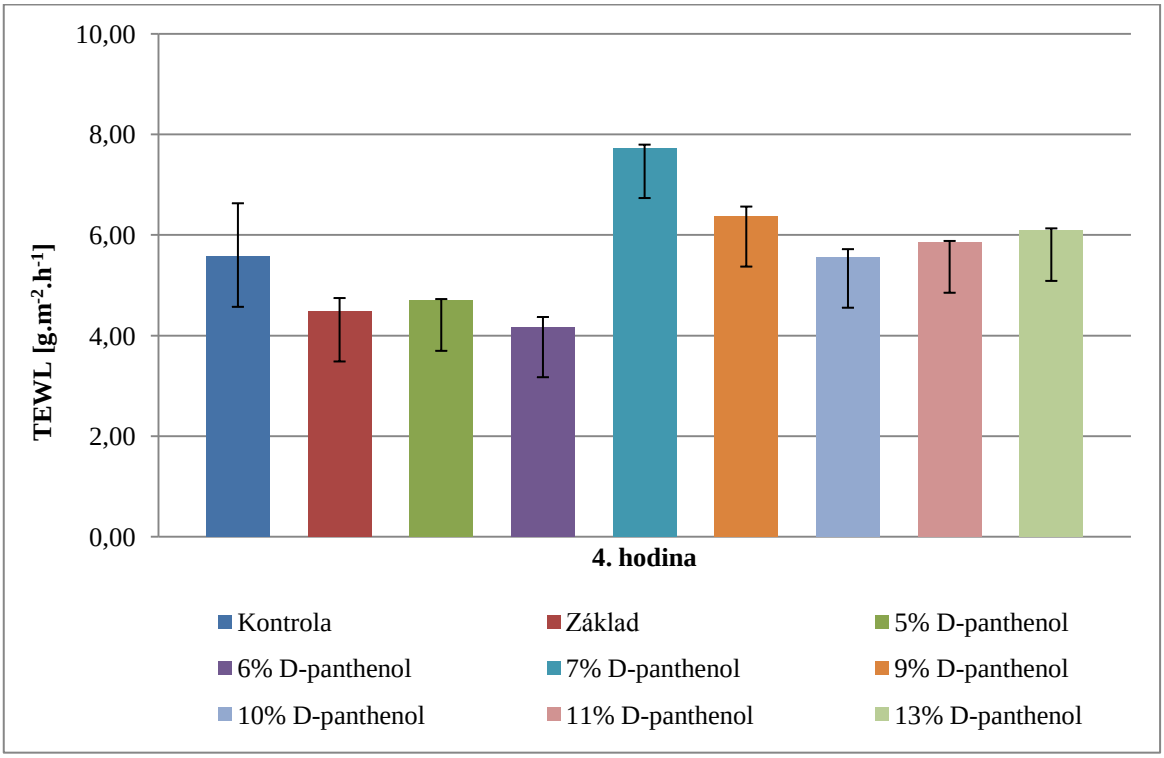
Obr. 36. TEWL po 2. hodině.

Hodnoty TEWLu po 2 hodinách znázorňuje Obr. 36. Tyto výsledky dosahují přibližně stejných hodnot, z čehož lze usuzovat na příznivý vliv na transepidermální ztrátu vody.

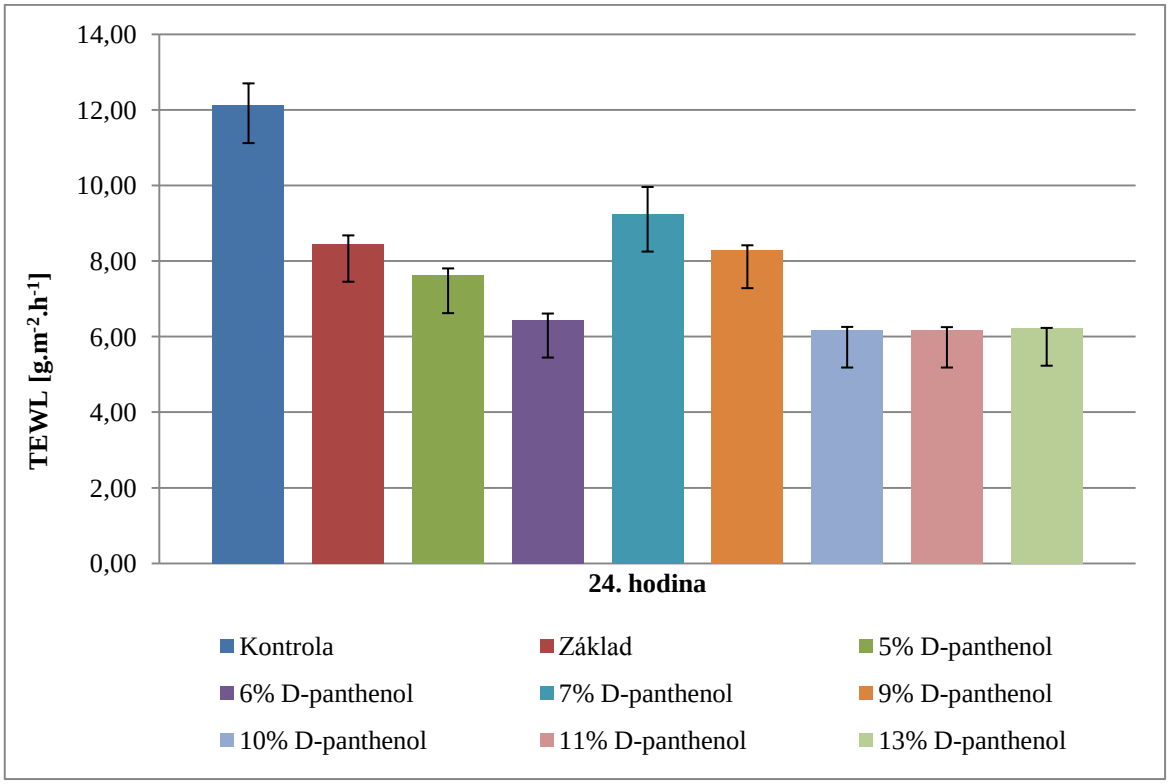


Obr. 37. TEWL po 3. hodinách.

Z Obr. 37. lze vyčíst, že se hodnoty TEWL ještě více snížily. Nejvyšších hodnot a to 7,53 g-m^{-2}h^{1} dosahovala mast se 7% obsahem D-panthenolu. Podle stupnice TEWLu tato hodnota značí velmi dobrý stav pokožky, stejně jako naměřené hodnoty pro ostatní masti.

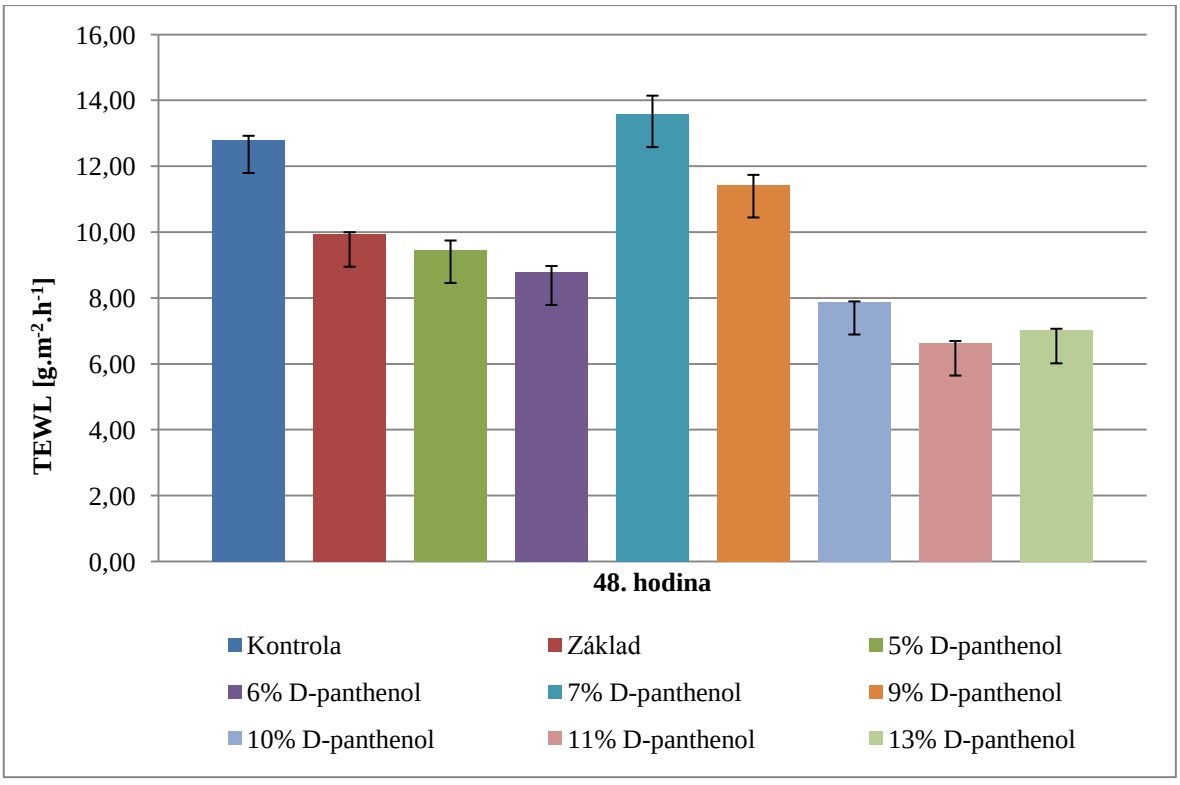


Obr. 38. TEWL po 4. hodinách.



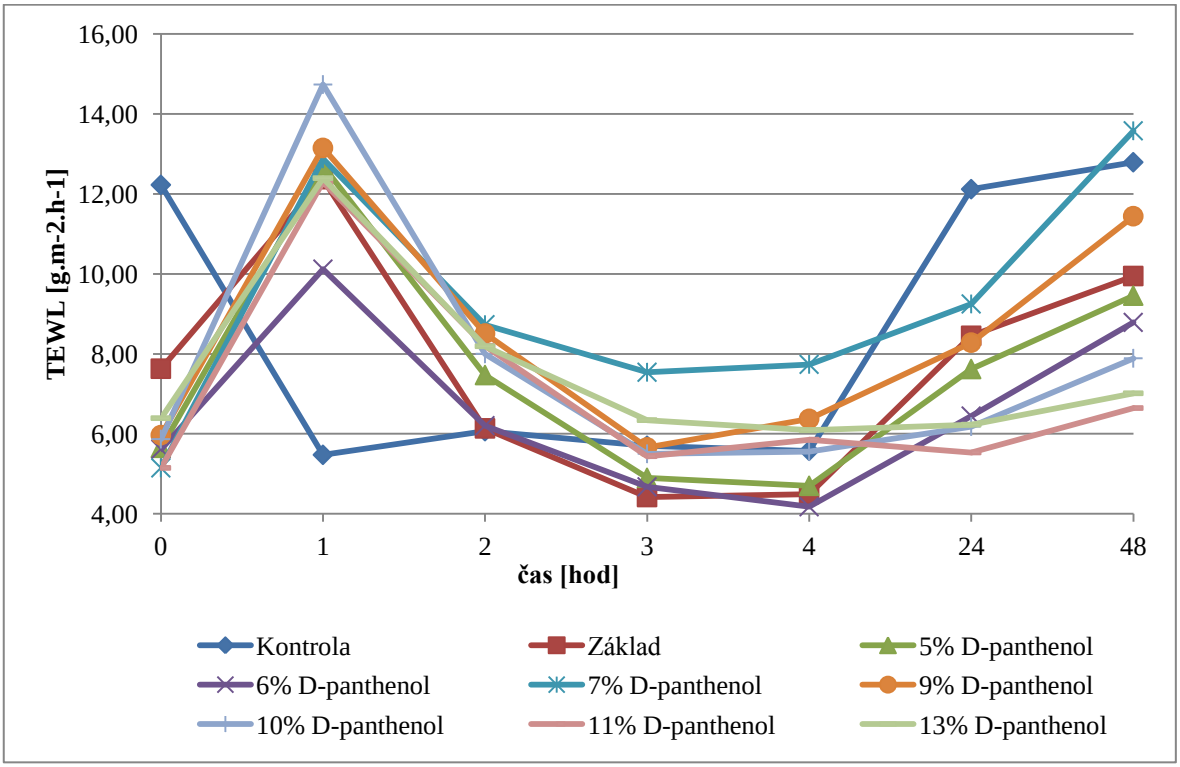
Obr. 39. TEWL po 24. hodinách.

Po uplynutí 24 hodin od aplikace jednotlivých mastí byly hodnoty TEWL jednotlivých mastí obdobné. Nejvyšší hodnotu vykazovala kontrola a to 12,79 g-m^{-2}h^{1}.



Obr. 40. TEWL po 48. hodinách.

Z Obr. 38. - 40. je zřejmé, že masti se 7 a 9% obsahem D-panthenolu ovlivňují nejvíce kožní ochrannou bariéru a tedy nejméně brání ztrátám vody z pokožky. Ostatní masti snižují hodnotu TEWL a působí také příznivě na pokožku. V rámci 48 hodinového působení mastí se hodnoty nijak extrémně neměnily.



Obr. 41. Hodnoty TEWL jednotlivých zkoušených mastí s obsahem D-panthenolu v závislosti na čase.

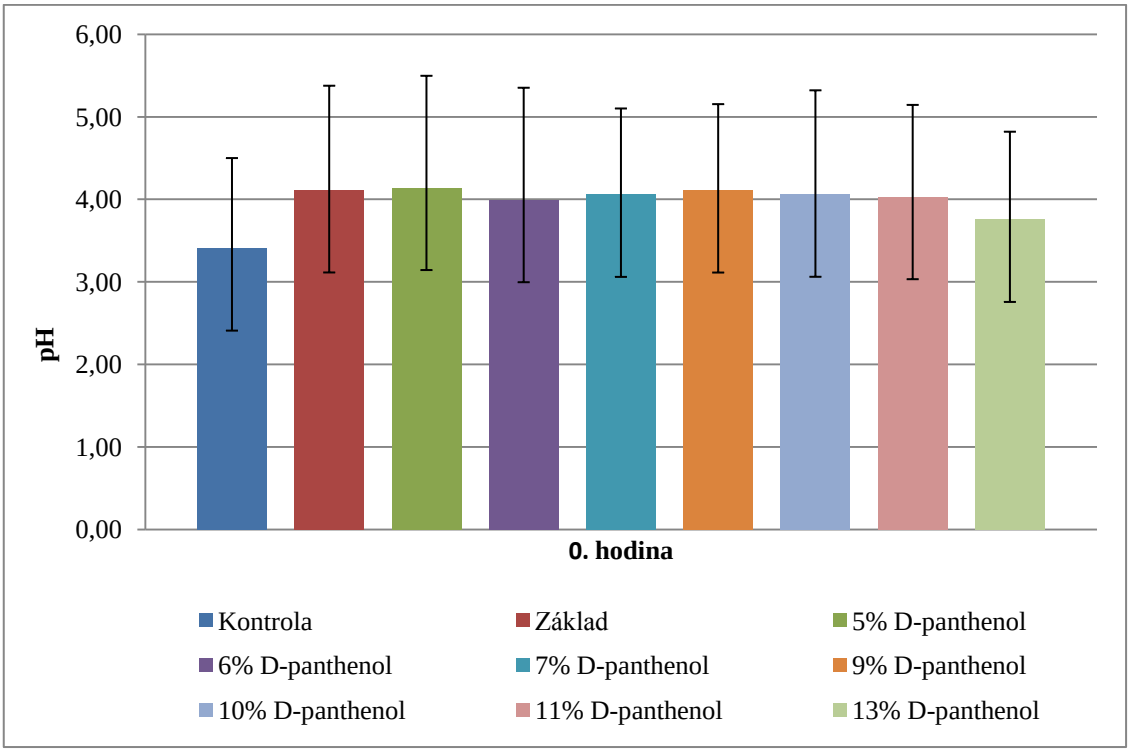
Z Obr. 41. vyplývá, že nejvyšších hodnot a to 14,7 $g\text{-}m^{-2}h^{1}$ dosahovala mast s 10% obsahem D-panthenolu po uplynutí první hodnoty od aplikace, poté se hodnoty snížily a dále nevykazovaly žádný nárůst až do uplynutí 24 hodin Tento trend nárůstu v první hodině a následného poklesu hodnot TEWL vykazovaly i ostatní zkoušené masti. Naopak nejnižší hodnoty byly naměřeny pro mast s 6% obsahem D-panthenolu. K zabránění transepidermální ztráty vody se tedy jeví tedy mast s 6% obsahem D-panthenolu jako neúčinnější.

7.3 Měření pH mastí s obsahem D-panthenolu

Hodnoty pH pokožky měřené na volárních předloktí po nanesení jednotlivých mastí jsou uvedeny v Tab. 11. Získané výsledky byly statisticky vyhodnoceny a zpracovány.

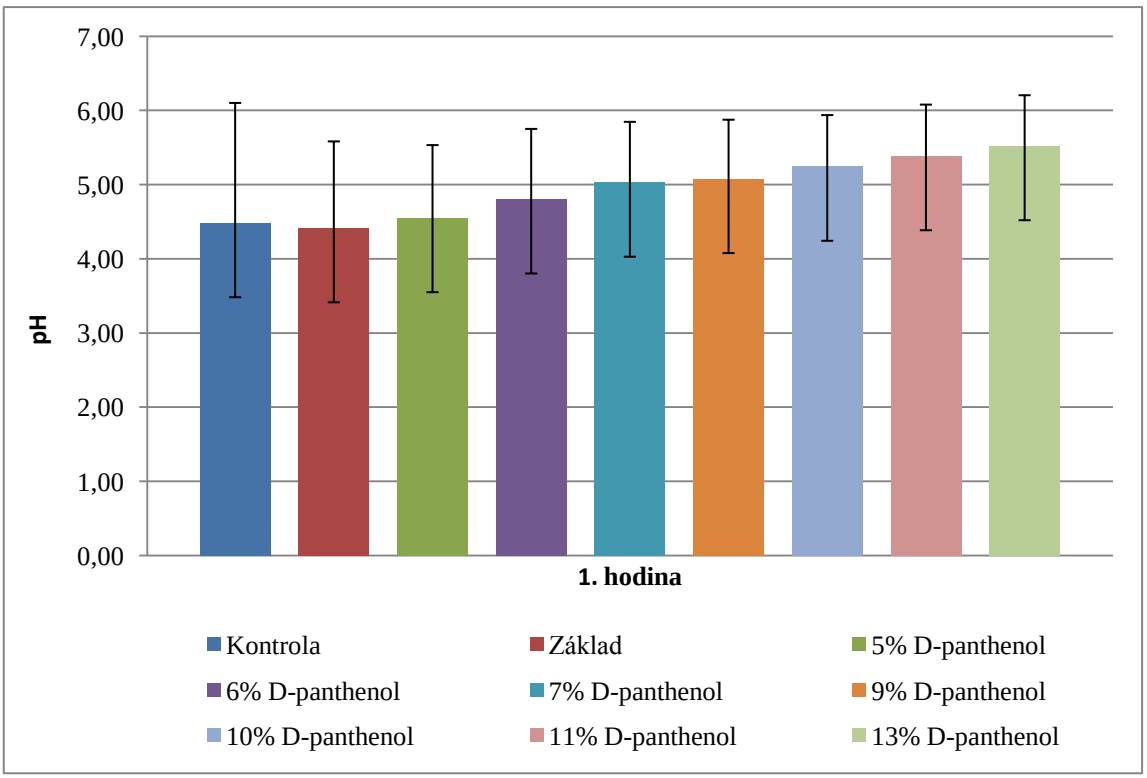
Tab. 11. Výsledky měření pH pokožky.

Čas [hod]	pH								
	Kontro-la	Základ	5%	6%	7%	9%	10%	11%	13%
0	3,41 ± 1,09	4,11 ± 1,26	4,14 ± 1,35	3,99 ± 1,35	4,05 ± 1,06	4,11 ± 1,04	4,06 ±1,2	4,03 ± 1,11	3,75 ± 1,06
1	4,48 ± 1,61	4,41 ± 1,16	4,55 ± 0,98	4,80 ± 0,94	5,03 ± 0,81	5,07 ± 0,79	5,24 ± 0,69	5,38 ± 0,69	5,52 ± 0,68
2	4,05 ± 1,18	4,06 ± 1,01	4,31 ± 0,76	4,48 ± 0,74	4,46 ± 0,75	4,77 ± 0,59	4,85 ±0,64	4,84 ± 0,63	4,74 ± 0,95
3	4,07 ± 1,01	3,93 ± 0,94	4,01 ± 1,03	4,24 ±0,98	4,45 ± 1,07	4,57 ± 0,99	4,69 ±1,21	4,63 ± 1,03	4,70 ± 0,96
4	3,52 ± 1,02	3,78 ± 1,17	4,10 ± 1,16	4,05 ± 0,96	4,04 ±1,20	4,02 ± 1,19	4,13 ±1,04	4,58 ± 0,88	4,51 ± 1,06
24	3,97 ± 1,54	3,82 ± 1,22	3,56 ± 1,29	3,82 ±0,96	3,95 ± 1,19	3,53 ± 1,20	3,61 ± 1,08	3,67 ± 1,25	3,75 ± 1,12
48	4,20 ± 1,44	3,80 ±1,37	3,85 ± 1,08	3,93 ± 1,03	3,82 ± 1,06	4,00 ±0,93	3,90 ± 1,17	4,09 ± 0,92	4,07 ± 1,07



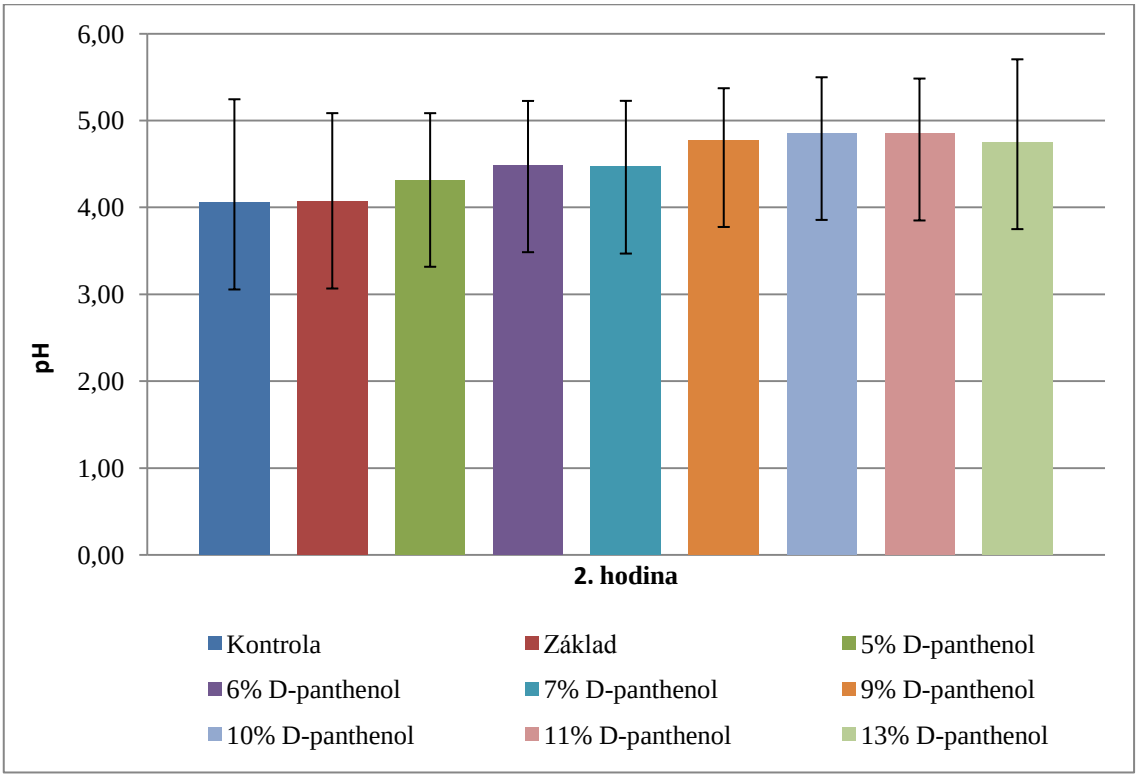
Obr. 42. Hodnoty pH pokožky v 0. hodině.

V 0. hodině (Obr. 42) vykazovaly všechny masti téměř stejné hodnoty pH a to 4, což je kyselá oblast.

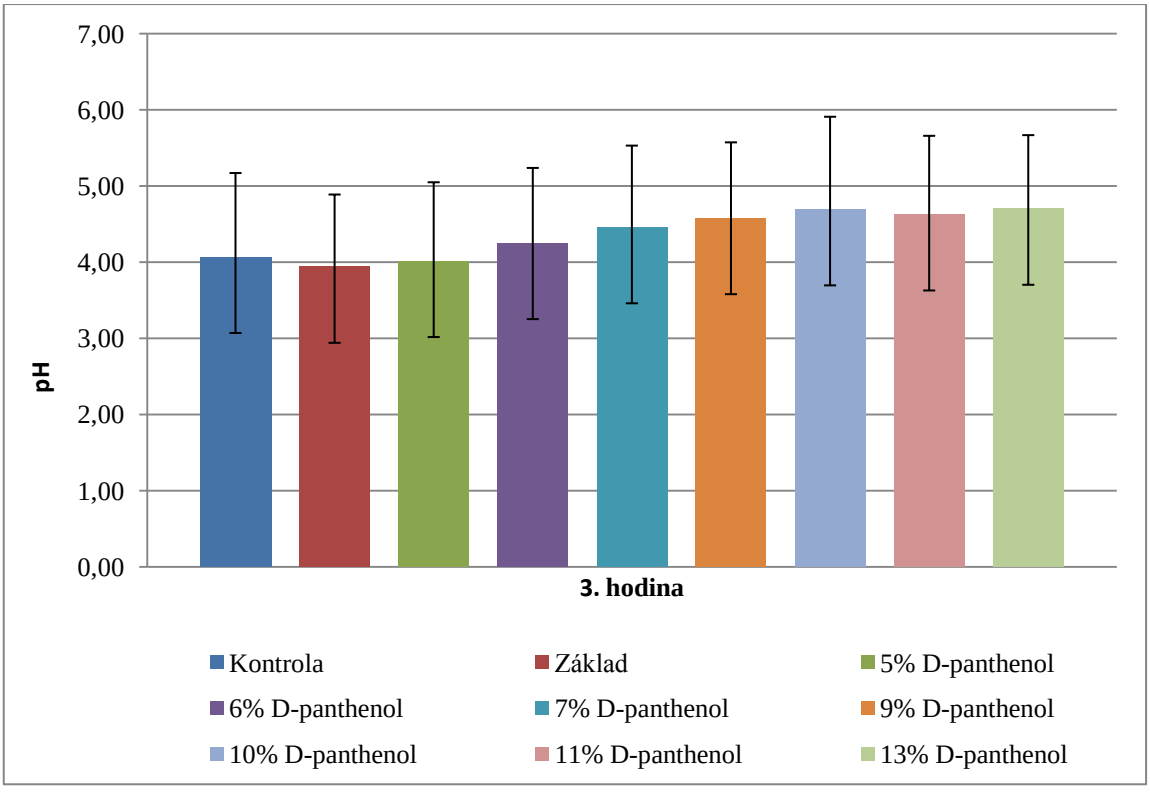


Obr. 43. Hodnoty pH pokožky po 1. hodině.

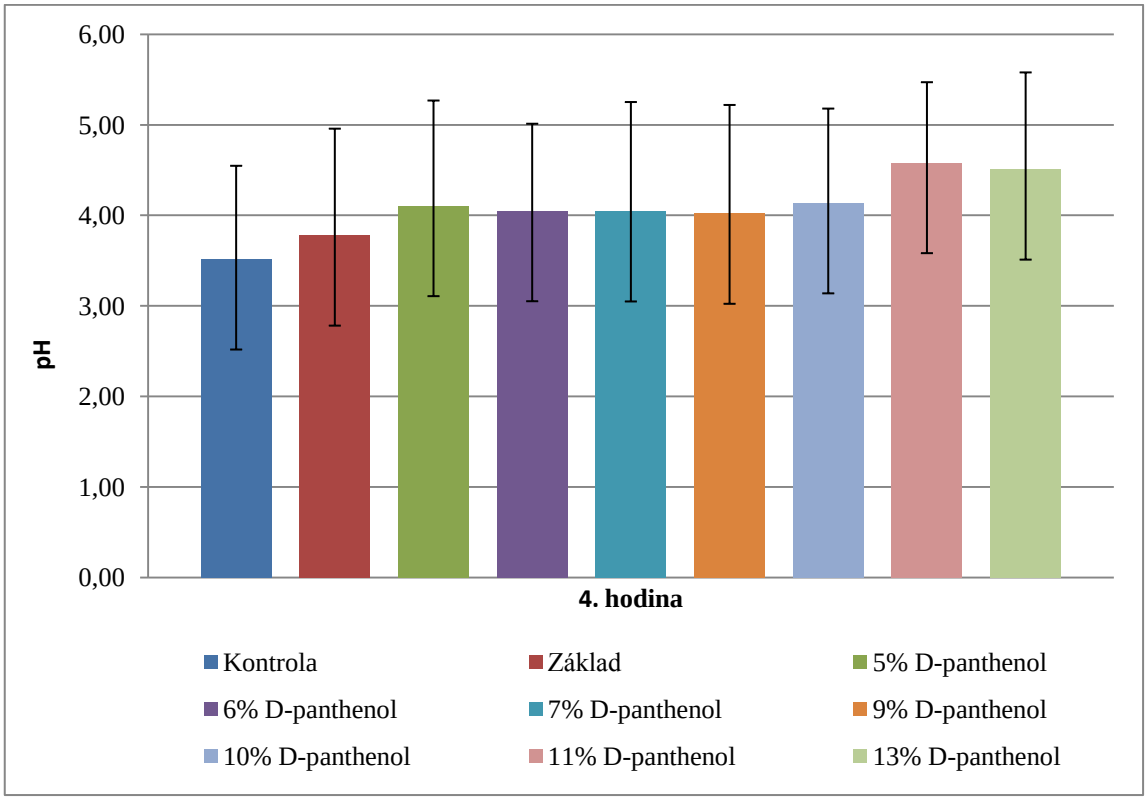
Po 1. hodině po aplikaci mastí docházelo ke zvýšení hodnot pH u mastí s obsahem 10, 11 a 13% D-panthenolu.



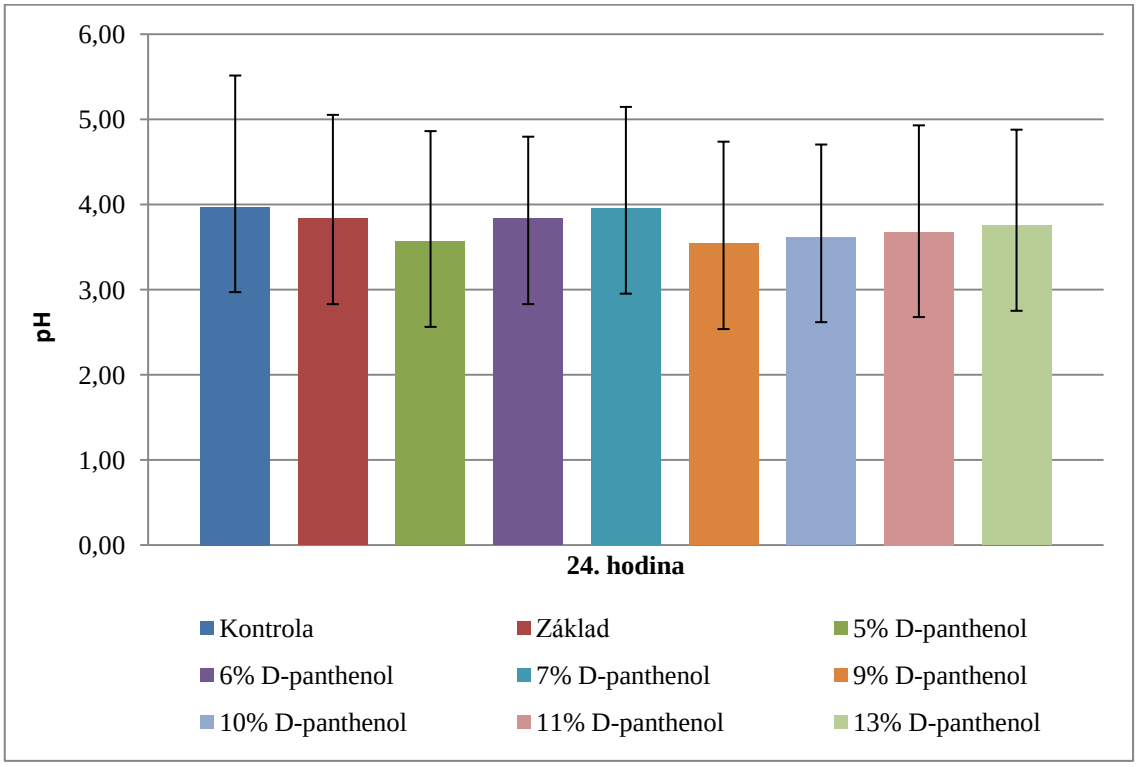
Obr. 44. Hodnoty pH po 2. hodinách.



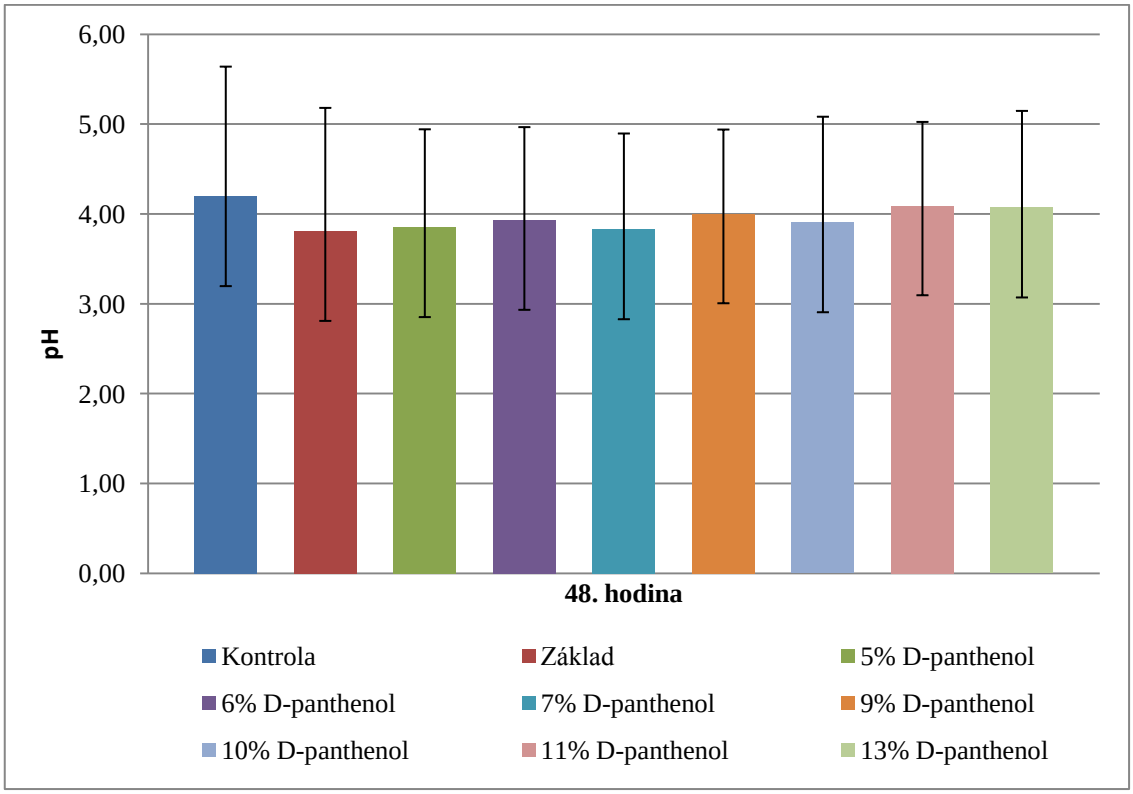
Obr. 45. Hodnoty pH po 3. hodinách.



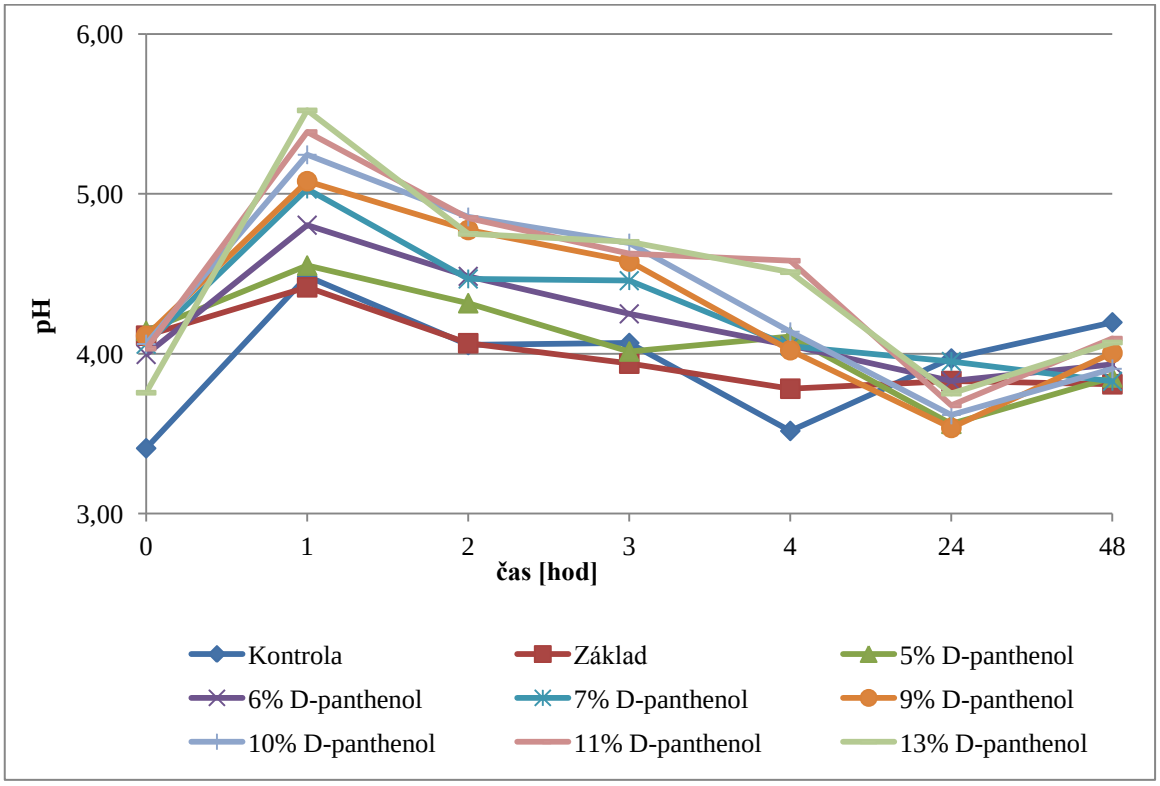
Obr. 46. Hodnoty pH po 4. hodinách.



Obr. 47. Hodnoty pH po 24. hodinách.



Obr. 48. Hodnoty pH po 48. hodinách.



Obr. 49. Hodnoty pH pokožky po aplikaci mastí s obsahem D-panthenolu.

Z Obr. 49. jde jasně vidět, že po uplynutí 1. hodiny od aplikace mastí došlo k mírnému snížení pH pokožky. Dalo by se tedy říci, že se zvyšujícím se časem působení mastí na pokožce, docházelo ke snížení hodnot pH pokožky. Z těchto výsledků tedy vyplívá, že zkoušené masti neporušují kyselý kožní film pokožky.

ZÁVĚR

Cílem této práce bylo ověřit, zda masťový základ či masti s obsahem D-panthenolu 5, 6, 7, 9, 10, 11 a 13%, jež nám byly dodány společností Omega Altermed, a.s., chrání naši bariérovou funkci pokožky. Před samotným experimentem byla nejprve vypracována literární rešerše zabývající se hydratací kůže, D-panthenolem či formami základů se zaměřením na mast.

Experimentální část byla měřena celkem na 20 probandech a to vždy ve 3 po sobě následujících dnech. Důležitou roli tedy plnily probandi – ženy, na kterých byly účinky mastí ověřovány. Ty byly proměřeny pomocí stanice MPA 5, která obsahovala tři sondy. Jednu pro měření hydratace, druhou pro ověření transepidermální ztráty vody z pokožcky a také sondu pro měření pH. Měření probíhalo vždy ve stejných časových intervalech a to v 0., 1., 2., 3., 4., 24. a 48. hodině po aplikaci masti na pokožku. Získané výsledky byly zpracovány a statisticky vyhodnoceny.

Jako první byla měřena hydratace. V prvních čtyřech hodinách měření měla nejvyšší hodnoty hydratace pokožky mast se 7% obsahem D-panthenolu, avšak po uplynutí 24 hodin byly hodnoty této masti sníženy. Poté byly hodnoty této masti téměř shodné s ostatními zkoušenými mastmi. Nejmenší hydratační účinky vykazovala mast s 11% obsahem D-panthenolu. I přesto, že byl pozorován vliv na hydrataci pokožky, tyto výsledky dle corneometrické stupnice ukazují na hodnoty pro velmi suchou pleť.

Dalším měřením bylo měření transepidermální ztráty vody. Největší nárůst byl pozorován u masti s 10% obsahem D-panthenolu a to ihned po 1. hodině. Uplynutím času se ale hodnoty této masti začaly snižovat a už se nijak neměnily. Po 2. hodině od aplikace byly zaznamenány vyšší hodnoty u masti se 7% obsahem D-panthenolu, tyto vyšší hodnoty mast vykazovala i v dalších hodinách. Nejvíce účinnou mastí, bránící transepidermální ztrátě vody, se proto jeví mast se 6% obsahem D-panthenolu. Její hodnoty byly téměř po celou dobu měření nejnižší. Lze tedy říci, že tato mast ze všech zkoumaných mastí nejvíce snižují hodnotu TEWL, nejméně ovlivňuje kožní ochrannou bariéru a působí příznivě na pokožku.

Poslední částí bylo měření pH pokožky pomocí pHmetru, kdy ze získaných výsledků lze soudit, že se zvyšujícím se časem, kdy masti působí na pokožku, dochází ke snížení hodnot pH. Z toho tedy vyplívá, že zkoušené masti s obsahem D-panthenolu nijak neporušují kyselý kožní film pokožky.

Masti, jež byly ověřovány, lze označit za bariérové a říci, že napomáhají v ochranně bariérové funkce naší pokožky.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. DITRICHOVÁ, Dagmar. *Repetitorium dermatovenerologie*. 1. vyd. Olomouc: Epava, 2002, s. 11-17. ISBN ISBN 80-86297-08-X.
2. JIRÁSKOVÁ, Milena. *Dermatovenerologie pro stomatology*. 1. vyd. Praha: Professional publishing, 2001, s. 18 – 21. ISBN 80–86419–07-X.
3. ŠTORK, Jiří. Dermatovenerologie. 1. vyd. Praha: Galén, 2008, s. 1 – 9. ISBN 978-80-7262-371-6
4. HORÁKOVÁ, Maruše. *Dětská dermatovenerologie*. 1.vyd. Praha: Avicenum, 1985. ISBN 08 – 053 – 85.
5. Anatomie kůže [online]. [cit. 2012-12-10]. Dostupné z:<http://www.eucerin.cz/skin/skin_structure.asp>
6. ZÁHEJSKÝ, Jiří. *Dermatovenerologie pro studující pediatrického směru*. 1. vyd. Brno: Rektorát UJEP Brno, 1981. ISBN 55-046-81.
7. CHALUPOVÁ, Zuzana a Ruta MASTEIKOVÁ. *Hydratace kůže a kosmetické prostředky.* Praktické lékárenství. 2006, s. 192 - 194.
8. ZÁHEJSKÝ, Jiří. *Ochranné bariérové systémy: Současné a perspektivní možnosti úpravy stavu poškozené kožní bariéry.* Dermatologie pro praxi. 2011, s. 68 - 70.
9. ŠPANGEROVÁ, Miluše. *Suchá kůže*. Čelákovice, 2010. Diplomová práce. Vyšší odborná škola a Střední zdravotnická škola MILLS, s.r.o. Vedoucí práce Mgr. Radek Kučera.
10. SOVADINOVÁ, Jana. *Hydratační přísady v kosmetických prostředcích*. Zlín, 2012. Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Vedoucí práce RNDr. Hana Bendová, Ph.D
11. ESPEJO, Carbajo a A. CODINA. *Moisturizing factor*. Provital group. 2005, s. 1 - 4.
12. KUCHAREKOVA, M. *Transepidermal water loss and its relation to barrier function and skin irritation.* Boca Raton. 2005, s. 97 – 104.
13. JACHOWICZ, R., J. WEREMCZUK a G. TARAPATA. *Transepidermal water loss senzor based on fast dew point hygrometer.*Science direct. 2005, s. 7 - 11.

14. RESL, Vladimír, Petra CETKOVSKÁ, Martin LEBA a Ivan RAMPL. *Měření hydratace kůže*. Česko-slovenská dermatologie. 2006, s. 298 - 304.

15. JANÍRKOVÁ, Gabriela. *Ochranná bariérová funkce kožního povrchu nohy*. Zlín, 2011. Diplomová práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Vedoucí práce Ing. Jana Pavlačková, Ph.D.

16. POLÁŠKOVÁ, Jana. *Ochranná bariérová funkce kožního povrchu diabetické nohy*. Zlín, 2010. Diplomová práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Vedoucí práce Ing. Jana Pavlačková, Ph.D.

17. HEINRICH, U. a U. KOOP. Multicentre comparison of skin hydration in terms of physical-, physiological- and product-dependent parameters by the capacitance method. *International Journal of Cosmetic Science*. 2003, s. 45 - 51.

18. PUČÁLKOVÁ, Lenka. *Kosmetické gely s hydratačními účinky*. Zlín, 2012. Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Vedoucí práce doc. Ing. Věra Kašpárková, CSc.

19. Corneometr [online]. [cit. 2013-04-17]. Dostupné z: <http://courage-khazaka.de/index.php/en/products/scientific/55-corneometer>

20. RESL, Vladimír, Martin LEBA a Ivan RAMPL. *Měření transepidermální ztráty vody (TEWL)*. Česko-slovenská dermatologie. 2008, s. 319 - 324.

21. KRACÍKOVÁ, Anna. *Transepidermální ztráta vody a bariérová funkce kůže*. Zlín, 2012. Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Vedoucí práce Ing. Jana Pavlačková, Ph.D.

22. Otevřená komůrková metoda [online]. [cit. 2013-04-17]. Dostupné z: <http://cyberderm-inc.com/main/tewl-2/>

23. ZÁHEJSKÝ, Jiří. *Zevní dermatologická terapie a kosmetika.* 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2006, s. 47 – 61. ISBN 80-247-1551-1.

24. ZAHRADNÍK, Miroslav.*Materiály II.* 1. vyd. Praha: Informatorium, 2001. ISBN 80-86073-83-1.

25. FEŘTEK, Otakar. *Kosmetická problematika v dermatologické praxi*. 1. vyd. Praha: Avicenum, 1987, s. 80 - 81. ISBN 08-028-87.

26. RAWLINGS, A.V., David A. CANESTRARI a Brian DOBKOWSKI. *Moisturizer technology versus clinical perfomance.* Dermatologic therapy. 2004, s. 49 - 56.

27. ZÁHEJSKÝ, Jiří. *Urea - stále aktuální a diskutovaná.* Dermatovenerologie pro praxi. 2008, s. 28 - 30.
28. SKLENÁŘ, Zbyněk. *Močovina - vlastnosti, použití a praktické zapracování do topických polotuhých základů.* Praktické lékárenství. 2007, s. 177 - 179.
29. Strukturní vzorec močoviny [online]. [cit. 2013-04-03]. Dostupné z:<http://renalfellow.blogspot.cz/2012/07/urea-and-hyponatremia.html>
30. DOLEŽAL, Pavel. *Technologie přípravy nesterilních léčiv*. 1. vyd. Praha: Karolinum Praha, 2003, s. 9, 106 - 107. ISBN 80-246-0685-2.
31. Strukturní vzorec glycerolu [online]. [cit. 2013-04-03]. Dostupné z:
<http://xantina.hyperlink.cz/organika/derivaty/alkoholy.html>
32. Strukturní vzorec propylenglykolu [online]. [cit. 2013-04-03]. Dostupné z:
<http://apps.kemi.se/flodessok/floden/kemamne_eng/1,2-propandiol_eng.htm>
33. Strukturní vzorec kyseliny mléčné [online]. [cit. 2013-04-03]. Dostupné z:
<http://vydavatelstvi.vscht.cz/echo/organika/trivialni-sk- karboxyva_kyselina.html>
34. ZEMANOVÁ, Beata. *Ovoce - výukový text*. Brno, 2011. Bakalářská práce. Masarykova Univerzita v Brně. Vedoucí práce Ing. Pavla Stejskalová.
35. ŠTREJBAROVÁ, Monika. *Vitaminy, minerály a jejich vliv na zdraví*. Brno, 2008. Bakalářská práce. Masarykova Univerzita v Brně. Vedoucí práce PhDr. Jitka Reissmannová.
36. FEŘTEKOVÁ, Vlasta. *Kosmetika v teorii a v praxi.* 1. vyd. Praha: MAXDORF, 1994, s. 167 – 168. ISBN 80-85800-20-9.
37. HLUBIK, Pavel a Libuše OPLTOVÁ. *Vitaminy*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing a.s., 2004, s. 125 - 126. ISBN 80-247-0373-4.
38. Kyselina pantothenová [online]. [cit. 2013–04-04]. Dostupné z: <http://chemistry.about.com/od/factsstructures/ig/Chemical-Structures---P/Vitamin-B5--Pantothenic-Acid-.-0pU.htm>
39. VRATISLAV, Schreiber. *Vitaminy: Kdy - jak - proč - kolik*. 1. vyd. Praha: H&H, 1993, s. 53 - 54. ISBN 80-85787-17-2.

40. KELLY, Gregory S. *Pantothenic Acid.*Alternative Medicine Review. 2011, s. 263 - 264.
41. EBNER, Fritz, HELLER Andreas, RIPPKE Frank a TAUSCH Irene. *Topical Use of Dexpanthenol in Skin Disorders.* Am J Clin Dermatol. 2002, s. 427 – 433.
42. WANG, Lai-Hao a TSENG, Shih-Wen. *Direct determination of D- panthenol and salt of pantothenic acid in cosmetic and pharmaceutical preparations by differential pulse voltammetry.* Analytica Chimica Acta. 2001, s. 39 – 48.
43. BASF. *Panthenol: Technical Information.* Chemical company. 2006, s. 2 - 14.
44. Strukturní vzorec D-panthenolu [online]. [cit. 2013-04-08]. Dostupné z: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Panthenol.png>
45. Česká Republika. Bezpečnostní list: D-Panthenol. In: ALCHIMICA, 2012.
46. HAŠEK, Jan. *Dexpanthenol v léčbě kožních onemocnění.* Dermatologie pro praxi. 2011, s. 41 - 44.
47. ROBERTS, Hugh, Jason WILLIAMS a Bruce TATE. *Occupational Dermatology Research and Education.* Contact Dermatitis. 2006, s. 369 - 370.
48. BAUMANN, Leslie S. *Dexpanthenol.*Cosmeceutical Critique. 2004, s. 1 - 3.
49. HAŠEK, Jan. *Nové léčivé látky v magistraliter receptuře II: dexpanthenol.* Praktické lékárenství. 2010, s. 192-197.
50. BISSETT, Donald L. *Common cosmeceuticals.*Clinics in Dermatology. 2009, s. 435 - 445.
51. HELALY, Ghada F., Ahmed A. EL-AZIZ a Fatma I. SONBOL. *Dexpanthenol and propolis extract in combination with local antibiotics for treatment of Staphylococcal and Pseudomonal wound infections.*Archives of clinical microbiology. 2011, s. 1 - 2.
52. HCP-MEPPO. *Bepanthen ointment: Bayer Healthcare.*Publishers of MEPPO and modern medicine, s. 2.
53. KOKTAVÝ, Pavel. *Přehled hygienických a kosmetických přípravků pro děti.* Pediatrie pro praxi. 2011, s. 364 – 368.
54. Bepanthen mast [online]. [cit. 2013-04-15]. Dostupné z: <http://eshop.pharmawell.cz/bepanthen-drm-ung-1x100gm>

55. RŮŽIČKOVÁ JAREŠOVÁ, Lucie. *Dermatologická externa polotuhé konzistence.* Dermatologie pro praxi. 2010, s. 59 - 61.

56. ZÁHEJSKÝ, Jiří. *Speciální ošetřovatelská péče o dospělé na dermatovenerologickém oddělení.* 1. vyd. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 1994, s. 159. ISBN 80-7013-161-6.

57. Masťový základ [online]. [cit. 2013-04-09]. Dostupné z: http://andrea-bone.blogspot.cz/2013/03/soutez-mitigo-exkluzivni-regeneracni.html

58. Dvouvýběrový F-test [cit. 2013-04-15]. Dostupné z:http://office.microsoft.com/cs-cz/excel-help/nastroje-statisticke-analyzy HP005203873.aspx

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

NMF Natural Moisturizing Factor.

TEWL Transepidermální ztráta vody.

c.j. Corneometrické jednotky.

O/V Emulze olej ve vodě.

V/O Emulze voda v oleji.

PCA Kyselina pyrolidonkarbonová.

FF Filtrate Factor.

CoA Koenzym A.

SDS Dodecylsulfát sodný.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. Složení lidské kůže 12
Obr. 2. Optimální bariérová funkce pokožky 19
Obr. 3. Poškozená bariérová funkce pokožky 19
Obr. 4. Corneometr 20
Obr. 5. Otevřená komůrková metoda 22
Obr. 6. Strukturní vzorec močoviny 26
Obr. 7. Strukturní vzorec glycerolu 26
Obr. 8. Strukturní vzorec propylenglykolu 27
Obr. 9. Strukturní vzorec kyseliny mléčné 27
Obr. 10. Kyselina pantothenová 29
Obr. 11. D-panthenol 30
Obr. 12. Bepanthen mast 32
Obr. 13. Masťový základ 34
Obr. 14. Pomůcky 39
Obr. 15. Stanice MPA5 vybavená třemi sondami 40
Obr. 16. Masti Omega Altermed. 42
Obr. 17. Proužky filtračního papíru. 42
Obr. 18. Náplast. 42
Obr. 19. Filtrační papírky v 0,5% roztoku SDS. 45
Obr. 20. Rozmístění filtračních papírků 46
Obr. 21. Masti uložené v exikátoru. 47
Obr. 22. Měření transapidermální ztráty vody. 47
Obr. 23. Měření pomocí corneometrické sondy. 48
Obr. 24. Měření pomocí pH sondy. 48
Obr. 25. Testované oblasti s nanesenými 49
Obr. 26. pH metr Watterprof. 50
Obr. 27. Hydratační účinky v 1. hodině. 53
Obr. 28. Hydratační účinky ve 2. hodině. 53
Obr. 29. Hydratační účinky ve 3. hodině. 54
Obr. 30. Hydratační účinky ve 4. hodině. 55
Obr. 31. Hydratační účinky po 24. hodinách. 56
Obr. 32. Hydratační účinky po 48. hodinách. 57

Obr. 33. Hydratační účinky mastí s obsahem D-panthenolu v rámci 58
Obr. 34. TEWL v 0. hodině. 60
Obr. 35. TEWL po 1. hodině. 61
Obr. 36. TEWL po 2. hodině. 62
Obr. 37. TEWL po 3. hodinách. 62
Obr. 38. TEWL po 4. hodinách. 63
Obr. 39. TEWL po 24. hodinách. 64
Obr. 40. TEWL po 48. hodinách. 64
Obr. 41. Hodnoty TEWL jednotlivých zkoušených mastí s obsahem D-panthenolu v závislosti na čase. 65
Obr. 42. Hodnoty pH pokožky v 0. hodině. 67
Obr. 43. Hodnoty pH pokožky po 1. hodině. 67
Obr. 44. Hodnoty pH po 2. hodinách. 68
Obr. 45. Hodnoty pH po 3. hodinách. 68
Obr. 46. Hodnoty pH po 4. hodinách. 69
Obr. 47. Hodnoty pH po 24. hodinách. 69
Obr. 48. Hodnoty pH po 48. hodinách. 70
Obr. 49. Hodnoty pH pokožky po aplikaci mastí s obsahem D-panthenolu. 70

SEZNAM TABULEK

Tab. 1. Stupnice Tewametru. 40
Tab. 2. Stupnice corneometru. 41
Tab. 3. Stupnice pHmetru. 41
Tab. 4. Složení masti s D-panthenolem. 43
Tab. 5. Množství použitého D-panthenolu na 200 g vzorku masti. 43
Tab. 6. Údaje o testovaných probandech 44
Tab. 7. Údaje o průběhu měření 45
Tab. 8. Hodnoty pH mastí 50
Tab. 9. Hydratační účinky měřených mastí s obsahem D-panthenolu. 52
Tab. 10. Výsledky měření transepidermální ztráty vody. 59
Tab. 11. Výsledky měření pH pokožky. 66

SEZNAM PŘÍLOH

P I Informovaný souhlas

P II Dotazník

PŘÍLOHA P I: INFORMOVANÝ SOUHLAS

Individuální informovaný souhlas

V rámci realizace experimentální části diplomové práce budou na Vaši kůži aplikovány různé testované výrobky. U všech výrobků byla posouzena dokumentace z hlediska jejich bezpečnosti. Všechny známé informace o zkoumaných výrobcích dovolují testování na dobrovolnících.

Cíl studie

Cílem práce je zjistit odezvu Vaší pokožky na aplikovaný přípravek pomocí exaktně změřených veličin.

Podmínky účasti

Před zahájením vlastního experimentu je nutno vyplnit dotazník (viz. příloha č. 3). Součástí dotazníku jsou údaje o Vašem zdravotním stavu, alergiích, kožních problémech, o užívaných lécích a o dřívější účasti v obdobných studiích. Na základě Vašich pravdivých odpovědí bude rozhodnuto o účasti v daném cvičení.

Metodika testu

Experiment bude prováděn diplomantkami pod dohledem kvalifikovaných pracovníků Ústavu technologie tuků, tenzidů a kosmetiky a dermatologa. Plánovaná práce zahrnuje: - jednorázový otevřený kožní test (epikutánní test na vnitřní straně předloktí).

Odstoupení z laboratorní práce

Z práce je možno odstoupit při výskytu závažnějších potíží po dohodě s vedoucím diplomové práce.

Rizika a nepříjemnosti

Během práce může dojít k podráždění odpovídající lehkému připálení sluncem. Místo aplikace může zrůžovět nebo zčervenat, dočasně pálit, svědit nebo se vysušit. Nejsilnější očekávanou reakcí je zrudnutí, které může být doprovázeno místním otokem. Nejsou očekávány žádné trvalé následky.

PŘÍLOHA P II: DOTAZNÍK

Dotazník pro účastníka měření

Jméno: Kyska
Příjmení: Petra
Věk:
Pohlaví:
Kód pokusné osoby (evidenční číslo):

Současný zdravotní stav:

Vyskytuje se u Vás nyní:	ano	ne	jaké
lupénka			----------
ekzém			----------
rakovina kůže			----------
jiné kožní problémy a onemocnění			
jizvy, mateřská znaménka, jiné vady kůže v místě testu			----------
zarudnutí kůže po slunění nebo z jiného důvodu v místě testu			----------
astma vyžadující denní příjem léků			----------
jiné chronické respirační onemocnění			
diabetes vyžadující léčbu inzulinem			----------
onemocnění imunitního systému			

Zdravotní stav v minulosti

Prodělal(a) jste:	ano	ne
transplantaci orgánů		
léčbu maligního nádoru v posledních 6 měsicích		

Užívání léků

Berete či používáte pravidelně:	ano	ne	jaké
protizánětlivé léky (např. aspirin, ibuprofen, hydrokortizon, nebo jiné steroidy)			
imunosupresivní léky (např. cyklosporin A)			
jiné léky			

Alergologická léčba

Probíhá u vás v současné době:	ano	ne	jaká
alergologická léčba (kapky, injekce, apod.)			
dostali jste poslední dávku během minulého týdne			----------
očekáváte další dávky v průběhu studie			----------

Pouze pro ženy

Jste:	ano	ne
těhotná nebo kojící		

Alergie

Projevila se u vás někdy alergie na:	specifikujte:
detergenty a čisticí prostředky	
kosmetické přípravky a vůně parfémů	
přípravky do koupele a na mytí (šampón, mýdlo)	
pleťové krémy a mléka, lotiony	
antiperspiranty a deodoranty	
léky	
jiné materiály	

Doplňující údaje

Zdravotní stav:	specifikujte:
používáte pravidelně jakýkoliv přípravek pro léčbu kůže	
používáte pravidelně jakékoliv léčivo (na předpis, či volně prodejné)	
navštěvujete v současné době lékaře kvůli:	
alergiím	
kožním problémům	
z jiného důvodu	
máte nějaké jiné zdravotní potíže	

Účast v dalších studiích

Studie:	Typ studie:	Datum poslední studie:
účastnil(a) jste se někdy kožního testu	----------	
účastníte se v současné době jiné studie jakéhokoliv druhu		

podpis účastníka měření:
datum:

Pouze pro účely organizátora měření

Na základě zjištěných údajů je účastník a) přijat
b) nepřijat

Zdůvodnění:

Datum:

Podpis organizátora: