

Reologické vlastnosti připravených krémů na ruce

Bc. Klára Vojáčková

Diplomová práce
2019



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Ústav technologie tuků, tensidů a kosmetiky
akademický rok: 2018/2019

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Klára Vojáková**
Osobní číslo: **T17248**
Studijní program: **N2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Technologie tuků, detergentů a kosmetiky**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Reologické vlastnosti připravených krémů na ruce**

Zásady pro vypracování:

Krémy na ruce jsou emulze skládající se obvykle z vodné (V) a olejové (O) fáze. Nejčastěji se používají typy O/V, kdy je olejová fáze rozptýlená ve vodném prostředí, nebo V/O, kdy je naopak vodná fáze rozptýlená v olejovém prostředí. Jedná se o přípravky, jejichž úkolem je hydratace a ochrana pokožky rukou. Cílem diplomové práce bude příprava krémů na ruce, kdy se připraví dle zadané formulace krémy typu O/V a typu V/O a poté 2 krémy typu O/V a 2 krémy typu V/O, kdy se bude jejich poměr složení olejové a vodné fáze mírně lišit od zadaných původních formulací. Následně se budou vyhodnocovat jejich reologické vlastnosti v závislosti na teplotě v rozsahu minus 20 °C až plus 50 °C. Dále bude u studovaných formulací stanovena creepová zkouška při 25 °C.

Zásady pro vypracování:

1. Literární rešerše na zadané téma
2. Příprava 4 krémů na ruce lišících se svojí skladbou
3. Analýza připravených systémů (standardní reologická analýza, teplotní závislost, creepová zkouška)
4. Vyhodnocení a srovnání získaných výsledků

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

1. Flick, E.W.. (1995). *Cosmetic and Toiletry Formulations, Volume 3 (2nd Edition)*. William Andrew Publishing/Noyes. Dostupné online na: <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpCTFVE021/cosmetic-toiletry-formulations-5/cosmetic-toiletry-formulations-5>
2. Barel, A.O., Paye, M., Maibach, H.I.. *Handbook of Cosmetic Science and Technology*. 3. New York : Taylor & Francis, 2009. str. 600. ISBN 9781420069631.
3. Laba, D.. *Rheological Properties of Cosmetics and Toiletries*. 13. New York : Marcel Dekker, 1993. str. 426. ISBN 0-8247-9090-1.

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Michal Sedlačík, Ph.D.**

Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání diplomové práce: **2. ledna 2019**

Termín odevzdání diplomové práce: **20. května 2019**

Ve Zlíně dne 12. března 2019

L.S.

doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan

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

Příjmení a jméno:

Obor:

PROHLÁŠENÍ

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 nevdělečně 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 nahlázení 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 vzdělávacímu 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 přihlídí k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá studiem reologických vlastností krémů na ruce. V teoretické části je úvod do dané problematiky a to z pohledu popisu vlastností kůže, základním dělením emulzí rozvinutým do oblasti krémů na ruce a na závěr uvedení do základních reologických principů. V praktické části byly připraveny formulace krémů na ruce typu O/V a V/O, kdy u každé byla dále modifikována skladba navýšením/snížením hlavní složky a byl studován vliv těchto modifikací na výsledné reologické chování definovaných krémů na ruce jak v ustáleném smykovém, tak také oscilačním režimu, a to při pokojové teplotě nebo teplotním rozmezí vyskytující se při praktických aplikacích. Práce také obsahuje srovnání reologického chování několika komerčních krémů na ruce.

Klíčová slova: krémy na ruce, emulze, reologie, teplotní stabilita

ABSTRACT

Abstrakt ve světovém jazyce

The diploma thesis deals with the study of rheological properties of hand creams. In the theoretical part there is an introduction to the issue from the point of view of the description of the skin properties, basic division of emulsions developed into the area of hand creams and finally the introduction to the basic rheological principles. In the practical part were prepared formulations of O/W and W/O hand creams, where in each of the composition was further modified by increasing / decreasing the major component and was studied the effect of these modifications on the resulting rheological behaviour of defined hand creams in both steady shear and oscillation modes at room temperature or temperature ranges found in practical applications. The work also includes a comparison of rheological behaviour of several commercial hand creams.

Keywords: hand creams, emulsions, rheology, temperature stability

Ráda bych touto cestou poděkovala svému vedoucímu panu doc. Ing. Michalu Sedláčikovi, Ph.D, za odborné vedení, cenné rady a pomoc při tvorbě této diplomové práce. Také bych chtěla poděkovat své rodině a přátelům, kteří mě po celou dobu mého studia a psaní této práce velmi podporovali.

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

OBSAH

ÚVOD.....	10
I TEORETICKÁ ČÁST.....	11
1 KŮŽE.....	12
1.1 STAVBA A VLASTNOSTI KŮŽE	12
1.2 SUCHÁ KŮŽE NA RUKOU	14
1.3 ATOPICKÝ EKZÉM.....	14
2 EMULZE.....	16
2.1 ROZDĚLENÍ EMULZÍ.....	16
2.1.1 Emulze typu olej ve vodě	16
2.1.2 Emulze typu voda v oleji.....	17
2.1.3 Složené emulze.....	18
2.2 EMULGÁTORY	18
2.2.1 Hydrofilní látky	19
2.2.2 Lipofilní látky.....	19
2.2.3 Koncept hydrofilně-lipofilní rovnováhy	19
2.3 METODA EMULZIFIKACE	20
2.4 ZAŘÍZENÍ PRO PŘÍPRAVU EMULZÍ.....	21
2.4.1 Vysokorychlostní homogenizéry	22
2.4.2 Koloidní mlýny	23
2.4.3 Vysokotlaké homogenizéry.....	24
2.4.4 Ultrazvukové homogenizéry	24
2.4.5 Mikrofluidizéry	24
2.4.6 Membránové mikrokanálové homogenizéry.....	25
2.4.7 Ultra-Turrax	25
3 KRÉMY.....	26
3.1 RÁMCOVÉ SLOŽENÍ KRÉMŮ	26
3.2 ZÁKLADNÍ METODA VÝROBY KRÉMŮ	26
3.3 KRÉMY NA RUCI	29
4 REOLOGIE	30
4.1 TYPY LÁTEK DLE TOKU	31
4.2 REOLOGIE V OSCILAČNÍM TOKU	32
4.3 PŘÍSTROJE PRO MĚŘENÍ VIZKOZITY.....	34
Rotační viskozimetry.....	34
4.4 KRÍP	35
4.5 VLIV TEPLoty	36
5 SHRUTÍ TEORETICKÉ ČÁSTI.....	37
II PRAKTICKÁ ČÁST	38
6 CÍLE PRÁCE	39

7	VÝROBA KRÉMŮ NA RUCI	40
7.1	CHEMIKÁLIE	40
7.1.1	O/V krémy na ruce	40
7.1.2	V/O krémy na ruce	40
7.2	POUŽITÉ PŘÍSTROJE	40
7.3	PROCES VÝROBY	41
7.3.1	Výroba krému typu O/V	41
7.3.2	Výroba krému typu V/O	41
8	MĚŘENÍ REOLOGICKÝCH VLASTNOSTÍ KRÉMŮ	43
8.1	TESTOVANÉ KRÉMY NA RUCI	43
9	VÝSLEDKY A DISKUZE	45
9.1	VYHODNOCENÍ TOKOVÉ KŘIVKY	45
9.2	VYHODNOCENÍ STATICKÉHO PRAHOVÉHO NAPĚTÍ	47
9.3	VYHODNOCENÍ STABILITY V ČASE	49
9.4	AMPLITUDE SWEEP	52
9.5	FREQUENCY SWEEP	54
9.6	TEPLOTNÍ RAMPA OD +25°C DO -18°C	57
9.7	TEPLOTNÍ RAMPA OD +25°C DO +75°C	60
9.8	TEPLOTNÍ STABILITA OD -10°C DO +50°C	63
9.9	VYHODNOCENÍ KRÍPOVÉHO TESTU	64
	ZÁVĚR	67
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	68
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	70
	SEZNAM OBRÁZKŮ	72
	SEZNAM TABULEK	77

ÚVOD

V současné době jsou lidé ve společnosti vystaveni mnoha čisticím prostředkům, které zvyšují suchost pokožky. Vzhledem k častému mytí rukou se stává pokožka velmi suchá a je dobré ji hydratovat pomocí krémů. Zároveň chladné a suché počasí či atopický ekzém může způsobit suché ruce. Krémy na ruce jsou proto důležitým kosmetickým přípravkem pro mnoho lidí. Jejich primární funkcí je hydratace kůže.

Vzhledem k malému množství literatury, zaměřující se na samotné krémy na ruce, důležitosti a užitečnosti pro společnost krémů na ruce, jsem se rozhodla ve své diplomové práci zaměřit se na výrobu a reologické vlastnosti. Zde mě zajímala otázka, jakým způsobem selepší nebo zhorší vlastnosti při změně poměru vodné a olejové fáze.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 KŮŽE

O kůži je možné říct, že se jedná o vícevrstevnou pokrývku těla, kdy zdroje uvádí velikost kožního povrchu u člověka 1,5–2 m² [1, s. 11], [2, s. 21]. Kůže je považovaná za největší a nejtěžší orgán lidského těla. Její hmotnost může být až pětina celkové hmotnosti těla (celková hmotnost kůže je běžně 15–20 kg). Tvoří hranici mezi zevním a vnitřním prostředím a je spojena s ostatními orgány. Kůži může být označena za komplikovaný orgán, který má mnoho funkcí [1, s. 11].

Funkce kůže spočívají v podílení se na ochraně před zevním prostředím, infekcemi (viry, bakterie, plísňe) a průnikem chemických látek. Dále pak reguluje teplo pomocí pocení (tzv. termoregulace), udržuje zásobu vody a energie a chrání proti mechanickým vlivům [1, s. 13], [3, s. 192].

I přes velkou schopnost regenerace, pokud dochází k dlouhodobému soustavnému působení nevhodných vlivů (vnitřní i zevní), může svou kapacitu vyčerpat. Jako následek tohoto působení mohou být různé projevy – suchost, olupování, svědění, případně i vznik kožního onemocnění. Těmto problémům je možné předcházet nebo omezit nežádoucí působení [1, s. 11].

1.1 Stavba a vlastnosti kůže

Kůži lze rozdělit na pokožku (*epidermis*), škáru (*dermis, korium*) a podkožní vazivo (*subkutis*) viz obr. 1 [1, s. 11], [4, s. 10], [5, s. 3].

Nejsvrchnější část kůže je pokožka, která se skládá z více vrstev buněk. Ty se vyvíjí ze základní řady, postupně specificky zrají a pohybují se směrem ke kožnímu povrchu. Tento proces se nazývá keratinizace. Při tomto procesu buňka sesychá a mění svůj tvar. Z povrchu pokožky (rohové vrstvy) dochází k postupnému olupování, čímž je zaručena trvalá obnova povrchu kůže. Tato výměna trvá přibližně 28 dní. Kromě kožních buněk se zde nacházejí i jiné buňky, které mají významnou úlohu v rámci imunitního systému. Dále jsou zde buňky podílející se na pocitu hmatu [1, s. 11–12].

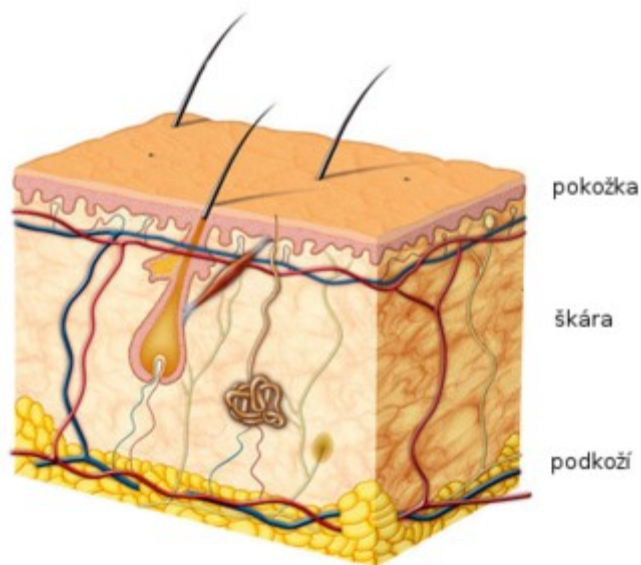
Pod pokožkou se nachází souvisle uložená vazivová část kůže nazývaná se škára. Jejím základem jsou kolagenní, elastická a retikulární vlákna. Ve škáře je možné najít krevní a lymfatické cévy, nervy a nervová zakončení (význam pro vnímání různých pocitů, například teplo a bolest). Ve škáře je možné najít mazové a potní žlázy, dále vlasové a chlupové

cibulky, nehty a drobné svaly. Vlasové cibulky ovšem nejsou součástí škály dlaní a chodidel. Škára má různé složení v závislosti na místě těla. Na dlaních a chodidlech je možné najít určité odchylky. Jsou zde přítomna speciální nervová zakončení, která se odborně nazývají Meissnerova tělíska a Vaterova-Paciniova tělíska. Tělíska Meissnerova jsou zodpovědná za vnímání dotyku. V kůži nohou je jich méně než v kůži rukou a jejich množství roste směrem ke konečkům prstů. Velké množství je možné najít na bříškách prstů. Vater-Paciniova tělíska jsou velká a uložena v podkoží [1, s. 12].

Na škáru plynule navazuje podkožní vazivo (tzv. podkoží), kde není možné najít přesnou hranici mezi těmito dvěma vrstvami. Podkožní vazivo obsahuje vazivovou část (je řidší) a tukovou část, která může být dosti výrazná. V podkoží se nachází cévy, klubička potních žláz a vlasové cibulky. Funkce podkoží je termoregulace ve smyslu izolace a ochrany proti mechanickým vlivům, jako je například tlak nebo náraz. Další důležitá funkce podkoží je zásobárna vody a energie [1, s. 12].

Základní hmota spojuje dohromady všechny součásti pokožky, škály a podkožního vaziva.

Na bříškách prstů, dlaních a ploskách nohou se vyskytují typické dermatoglyfy, nazývané Purkyňovy kresby (papilární rýhy). Tyto rýhy jsou u každého jedince individuální a využívají se v oboru kriminalistiky v nauce zvané daktyloskopie. Pomocí otisku prstu je možné v moderní době zaplatit platební kartou v obchodě, použít na prokázání se místo cestovního pasu na letišti nebo ho použít místo klíče [1, s. 13].



Obr. 1. Stavba kůže [6]

1.2 Suchá kůže na rukou

Suchá kůže na rukou je velice častý jev. Objevuje se nejčastěji v zimě a při velkém teple se sníženou vlhkostí vzduchu. Projevy mohou být rozpraskávání kůže, olupování a často může být podrážděná a zarudlá (může být projevem zánětu). Další možný výskyt suché kůže je při konstitučním ekzému. V případě, že je kůže suchá a rozpraskaná, stává se vhodnou branou pro vstup alergenů a chemických látek do hlubších vrstev kůže [1, s. 26].

Po každém umytí rukou, obzvlášť pokud se jedná o časté mytí, je potřeba používat přípravky na ruce, které mají hydratační vlastnosti a doplňují ztracený lipidový ochranný film a ztracenou vlhkost. Zvláště v zimě při mrazu a nepříznivých povětrnostních podmínkách, kdy může být kůže rukou značně vysušena, je třeba toto doporučení dodržovat.

Jako hlavní příčiny vzniku suché kůže je možné zařadit následující:

- snížená produkce mazu, tzv. sebestáza,
- porucha regeneračních procesů,
- hormonální vlivy – puberta, klimakterium,
- nemoci kůže – například ekzém, ichtyóza, lupénka,
- časté mytí teplou vodou a mýdly,
- časté koupele,
- zaměstnání – například venkovní, průmysl, zdravotnictví,
- sport, především venkovní sporty,
- klimatické vlivy, především zima,
- léky – možné najít v příbalových letácích,
- věk, kdy se ve stáří snižuje produkce mazu,
- výživa – například jednostranné stravování, diety,
- suché prostředí – klimatizace [1, s. 26–27].

1.3 Atopický ekzém

Jedná se o chronické (dlouhodobé), zánětlivé onemocnění kůže. Nejedná se o infekční onemocnění. Atopický ekzém je onemocnění, které vzniká na podkladě odchylné imunitní reakce. Ovšem v dnešní době existují též další teorie, jakým způsobem vzniká. V současnosti je atopický ekzém považován jako onemocnění s výraznou genetickou dispozicí. Jeho

výskyt je již od dětského věku. Jako typické lokalizace atopického ekzému jsou považovány loketní jamky, podkolenní jamky a tváře. Existuje ovšem i forma, kdy se atopický ekzém vyskytuje na rukách. Jako obecné typické znaky atopického ekzému lze považovat:

- drsná kůže,
- suchá kůže,
- svědění,
- zarudnutí,
- šupinatění – olupování,
- trhlinky v zánětlivé kůži,
- zmnožení a zvýraznění linií v dlaních,
- červené pupínky, které přecházejí v drobné puchýřky,
- vyvolání projevů nebo zhoršení po určitých jídlech.

Atopický ekzém vyskytující se na rukou je postižení, kterým trpí spíše dospělí, ovšem vyskytuje se i u dětí [1, s. 69–70], [7, s. 45]. Jako provokující faktory jsou (stejně jako v dětství) potravinové alergenů, alergenů dostávající se do organismu dýchacími cestami nebo dalšími vlivy, jako je klima (především jeho změny), zapocení, mechanické a chemické dráždění. Jako další možnou příčinu je potřeba zmínit též vliv psychického stresu a hormonálních změn u žen.

U atopického ekzému, který se vyskytuje na rukou, je mnohem větší šance senzibilizace způsobené kontaktními alergenů. Jedná se o to, že přes bariéru postižené kůže, která je porušená, mohou působit na imunitní systém kůže kontaktní alergenů, jako například byliny, nikl, chrom, parfémů z kosmetických prostředků nebo mnohé další [1, s. 69–70].

2 EMULZE

Emulze řadíme mezi disperzní systémy skládající se minimálně ze dvou nemísitelných kapalin. Kapičky kapaliny (disperzní fáze) jsou dispergovány v kapalném médiu (kontinuální fáze) [8, s. 1]. Lze tedy říci, že příprava emulzí je proces, při kterém je rozptylována jedna fáze (kapalná či tuhá) do druhé (většinou kapalná) a tento proces se nazývá dispergace. V případě, že je dispergována jedna kapalina do druhé, kdy jedna z nich tvoří spojitě prostředí a druhá je v ní dispergována ve formě poměrně malých kapek, nazýváme tento systém emulze [9, s. 29]. Jsou základem široké škály přírodních a vyráběných materiálů, včetně potravin, léčiv, biologických tekutin, agrochemikálií, petrochemie, kosmetiky a výbušnin [10, s. 45], [11, s. 69].

2.1 Rozdělení emulzí

Lze rozlišovat několik skupin emulzí, a to olej ve vodě (O/V), voda v oleji (V/O) a olej v oleji (O/O). Poslední zmíněná skupina může být příkladem emulze, která se skládá z polárního oleje (například propylenglykol) dispergovaného v nepolárním oleji (jako je parafinový olej) a naopak [8, s.1]. Nedávno vzrostl zájem o emulze typu voda v oleji ve vodě (V/O/V), také označované jako složené emulze [12, s. 121].

Pro vytvoření stabilních emulzí vody v silikonu (V/Si) nebo V/O je možné využít silikonové formulační přísady. Jedná se o polymerní povrchově aktivní látky s dlouhými řetězci a širokými vazebnými úhly. To zajišťuje volnou rotaci funkčních skupin, které umožňují formulaci V/O a V/Si s vyjimečnou jednoduchostí a dobrým pokrytím při aplikaci na kůži. To umožňuje formulaci stabilních emulzí se středně nízkou viskozitou [12, s. 121].

2.1.1 Emulze typu olej ve vodě

Emulze typu O/V typicky obsahují 10 % až 35 % olejové fáze. Emulze s nižší viskozitou může mít olejovou fázi sníženu na 5 % až 15 %. Voda ve vnější fázi emulze pomáhá hydratovat *stratum corneum* kůže. To je žádoucí, pokud je potřeba zařadit do vehikula složky, které jsou rozpustné ve vodě. Olejové kapičky v emulzích mají menší hustotu než fáze, v níž jsou suspendovány. Pro stabilní emulzi je důležité co nejvíce přizpůsobit hustotu olejové a vodní fáze. Viskozita vodní (vnější) fáze může být zvýšena, aby se zabránilo migraci částic oleje [12, s. 123]. Přidání vosků do olejové fáze zvýší hustotu, ale může mít

výrazný vliv na vzhled, texturu a pocit při aplikaci produktu na pokožku. Zvýšení viskozity vodní fáze je jedním z nejběžnějších postupů. Pro tento účel se používají přírodní zahušťovadla (algináty, karagenáty, xanthany) a celulózové gummy (karboxymethylcelulóza) [12, s. 124].

Ve směsi by měl být hydrofilní emulgátor formulován jako převládající emulgátor, aby se získala kvalitní emulze. Jako oblíbený emulgátor se využívá směs glycerol monostearátu a polyoxyethylen stearátu, který je samoemulgující. Emulgátory se nazývají samoemulgující, pokud se přidává pomocný anionový nebo neionový emulgátor pro snadnější emulgaci formulace. Formulace se samoemulgačními materiály obsahujícími neionogenní emulgátory umožňují široký rozsah výběru dalších složek, zejména s kyselými systémy. V alkalických formulacích jsou preferovány emulgátory s polyoxyethylenetherovým typem, vzhledem ke stabilitě emulze [12, s. 124].

2.1.2 Emulze typu voda v oleji

I přes menší oblíbenost, než mají emulze typu O/V, jsou tyto systémy žádané, pokud je třeba většího uvolnění léků nebo vjem většího zvláčnění. V případě, že se použije více emulgátorů, obecně převládají lipofilní s menším množstvím hydrofilního emulgátoru. Tyto emulze typicky mají celkem 45 % až 80 % olejové fáze [12, s. 124].

Během posledních několika let se výrobci formulací začali zajímat o jednodušší V/O emulze, formulováním s novými emulgačními činidly, např. emolienty, jako jsou estery, Guerbetovy alkoholy a silikony. Výběr vhodného emolientu závisí na schopnosti materiálu rozetření se na pokožku s nízkou přilnavostí, kožní kompatibilitou a vsakováním emulze. Vědečtí pracovníci naznačují vzájemnou souvislost mezi emolientem a jeho molekulární hmotností u jednoduchých emulzí [12, s. 124]. V těchto studiích viskozita krémů V/O korelovala s molekulovou hmotností změkčovadel použitých ve zkušebních formulacích. Koemulgátory s vysokou molekulovou hmotností formulované se změkčovadly s vysokou molekulární hmotností poskytly mnohem stabilnější V/O emulze. Bylo zjištěno, že polarita použitých změkčovadel je také důležitá. Změkčovadla nebo směsi změkčovadel se střední polaritou poskytly testovaným lotionům nejlepší stabilitu. Anionové emulgátory jsou obecně neúčinné V/O stabilizátory, protože jejich kvantitativní zastoupení ve formulacích je zapotřebí vyšší. Sorbitan stearáty a oleáty jsou účinnými emulgátory, pokud jsou použity v množství 0,5 % až 5,0 %; sorbitan isostearáty, materiály s rozvětveným řetězcem, poskytují velmi jednotnou velikost částic pro emulze typu V/O [12, s. 124].

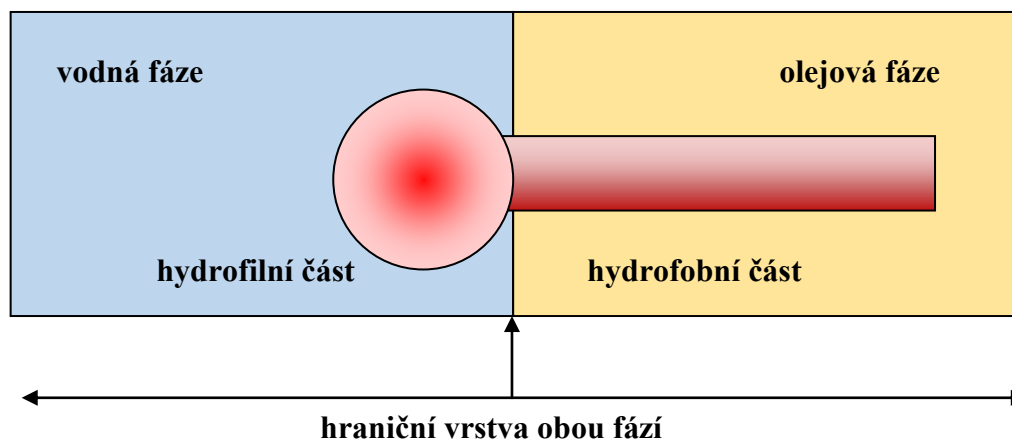
2.1.3 Složené emulze

Složené emulze zajímají výrobce produktů pečujících o pleť, díky svému jednoduchému vzhledu a méně mastnému pocitu těchto přípravků. U těchto složených emulzí je možné narazit na dva typy – V/O/V, kde vnitřní a vnější fáze je vodná, která je oddělena olejovou fází a O/V/O, kde vodná fáze odděluje dvě olejové fáze. Způsob přípravy pro každý typ složených emulzí je podobný. Výhody těchto typů formulací jsou požadované trvalé uvolňování naneseného přípravku a separace různých neslučitelných složek ve stejné formulaci [12, s. 124].

2.2 Emulgátory

Pro dispergaci dvou nemísitelných kapalin je zapotřebí třetí složka, a to emulgátor [8, s. 1]. Emulgátor (tenzid) je specifická molekula, která zabraňuje svou strukturou k opětovnému shlukování tukových kuliček ve vodě nebo vodných kuliček v oleji [13, s. 11], [9, s. 24]. Molekulová stavba emulgátorů je složena ze dvou částí viz *obr. 2* [13, s. 10]:

- hydrofóbní (lipofilní) – odpuzující vodu,
- hydrofilní (lipofobní) – odpuzující olej.



Obr. 2 Schéma stavby molekuly emulgátoru (zpracováno podle [13, s. 10])

Emulgátory se přichytí na rozhraní obou fází, díky čemuž se fáze přiblíží k sobě a dochází k jejich promíchání [13, s. 159]. Jedná se o látku, díky které vzniká a stabilizuje se emulze tím, že zmenšují energii, jenž je potřebná k tvorbě kapek (snižuje mezifázové napětí) a zabraňuje nebo zpomaluje zánik kapek (separace na makrofáze), jelikož na fázovém rozhraní vytváří film nebo bariéru zabraňující kapkám ve flokulaci a koalescenci [9, s. 24].

Volba emulgátoru je rozhodující nejen pro tvorbu emulze, ale také pro její dlouhodobou stabilitu [8, s. 1]. Emulgátory, co by povrchově aktivní látky (surfaktanty), jsou k dispozici

v širokém rozsahu chemických typů. Ty zahrnují neionické, hydrofóbní, lipofilní, ethoxylované a neethoxylované. Aktuálním trendem je vyvíjet takové formulace, které budou obsahovat minimální nebo dokonce žádné množství povrchově aktivních látek za účelem snížení jejich iritačního potenciálu. Je možné formulovat emulze bez emulgátorů pomocí zesíťovaných akrylových polymerních derivátů. Tyto materiály jsou hydrofilní polymery, které jsou hydrofobně modifikované přidáním alkylického řetězce. Takovéto molekuly, známé také jako polymerní emulgátory, poskytují další možnosti vývoje jejich nových formulací [12, s. 122].

Pro určení typu emulze je důležitá povaha emulgátoru. U všech typů emulgátorů obecně platí tzv. Bancrofftovo pravidlo. Podle tohoto pravidla platí, že ve stabilizované emulzi je spojité disperzní prostředí tvořeno tou fází, k níž má použitý emulgátor za daných podmínek větší afinitu [9, s. 25].

2.2.1 Hydrofilní látky

Hydrofilní látky jsou molekuly nebo jejich části, které jsou schopny energeticky výhodně interagovat s vodou. Díky vlastnosti vody být donorem i akceptorem vodíkových můstků a schopnosti tvorby permanentních dipólů je umožněna pomocí vodíkových můstků, ion-dipól a dipól-dipól interakcí vazba s dalšími molekulami. Pomocí hydrofility lze vysvětlit dobrou rozpustnost oligosacharidů a polárních aminokyselin ve vodě [14].

2.2.2 Lipofilní látky

Lipofilní látky jsou nepolární látky, které vykazují schopnost interagovat s nepolárními lipidy, neboli jsou schopny rozpouštět se v tucích (lipidech) [14].

Ve vodných roztocích mají skupiny nepolárních látek nebo jejich částí tendence shlukovat se do struktury, kdy hydrofobní část je uprostřed, chráněná vnější hydrofilní částí. Zároveň dochází ke zmenšení kontaktu s molekulami vody, které s nimi sousedí [15].

2.2.3 Koncept hydrofilně-lipofilní rovnováhy

Dnes se výběr různých povrchově aktivních látek pro přípravu emulzí O/V nebo V/O často provádí na empirickém základě. Jednou takovou polo-empirickou stupnicí pro výběr povrchově aktivních látek je hydrofilně-lipofilní rovnováha (HLB), vyvinutá Griffinem [8, s. 25], [16]. Tato stupnice je založena na relativním podílu hydrofilní a lipofilní (hydrofob-

ní) skupiny v molekule (popřípadě molekulách) povrchově aktivní látky. Pro emulzi O/V je kapka hydrofobního řetězce umístěna v olejové fázi, zatímco hydrofilní hlavová skupina je ve vodné fázi. Naproti tomu pro emulzi typu V/O hydrofilní skupina (nebo skupiny) se nachází ve vodní kapce, zatímco lipofilní skupiny se nacházejí v uhlovodíkové fázi [8, s. 25].

Průvodce výběru povrchově aktivních látek pro konkrétní aplikace je uveden v *tab. 1*.

Relativní význam hydrofilních a lipofilních skupin byl poprvé uznán při použití směsi povrchově aktivních látek obsahující různé poměry nízkých a vysokých HLB čísel [8, s. 25].

Tab. 1. Přehled HLB hodnot povrchově aktivních látek a jejich aplikací [8, s. 25]

HLB hodnota	Aplikace
3–6	Emulgátor V/O
7–9	Smáčedlo
8–18	Emulgátor O/V
13–15	Detergent
15–18	Solubilizátor

2.3 Metoda emulzifikace

Technika smíchání olejové a vodné fáze, tj. přidání vodné fáze do olejové fáze nebo přidání olejové fáze do vodné fáze, je odvislá od koncentrace jednotlivých fází a může ovlivnit emulgovatelnost a kvalitu emulze. Formulace by obecně měla být navržena tak, že emulze stejných vlastností mohou být vyrobeny oběma způsoby (přidáním vodné fáze do olejové fáze nebo naopak) [17, s. 98].

Metoda má obecně tři základní fáze [9, s. 29]:

1. pre-emulzifikace – vodní a olejová fáze jsou spojovány za zvýšené teploty mícháním, kdy vzniká hrubá emulze s velkými částicemi, tzv. premix.
2. emulzifikace – dochází k deformaci pomocí externích smykových sil, čímž se snižuje velikost částic. Je důležité, aby síly byly dostatečně velké pro překonání soudržné síly původní částice po dostatečně dlouhou dobu.
3. stabilizace – v této fázi dochází k vytvoření ochranné vrstvy, která zabraňuje shlukování a stabilizuje daný systém [9, s. 29].

Jsou dvě možnosti přípravy emulzí – jednostupňová nebo vícestupňová, kdy otázka, která metoda bude využita, závisí na výchozích kapalinách a na samotné metodě emulzifikace. Nejprve se přimíchají do olejové a vodné fáze jednotlivé složky v závislosti na jejich lipofilní a hydrofilní povaze. Jako příklad pro olejovou fázi jsou lipofilní vitamíny, barviva, antioxidanty, surfaktanty, které mají afinitu k olejové fázi. Mezi složky rozpustné ve vodné fázi je možné zařadit např. cukr, sůl, polysacharidy, pufrů a surfaktanty s afinitou k vodní fázi. Dle způsobu další přípravy je možné rozdělit emulze na klasické emulze a mikroemulze.

Klasická emulze má jednokrokovou přípravu, kdy se nejprve smíchá emulgátor s částí, ke které má vyšší afinitu (buď olejová anebo vodná fáze). Následně se směs smíchá s druhou kapalinou [9, s. 30].

Mikroemulze mají mnohem menší částice, čímž je i ovlivněna celková stabilita (jsou více stabilní a menší částice zlepšují sensorické vlastnosti, čímž jsou získány lepší vjemy). Nejčastěji jsou připravovány jedním ze dvou způsobů a to buď teplotní fázovou inverzí (tzv. PIT metoda) nebo studenou emulzifikací [9, s. 30].

2.4 Zařízení pro přípravu emulzí

Emulze lze vyrábět pomocí různých homogenizačních zařízení, kdy každý přístroj má své výhody, nevýhody a okruh použití podle použité suroviny. Přístroje je proto nutné volit dle místa výroby (laboratoř či továrna), objemu materiálu, výkonu zařízení, povahy výchozích surovin, nákladů na nákup a provoz, fyzikálně-chemických vlastností získaného produktu a požadované velikosti částic.

Jako základní typy homogenizačních zařízení, které se nejčastěji využívají pro výrobu emulzí, lze považovat [9, s. 34]:

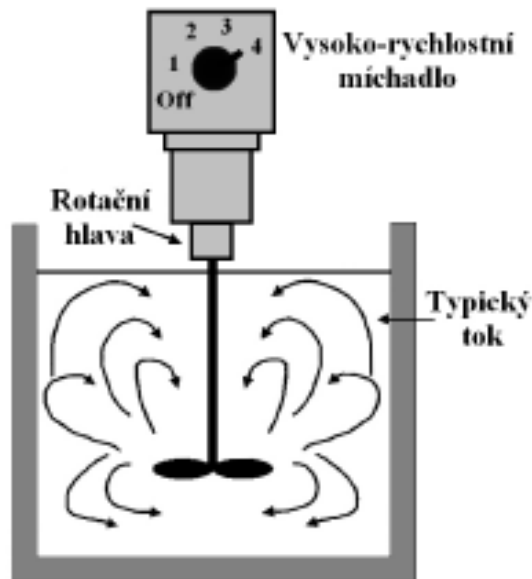
- vysokorychlostní homogenizéry,
- koloidní mlýny,
- vysokotlaké homogenizéry,
- ultrazvukové homogenizéry,
- mikrofluidizéry,
- membránové a mikrokanálové homogenizéry,
- Ultra-Turrax [9, s. 34].

2.4.1 Vysokorychlostní homogenizéry

Vysokorychlostní homogenizéry jsou nejpoužívanější homogenizační zařízení pro metodu přímé homogenizace olejové a vodné fáze. U diskontinuálního procesu při výrobě jsou olejová i vodná fáze a ostatní složky emulze vloženy do nádoby, jejíž velikost je od pár cm^3 , v případě laboratorního použití, až po několik m^3 , které se využívají v průmyslu. Všechny složky jsou smíchány pomocí mixovací hlavy, otáčející se vysokou rychlostí. Způsob smíchání složek může být buď přidání všech složek hned na začátku procesu, nebo pro lepší dispergaci částic a zkrácení doby homogenizace se složky přidávají postupně. Pro dosažení účinné homogenizace je třeba, aby horizontální a vertikální tokové profily roznášely kapalinu rovnoměrně po celé nádobě. To je možné usnadnit použitím nádoby, která má přepážky upevněné ke stěnám. Další ovlivnění procesu je dáno tvarem mixovací hlavy. V závislosti na různých účelech jsou dostupné různé druhy mixovacích hlav (ve tvaru lopatek, vrtulí nebo turbín). Účinnost homogenizačního procesu je také určena pomocí míchací hlavy, kdy existuje několik různých typů (nože, vrtule nebo turbíny) [9, s. 34-35].

Je velké množství různých typů vysokorychlostních homogenizérů, které jsou využívány pro průmyslové účely. Tyto homogenizéry pracují v kontinuálním provozu, díky čemuž je možné, aby byly výstupní produkty vyráběny nepřetržitě. Kontinuální výrobní linky mohou mít výrobní kapacitu od několika litrů až do několika stovek litrů za hodinu [9, s. 35]. Při míchání dochází k mírnému zvýšení teploty emulze způsobené částečnou přeměnou mechanické energie na teplo. V případě, že je některá ze složek citlivější na teplo, je nutné během homogenizace řídit teplotu [9, s. 35].

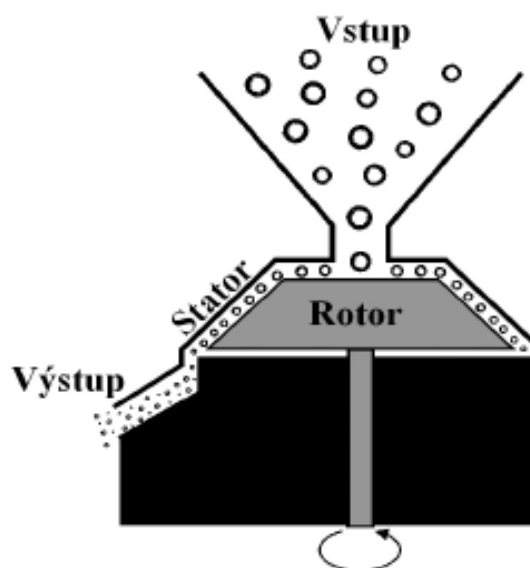
Tyto homogenizéry se využívají zvláště v případě přípravy emulzí s nízkou nebo střední viskozitou. Se zvyšující se rychlostí rotace mixovací hlavy nebo dobou trvání se velikost kapek obvykle zmenšuje [9, s. 35].



Obr. 3 Vysokorychlostní homogenezér [9, s. 35]

2.4.2 Koloidní mlýny

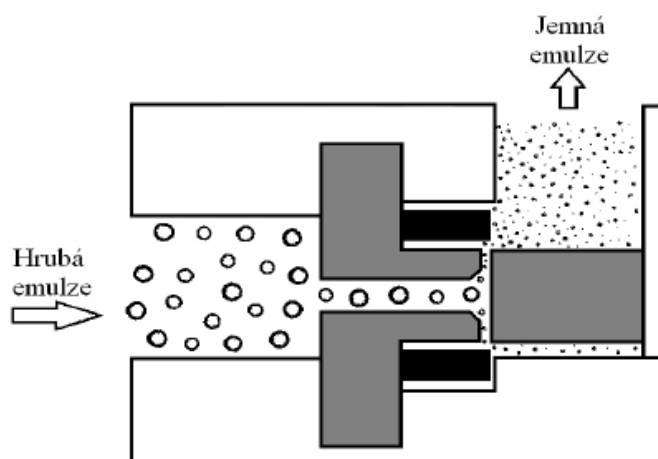
Koloidní mlýny (viz obr. 4) se hojně využívají pro homogenizaci středně nebo vysoce viskózních kapalin. Všechny vyráběné druhy koloidních mlýnů pracují na stejném fyzikálním principu, kdy jsou složeny ze dvou částí, a to pevné a pohyblivé. Homogenizace kapalin je prováděno tak, že se tyto kapaliny svedou do středu koloidního mlýnu ve formě hrubé emulze. Příprava hrubé emulze je zpravidla přímo z oleje, vody a dalších přísad, za využití vysokorychlostního mixéru [9, s. 35].



Obr. 4 Koloidní mlýn [9, s. 36]

2.4.3 Vysokotlaké homogenizéry

Pro výrobu jemných emulzí jsou nejpoužívanější **vysokotlaké homogenizéry** (viz Obr. 5), hlavně pro potravinářský průmysl. Homogenizéry jsou stejně jako koloidní mlýny účinnější pro redukci velikosti částic v předem již existujících emulzích. Pro přípravu hrubých emulzí je obvykle využito vysokorychlostních mixerů a emulze se pak přímo přivádí do vysokotlakého homogenizéru. Pomocí čerpadla, které je součástí homogenizéru, dochází ke vhnání hrubé emulze do přední části komory přístroje. Dále je při běžném chodu emulze vtlačována přes úzký ventil do druhé části komory. Při průchodu hrubé emulze ventilem dochází k rozpadu velkých částí na menších, což je způsobeno kombinací intenzivních sil [9, s. 37].



Obr. 5 Vysokotlaký homogenizér [9, s. 37]

2.4.4 Ultrazvukové homogenizéry

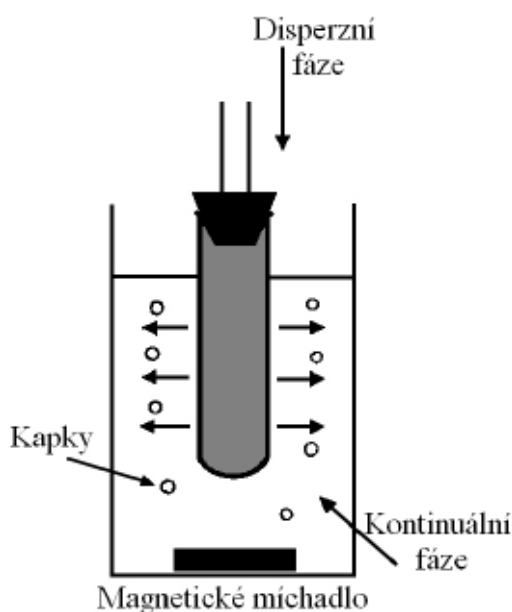
Pro výrobu emulzí se již řadu let využívají také **ultrazvukové homogenizéry**. Jedná se o homogenizátory, které využívají vysokou intenzitu ultrazvukových vln. Obvykle se v průmyslu využívají dvě metody: piezoelektrický měnič (generátor se skládá z piezoelektrického krystalu v ochranném kovovém obalu, který je na konci zúžený) a kapalinový proudový generátor (proud kapaliny je hnán na ostře nabroušenou čepel, čímž je zapříčiněno vibrování a tím i vznik ultrazvukového pole) [9, s. 39-40].

2.4.5 Mikrofluidizéry

Mikrofluidizéry se využívají pro výrobu extrémně malých částic. Obvykle jsou složeny ze vstupu pro tekutinu, čerpadla a komory. Ta se skládá ze dvou vzájemně propojených kanálů, které umožňují přivádění kapalin [9, s. 40].

2.4.6 Membránové mikrokanálové homogenizéry

Membránové a mikrokanálové homogenizéry vytváří emulzi tak, že kapalina, která je disperzní podíl, se protlačuje přes pevnou porézní membránu, obsahující malé póry, do druhé kapaliny, která je disperzní prostředí. Pomocí této metody je možné vyrobit emulze různých jemností, v závislosti na průměru pórů. V ideálním případě by měla membrána mít jen póry identické velikosti pro vznik jemné monodisperzní emulze. Membrány v praxi ovšem obsahují póry, které mají určitou distribuci velikostí, a proto vzniká více či méně polydisperzní emulze [9, s. 41-42].



Obr. 6 Membránový homogenizér

[9, s. 42]

2.4.7 Ultra-Turrax

Pro přípravu emulzí, popřípadě disperzí, je určen i **Ultra-Turrax**. Jedná se o vysoce účinné homogenizační zařízení, které pracuje na principu rotor-stator [9, s. 43].

3 KRÉMY

Krémy jsou kosmetické produkty pečující o pleť, které se obecně používají od pradávna. Souběžně s pokroky v emulzifikačních technikách a změnách v kosmetických ošetřeních najdeme na trhu velké množství druhů krémů, které jsou výsledkem pokroku v povrchové chemii, vyšší úrovně kosmetických výrobních technik [18, s. 341].

Obecně řečeno, hlavními funkcemi krémů jsou udržení rovnováhy vlhkosti a udržení pokožky vlhké a pružné dodáním vody, zvlhčujících látek a olejů. Kromě krémů, které hydratují a zjemňují pokožku, existuje mnoho dalších, jejichž funkce spočívá ve stimulaci krevního oběhu, čištění pokožky a odstranění make-upu [18, s. 342].

Vzhledem ke snadné použitelnosti a aplikaci krémů a jejich široké škále formulací mohou být vyrobeny tak, aby působily lehce mastně, byly tuhé nebo měkké, dávaly vlhký pocit, dobře pronikaly do kůže, byly snadné nebo obtížné na setření a smývatelné nebo nesmývatelné vodou. Je také snadné změnit množství vody, množství a typ zvlhčující látky a oleje ve formulaci, aby vyhovoval různým účelům použití, různým typům pleti, stavům kůže, kosmetickým běžným postupům a preferencím, které se liší podle období, věku uživatele a životnímu prostředí [18, s. 342].

3.1 Rámcové složení krémů

Krémy nejčastěji obsahují olejové složky, vodné složky, povrchově aktivní látky, konzervační látky, chelatační činidla, parfémy a farmaceutické prostředky. Krémy jsou klasifikovány podle formulace (typ emulze, množství oleje) – viz *tab. 2* [18, s. 342].

3.2 Základní metoda výroby krémů

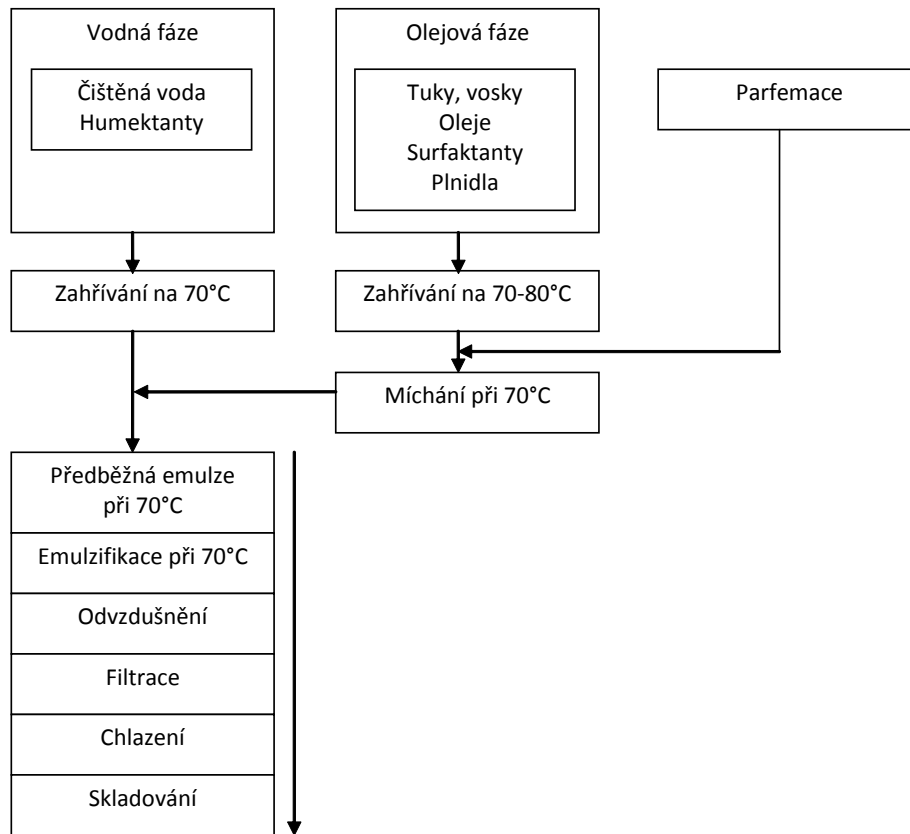
Humektanty a další složky vodné fáze se přidávají do vyčištěné vody, která se zahřívá na 70 °C, pro vytvoření vodné fáze. Pak se připraví olejová fáze tak, že se vytvoří roztok z pevných olejů, polopevných olejů, kapalných olejů, konzervačních látek a antioxidantů, zahřívání a míchání tohoto na 70 °C. Parfém se přidává těsně před emulgací do olejové fáze. Olejová fáze se potom míchá do vodné fáze postupně, aby se provedla předběžná emulze. Dále se tato směs zpracovává v emulzifikačním zařízení (homomixer), aby se emulzní částice homogenizovaly, načež se odvzdušní, filtruje a ochladí. Pak je převeden do skladovací nádrže a vložen do kontejnerů. Toto je obecný postup pro krémy typu emulze O/V viz *obr. 7* [18, s. 343–344].

Tab. 2 Formulace různých krémů [18, s. 342]

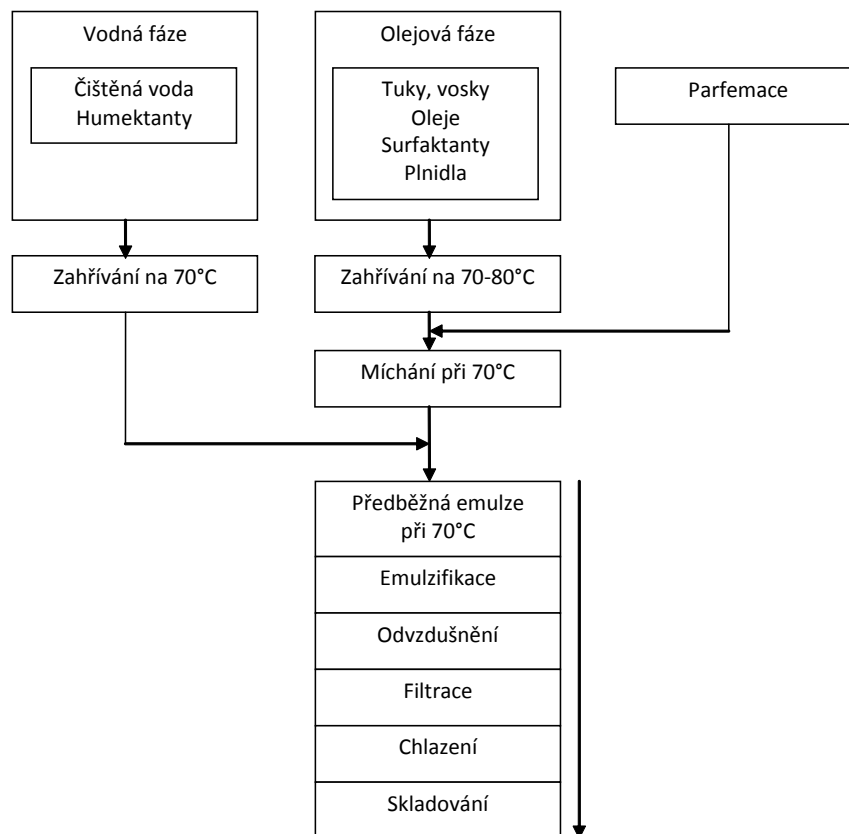
Typ krému	Hlavní složky		Typický příklad
	Podíl olejové fáze (%)	Emulgátor	Typické produkty
Typ O/V	10–30	<ul style="list-style-type: none"> • Mýdlo s vyšším obsahem mastných kyselin • Neionické surfaktanty 	Zvláčňující krém
	30–50		Zvláčňující krém
	50–85	<ul style="list-style-type: none"> • Surfaktanty na bázi bílkovin • Mýdlo + neionický surfaktant • Včelí vosk + borax + neionický surfaktant 	Masážní krém Čistící krém Zvláčňující krém
Typ V/O	20–50	<ul style="list-style-type: none"> • Neionický surfaktant • Aminokyselina + neionický surfaktant (emulsifikace gelu aaminokyseliny) • Organicky modifikovaný jílový materiál • Mýdlo + neionický surfaktant 	Zvláčňující krém
	50–85		Masážní krém Čistící krém Zvláčňující krém
Bezvodý olejový typ	100	<ul style="list-style-type: none"> • Olejový gelující prostředek 	Zklidňující krém (Čistící krém)

V případě krému typu V/O je pořadí přidávání opačný oproti typu O/V, přičemž postupně se přidává vodná fáze do olejové fáze, aby se provedla přípravná emulzifikace. Proces odtud je stejný jako u typu O/V viz obr. 8 [18, s. 344].

Při výrobě krému jsou procesy, které ovlivňují charakteristické hodnoty nejvíce, zejména jeho tuhost; jsou procesy pro úpravu velikosti částic emulze a proces chlazení [18, s. 344–345].



Obr. 7 Schéma výroby krému typu O/V



Obr. 8 Schéma výroby krému typu V/O

3.3 Krémy na ruce

Výrobky pro péči o ruce jsou navrženy tak, aby redukovaly popraskání, zejména během chladného, suchého a zimního počasí [19, s. 28].

Krémy na ruce jsou formulovány jako emulze typu O/V nebo V/O se speciálními povrchově aktivními látkami a zahušřovadly, které poskytují pseudoplastické chování systému, avšak viskozitou mají řádově vyšší, než vykazují tělové lotiony [19, s. 721].

4 REOLOGIE

Reologie je studie zabývající se deformací a prouděním materiálů vlivem vnějších podmínek [20, s. 9], [21, s. 471]. Název reologie, z řeckého slova *rheo* (= proudit), navrhli M. Reiner a E. C. Bingham, kteří jsou považováni za moderní zakladatele této vědecké disciplíny. Reologické studie jsou důležité při výrobě a použití plastových materiálů, maziv, nátěrů, inkoustů, lepidel, potravin, léčiv, kosmetiky nebo např. toaletních potřeb [20, s. 9]. Pro reologickou charakterizaci kosmetických emulzí se využívají různé metody a přístroje [22, s. 63]. Pro charakterizaci reologického chování materiálů je nejprve potřeba definovat některé pojmy. Pro zjednodušení lze uvažovat o materiálu, který je vystaven smykové síle (*obr. 9*). V klidu má materiál tloušťku x , délku l_{0s} a šířku w_0 . Je zaveden předpoklad, že dno je stacionární a horní část je pohyblivá. V důsledku smykového tření je horní vrstva posunuta o dl a tloušťka o dx . Tažným účinkem je smykové napětí (σ), které je definováno jako síla F na plochu A :

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (1)$$

Jednotkou smykového napětí je Newton na metr čtverečný (N/m^2) = Pascal (Pa).

Smyková deformace (γ) je definována jako relativní změna délky materiálu vlivem vnější síly:

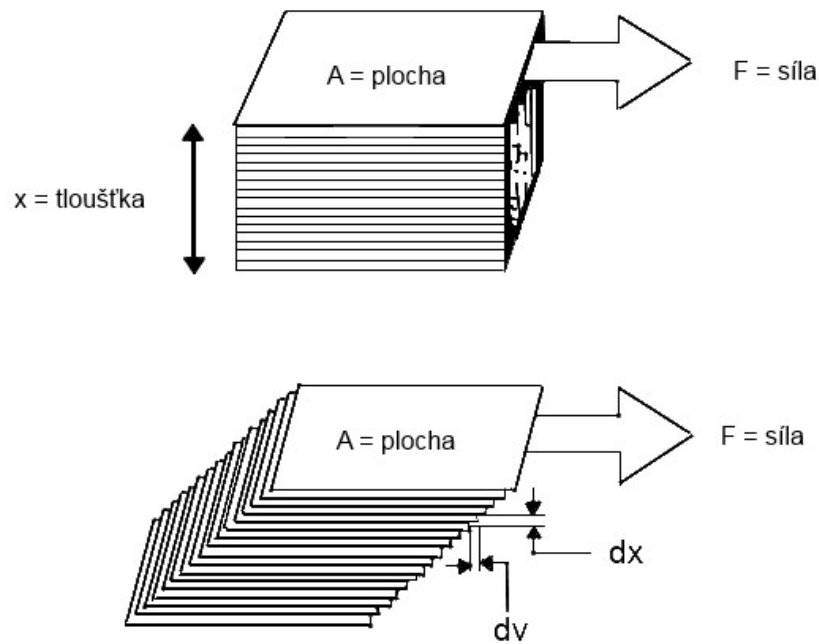
$$\gamma = \frac{l}{l_0} \quad (2)$$

Smyková deformace je v tomto případě bezrozměrná.

Smyková deformace se může měnit podle x . Pokud je tok laminární, maximální průtok bude v horní vrstvě, zatímco minimální průtok bude na spodní vrstvě. V případě, že se horní vrstva pohybuje rychlostí v , rychlostní gradient je definován jako rychlost smykové deformace ($\dot{\gamma}$):

$$\dot{\gamma} = \frac{dv}{dx} \quad (3)$$

Jednotkou rychlosti smykové deformace je 1/s [20, s. 9–11].



Obr. 9. Obecný materiál při namáhání ve smyku [20, s. 10]

Isaac Newton definoval vztah, podle kterého je v ideální kapalině smykové napětí přímo úměrné rychlosti smykové deformace:

$$\sigma = \eta \dot{\gamma} \quad (4)$$

Součinitel η v této rovnici vyjadřuje míru odolnosti materiálu vůči toku a je nazýván viskozita. Hodnota dynamické viskozity (nebo absolutní viskozity) se tedy získá jako podíl smykového napětí a rychlosti smykové deformace. Podle Newtona je tedy viskozita nezávislá na rychlosti smykové deformace, kdy toto ovšem platí pouze pro ideální tzv. Newtonovské kapaliny, jako jsou rozpouštědla a oleje. Rozměrem viskozity je Pa·s [20, s. 11].

4.1 Typy látek dle toku

Kapaliny je možné dělit dle chování podle závislosti na $\dot{\gamma}$ a čase t na newtonské kapaliny, které jsou jednoduché a viskozita je nezávislá na $\dot{\gamma}$ nebo t , a neneutronské kapaliny, které se dále dělí na [23, s. 7]:

- pseudoplastické kapaliny [15]
 - Jedná se o kapaliny, které se vyznačují velkým počátečním poklesem zdánlivé viskozity s rostoucím působícím napětím.
- dilatantní kapaliny

- Jedná se o kapaliny, u kterých při větším napětí dochází k náhlému nárůstu viskozity a gradient rychlosti se stává téměř konstantní [15].
- binghamské kapaliny
 - Do této skupiny se řadí kapaliny, u kterých dochází k toku až po překročení prahového smykového napětí (meze toku) [24, s. 25].
- thixotropní kapaliny
 - Jedná se o systémy (zejména pseudoplastické a plastické), u kterých zdánlivě vysoká viskozita v počátku postupně klesá s časem, pokud jsou podrobeny konstantnímu smykovému namáhání (např. míchání, třepání). Viskozita se u systému obnoví, pokud je systém následně ponechán v klidu.
- rheopexní kapaliny
 - Jedná se o systémy, u kterých při působení konstantního smykového namáhání (např. třepání, míchání) dochází k růstu malé viskozity s časem. Viskozita se vrací do původní nízké hodnoty, pokud je ponechána v klidu [15].

4.2 Reologie v oscilačním toku

Měření viskoelastických vlastností probíhá obvykle ve třech základních módech: v tahu, tlaku anebo ve smyku. Při reologickém stanovení se pro tato měření zpravidla využívá rotační viskozimetr, který má geometrii deska-deska. Zde většinou spodní deska je stacionární a horní osciluje při určité amplitudě deformace a úhlové frekvenci. Typické pro tato měření jsou malé deformace. Jako základní vztahy pro výpočet jsou časově proměnná deformace $\gamma(t)$ viz rovnice (5), u kterého γ_0 je amplituda deformace a $j\omega$ představuje úhlovou frekvenci ($\text{rad} \cdot \text{s}^{-1}$) [23, s. 59].

$$\gamma(t) = \gamma_0 \cdot \sin(\omega \cdot t) \quad (5)$$

Na vyvozenou deformaci je odezva systému představována časově proměnným napětím, $\sigma(t)$, (6), u kterého je σ_0 amplituda napětí, ω úhlová frekvence a δ je (fázový úhel). V případě ideálního elastického materiálu je hodnota zpoždění rovna 0, což znamená okamžitou reakci odezvy na vyvozenou deformaci. Pro ideálně viskózní materiál naproti tomu je zpoždění $\pi/2$, což znamená, že odezva je zpožděna (o 90°). U viskoelastických látek hodnota zpoždění má tedy interval 0 až $\pi/2$.

$$\sigma(t) = \sigma_0 \sin(\omega t + \delta) \quad (6)$$

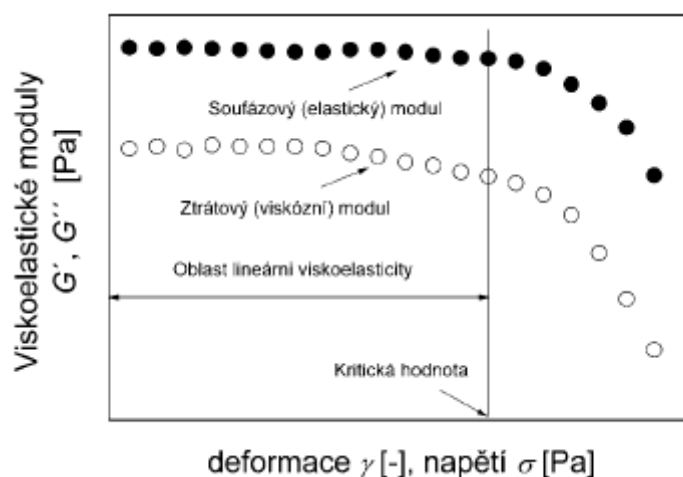
Jako další veličiny, které charakterizují viskoelastické chování pro různé typy materiálů, jsou viskoelastické moduly. Díky znalostem frekvenční závislosti u těchto modulů je možné vyhodnotit, jestli má měřený materiál spíše elastický nebo viskózní charakter. To je možné spočítat pomocí následujících rovnic (7), (8), (9), u kterého G' je dynamický souřazový (elastický) modul, G'' je dynamický ztrátový (viskózní) modul, σ_0 je amplituda napětí a γ_0 je amplituda deformace [23, s. 61].

$$\sigma = G' \cdot \gamma + \left(\frac{G''}{\omega}\right)\dot{\gamma} \quad (7)$$

$$G' = \left(\frac{\sigma_0}{\gamma_0}\right) \cos\delta \quad (8)$$

$$G'' = \left(\frac{\sigma_0}{\gamma_0}\right) \sin\delta \quad (9)$$

Pro G' je možné také v literatuře nalézt označení jako elastický modul, jelikož charakterizuje elastické chování, tj. schopnost viskoelastického materiálu ukládat vratně energii. Oproti tomu G'' má označení jako viskózní modul, jelikož charakterizuje viskózní chování, neboli nevratnou energii, která se během namáhání nevratně přemění např. na teplo. Aby bylo provedeno měření správně, je nutné stanovit oblast lineární viskoelasticity. V takovém případě je potřeba hledat oblast, kde materiálové funkce jsou nezávislé na hodnotě napětí nebo deformace viz *obr. 10* [23, s. 62].



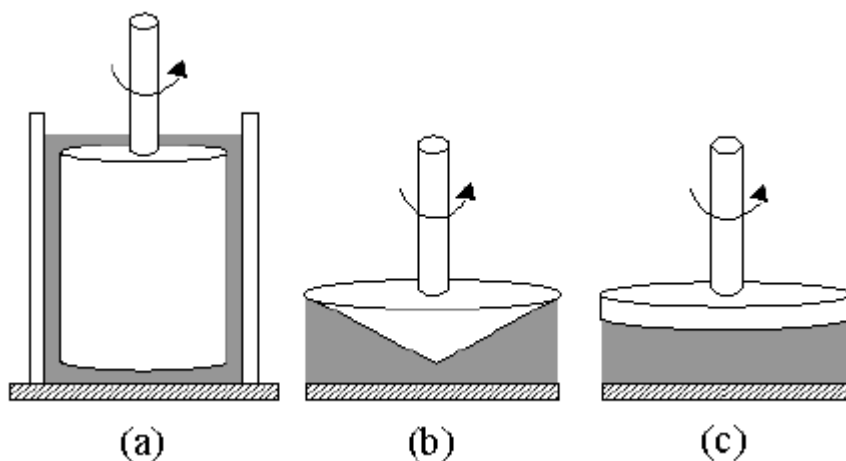
Obr. 10 Graf závislosti viskoelastických modulů G' , G'' na deformaci γ nebo napětí σ [23, s. 62].

4.3 Přístroje pro měření viskozity

Viskozimetry jsou přístroje, které slouží k měření viskozity kapalin. Mezi běžně používané viskozimetry lze zařadit průtokové, pádové a rotační viskozimetry [24, s. 18].

Rotační viskozimetry

Pro hodnocení reologických vlastností materiálů, jak v kapalném, tak i tuhém skupenství je možné využít rotační viskozimetry. Princip metody spočívá ve vložení vzorku do měřicího systému a následnému vyhodnocení daných reologických parametrů ze zkrutu torzního vlákna, známého pohybu geometrie a parametrů použité geometrie. Ty mohou být typu deska-deska, kužel-deska, válec-válec viz *obr. 11*, kde jeden z elementů se otáčí a druhý je pevný [23, s. 30].



Obr. 11 Geometrie typu (a) válec-válec, (b) kužel-deska, (c) deska-deska [23, s. 31]

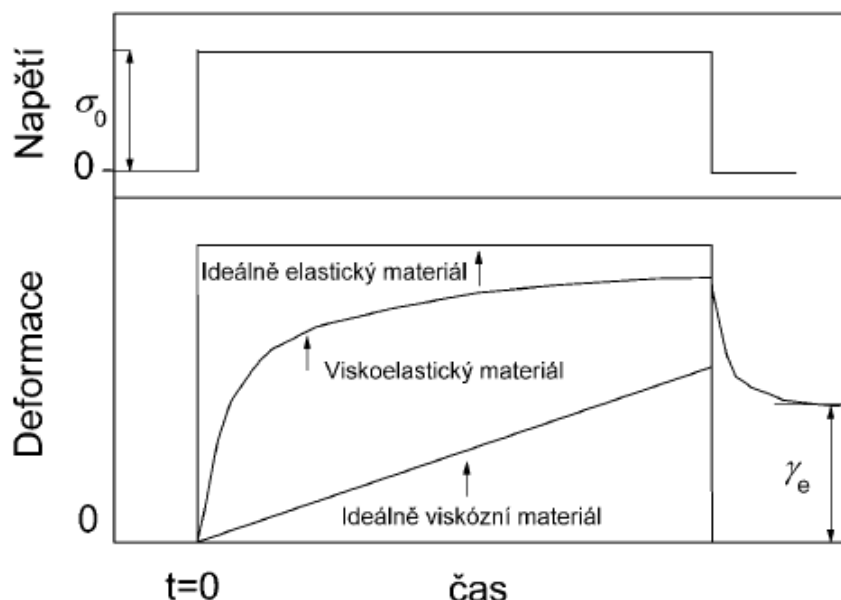
Jako další typ je rotační viskozimetr Brookfield. Pro měření se využívá měření kroučícího momentu u materiálu, který se nachází v kádince, ve kterém je ponořený rotor s různými rozměry a tvary. Pomocí kroučícího momentu a znalosti rychlosti otáčení je pak možné stanovit viskozitu měřeného materiálu. Rotační viskozimetr Brookfield se využívá především pro měření newtonovských kapalin. U nnewtonovských kapalin se používá pouze k jejich srovnání [23, s. 32].

4.4 Kríp

Chování viskoelastických materiálů v čase se hodnotí pomocí tzv. kríповé zkoušky, případně zpětné kríповé zkoušky. Při této zkoušce je zkoušený materiál zatížen mechanickým napětím a sleduje se průběh změny deformace v čase. Po ukončení zatížení materiálu vyvozeným napětím je sledováno, jestli se daný materiál dokáže vrátit na původní hodnotu. Tato zkouška se využívá pro různé typy materiálů, u kterých se charakteristiky pohybují mezi mezními stavy, a to ideálně elastickým a ideálně viskózním materiálem viz *obr. 12* [23, s. 70].

Ideálně elastický materiál má okamžitou odezvu při přiložení napětí a nedochází u něj k toku materiálu. Po odejmutí přiloženého napětí (zotavení) dochází k návratu do původní hodnoty deformace, která byla před přiložením napětí. Na druhou stranu tok u ideálně viskózního materiálu je ustálený a při odejmutí napětí zůstává na stejné hodnotě. U viskoelastického materiálu při zkoušce dochází k částečnému toku a materiál se tudíž zotaví pouze částečně [23, s. 71].

Tento typ zkoušky je používán převážně pro neplněné systémy v roztaveném stavu nebo v kapalném stavu. Ovšem je možné pomocí tohoto testu hodnotit chemicky zesíťované systémy, gely a disperze, které jsou na bázi fyzikálních mezimolekulárních sil [23, s. 67].



Obr. 12 Grafické znázornění kríповé zkoušky v čase pro různé typy materiálů [23, s. 67]

4.5 Vliv teploty

Vzhledem k tomu, že viskozita systému závisí na uspořádání molekul, změna teploty může vést ke změně v této struktuře a tím i k viskozitě systému. Viskozita obvykle klesá s rostoucí teplotou podle Arrheniova vztahu:

$$\eta = Ae^{E_a/RT} \quad (10)$$

kde A je konstanta, E_a je aktivační energie, R je plynová konstanta a T je termodynamická teplota [20, s. 18].

5 SHRUTÍ TEORETICKÉ ČÁSTI

Teoretická část práce byla zaměřena na:

- Kůži - bylo pojednáváno o stavbě kůže a jejich vlastnostech. Dále bylo v této části pojednáno o suché kůži na ruce (její projevy a příčiny) a atopickém ekzému, kde byly vysvětleny příčiny a projevy nemoci.
- Emulze - bylo vysvětleno základní rozdělení emulzí na jednoduché O/V a V/O) a složené (V/O/V a O/V/O), emulgátory a metoda výroby emulzí.
- Krémy - byly vysvětleny základy krémů se zaměřením na obecné složení, metody výroby a dále samotné krémy na ruce.
- Reologie - bylo popsáno, jak se látky dle reologie rozdělují, jaké přístroje je možné využít, popis Kríkové zkoušky a vliv teploty na samotné chování systému.

Dnešní způsob života přináší stále více kontaktů kůže s čisticími prostředky a dalšími chemikáliemi, které mohou způsobovat její vysušování. To zvyšuje nároky na ošetřování pomocí vhodného krému (zejména na ruce) s požadovanými vlastnostmi, jejichž výroba a popis je součástí praktické části.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

6 CÍLE PRÁCE

Práce řeší hypotézu:

Mírná změna poměru olejové a vodné fáze má pozorovatelný vliv na reologické vlastnosti krému na ruce.

Cílem diplomové práce je proto příprava krémů na ruce, kdy budou připraveny dle zadané formulace krémy typu O/V a V/O a krémy s mírně změněným poměrem vodné a olejové fáze a následně se provede měření a porovnání jejich reologických vlastností.

Praktická část práce je rozdělena na dvě části. Jedna část je zaměřena na výrobu samotných krémů na ruce, kdy byly zvoleny formulace typu O/V a V/O, u kterých byl mírně pozměněn poměr olejové a vodné složky. Druhá část je zaměřena na samotné reologické měření, kdy jsou měřeny komerční krémy na ruce a vyrobené krémy na ruce a pozorují se reologické chování jednotlivých krémů.

7 VÝROBA KRÉMŮ NA RUCE

Výroba krémů byla inspirována již existujícími formulacemi z literatury, viz [25, s. 154], [26, s. 344]. V závislosti na dostupnosti a bezpečnosti byly některé složky pozměněny.

7.1 Chemikálie

7.1.1 O/V krémy na ruce

Pro výrobu krémů na ruce typu O/V byly použity tyto složky:

Fáze A:

ceteareth-25 (náhrada za původní steareth-25), glyceryl stearát, stearyl alcohol, oktyloktanoát, minerální olej

Fáze B:

glycerin, voda, HydroComplex (místo původních látek: laktát sodný, glycin, fruktóza, močovina, niacinamid, inositol, benzoát sodný, kyselina mléčná)

7.1.2 V/O krémy na ruce

Pro výrobu krémů na ruce typu V/O byly použity tyto složky:

Fáze A:

Span 80 (místo Hostacerin WO), včelí vosk, silikonový olej AP 1000 (místo silikonový olej AK 500), vazelína, minerální olej, izopropylmyristát (místo izopropylpalmitát)

Fáze B:

glycerin, voda, HydroComplex(místo původních látek: laktát sodný, sodium PCA, glycin, fruktóza, močovina, niacinamid, inositol, benzoát sodný, kyselina mléčná)

7.2 Použité přístroje

Jednotlivé složky pro uvedené formulace byly naváženy s přesností na 4 desetinná místa. Pro smíchání jednotlivých fází bylo následně využito ve všech případech přístroje Heidolph RZR 2020.

7.3 Proces výroby

7.3.1 Výroba krému typu O/V

Celý proces výroby krému na ruce typu O/V se skládal ze čtyř kroků. První krok byl reprezentován navážením fáze A a fáze B (složení formulace pro výrobu viz *tab. 3*). Ve druhém kroku se fáze A zahřála na 70 °C a fáze B se zahřála na 60 °C, což bylo provedeno ve vodní lázni. Ve třetím kroku přípravy byla fáze A postupně přilévána za míchání míchačky do sfáze B. Na závěr se získaná směs zchladila a vložila do nádoby pro další použití. Tohoto postupu bylo využito pro původní směs, ve které byl zachován původní poměr, jakožto i u dalších dvou krémů, kde v jednom případě bylo zvýšeno množství fáze A a zároveň sníženo množství fáze B o 8 % a ve druhém případě bylo sníženo množství fáze A a zároveň zvýšeno množství fáze B o 8 %.

Tab. 3 Formulace pro výrobu krémů typu O/V

	Původní formulace – napočítáno na 20 g	Zvýšení fáze A a snížení fáze B o 8 %	Snížení fáze A a zvýšení fáze B o 8 %
Ceteareth-25	0.4	0.47	0.33
Glyceryl stearát	1	1.18	0.82
Stearyl alcohol	0.4	0.47	0.33
Oktyloktanoát	1.2	1.42	0.98
Minerální olej	3	3.55	2.45
Fáze B			
Glycerin	0.6	0.55	0.65
Voda	13	12	14
HydroComplex	0.4	0.34	0.43

7.3.2 Výroba krému typu V/O

Pro výrobu krému na ruce typu V/O (složení formulace pro výrobu viz *tab. 4*) bylo potřeba čtyř kroků stejně jako u předchozího krému. V prvním kroku se jednotlivé suroviny navážily. Zvlášť se navážily fáze A a B. V dalším kroku se ve vodní lázni ohřály obě fáze na

teplotu 80 °C. Třetím krokem bylo postupné nalévání a smíchání fáze B do fáze A za pomoci míchačky. V posledním kroku byla směs fází za stálého míchání chlazena na teplotu 50 °C a následně vložena do nádoby pro další použití a zvážena. Tímto způsobem byl vyroben krém o původním poměru surovin a následně stejně jako v předchozím případě byly vyrobeny další dva krémy, změněné stejně jako u krémů na ruce typu O/V.

Tab. 4 Formulace pro výrobu krémů typu V/O

	Původní formulace – napočítáno na 20 g	Zvýšení fáze A a snížení fáze B o 8 %	Snížení fáze A a zvýšení fáze B o 8 %
Fáze A			
Span 80	2	2.30	1.71
Včelí vosk	0.2	0.23	0.17
Silicone oil AP 1000	0.4	0.46	0.34
Petrolatum	1	1.15	0.86
Mineral oil, high viscosity	2	2.30	1.71
Isopropyl miristate	1.4	1.61	1.20
Fáze B			
Glycerol	0.6	0.55	0.65
Voda	12.32	11.38	13.36

8 MĚŘENÍ REOLOGICKÝCH VLASTNOSTÍ KRÉMŮ

Měření všech krémů probíhalo na rotačním reometru Anton Paar MCR 502 viz *obr. 13*.



Obr. 13 Rotační reometr Anton Paar MCR 502

8.1 Testované krémy na ruce

Pro reologické měření bylo využito jak komerčních krémů na ruce (viz *obr. 14*), tak vyrobených krémů na ruce, kdy původní krém typu O/V byl proměřen i po 35 dnech, aby bylo zjištěno, zda ve vzorku nedošlo k nevratné separaci složek. Z komerčních přípravků byly použity české výrobky: Indulona Original (krém typu O/V), Avon Regenerační krém na ruce a nehty s kakaovým máslem Care (krém typu O/V), Vivaco Body Tip krém na ruce a nehty meruňka (krém typu O/V); jako poslední byl k dispozici asijský krém z Taiwanu – SHILLS Perfume Playground hair & hand cream Hibiscus flower Hug me (krém typu O/V).



Obr. 14 Komerční krémy využité k měření

Reologická analýza uvedených krémů byla realizována jak v režimu ustáleného smykového toku, tak v oscilačním režimu, kdy byla testována i teplotní stabilita krémů (celkový rozsah $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ až $75\text{ }^{\circ}\text{C}$) pro hodnocení jejich chování v reálných podmínkách. Jako poslední byla pro každý typ krému provedena krípková zkouška při pokojové teplotě ($25\text{ }^{\circ}\text{C}$).

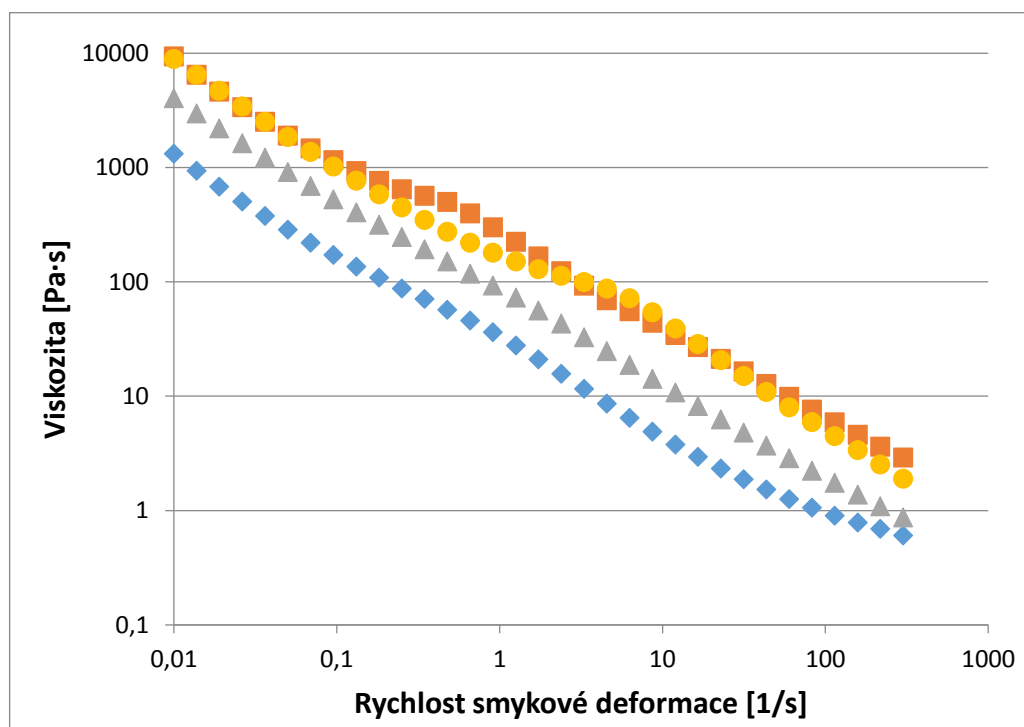
9 VÝSLEDKY A DISKUZE

Vzhledem k množství testovaných krémů byly vytvořeny tři grafy pro každé měření – pro komerční krémy, pro vyrobené krémy typu O/V a pro vyrobené krémy typu V/O.

9.1 Vyhodnocení tokové křivky

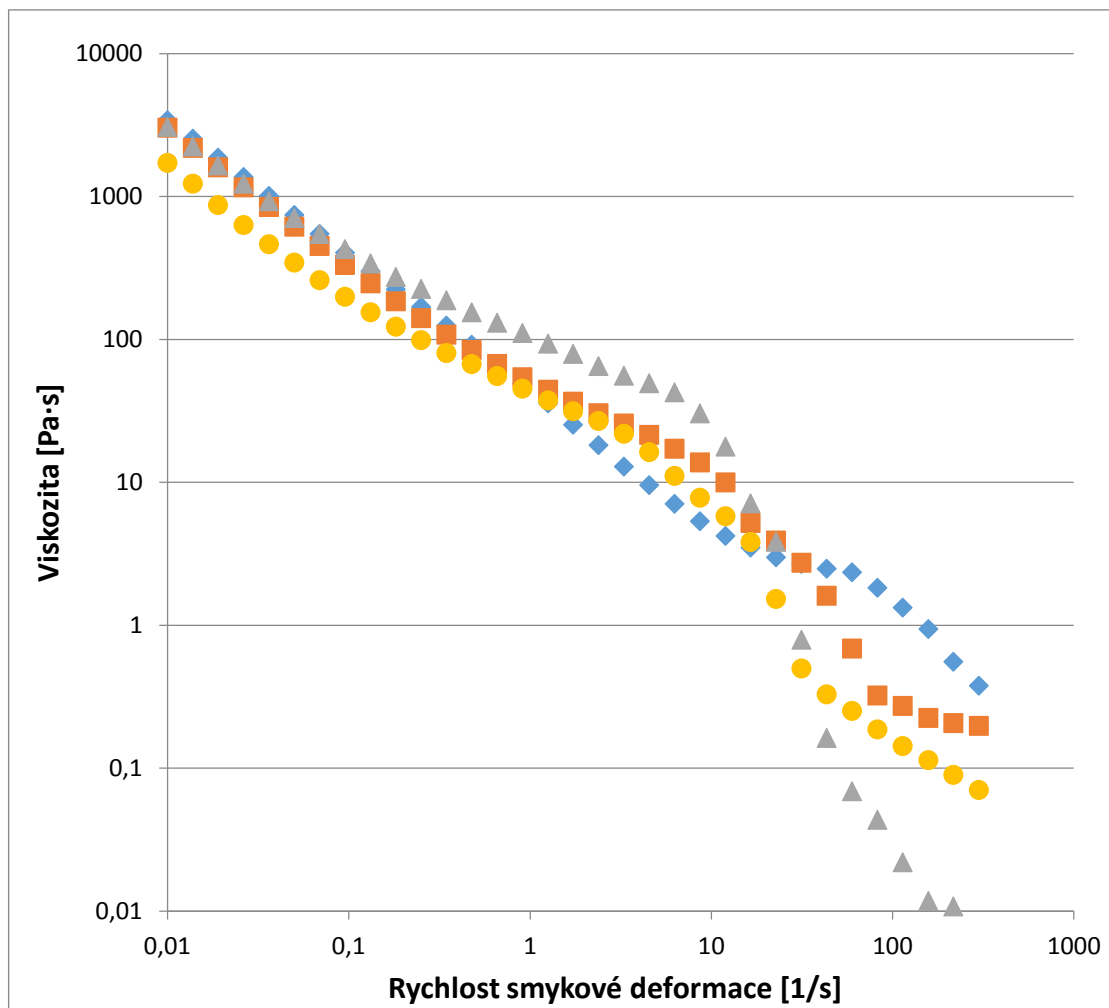
Pro vytvoření tokové křivky bylo využito závislosti viskozity na rychlosti smykové deformace, viz kapitola 4. Veškerá data byla získána při konstantní teplotě +25 °C.

Na *obr. 15* je zobrazena toková křivka pro komerční krémy, kdy všechny tyto krémy vykazují pseudoplastické chování, čili jejich viskozita klesá s rychlostí smykové deformace. Tento pokles je u všech vzorků srovnatelný a lze z něj tedy vyčíst optimální chování krémů na ruce, kdy při nízkých rychlostech smykových deformací by krém měl mít dostatečné prahové napětí, aby samovolně neunikal z tuby a nedocházelo ke snadné separaci jednotlivých složek krému. Naopak při vyšších rychlostech smykových deformací reprezentujících samotné nanášení krému na pokožku je již žádoucí nízká hodnota viskozity tedy i snadná aplikovatelnost a vsakování krému do pokožky Ze studovaných krémů má nicméně nejvyšší hodnotu viskozity v celém rozsahu rychlostí smykové deformací dvojice krémů Indulona a SHILLS a nejnižší BT meruňka.



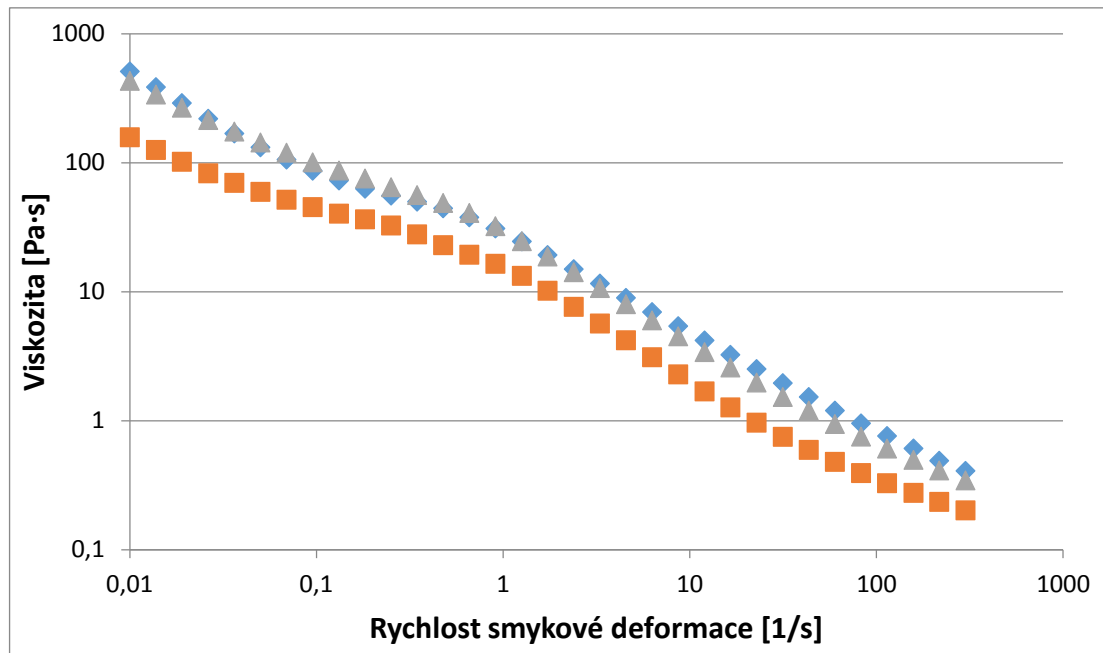
Obr. 15 Graf tokové křivky pro komerční krémy. Symboly odpovídají následujícím vzorkům: ◆ BT meruňka, ▲ Avon, ● SHILLS, ■ Indulona.

Z grafu na obr. 16 lze pozorovat, že nejmenší stabilitu prokázaly krémy typu O/V, oproti komerčním krémům a krémům typu V/O kde při vyšší rychlosti docházelo k prudkému poklesu viskozity. Zde také byly pozorovatelné rozdíly mezi původní recepturou a změněným poměrem, kdy v obou případech došlo k výraznému snížení viskozity při vyšší rychlosti smykové deformace.



Obr. 16 Graf tokové křivky pro vyrobené krémy typu O/V. Symboly odpovídají následujícím vzorkům: ◆ původní formulace, ■ původní formulace měřena po 35 dnech, ▲ formulace s nižším množstvím fáze B, ● formulace s vyšším množstvím fáze B.

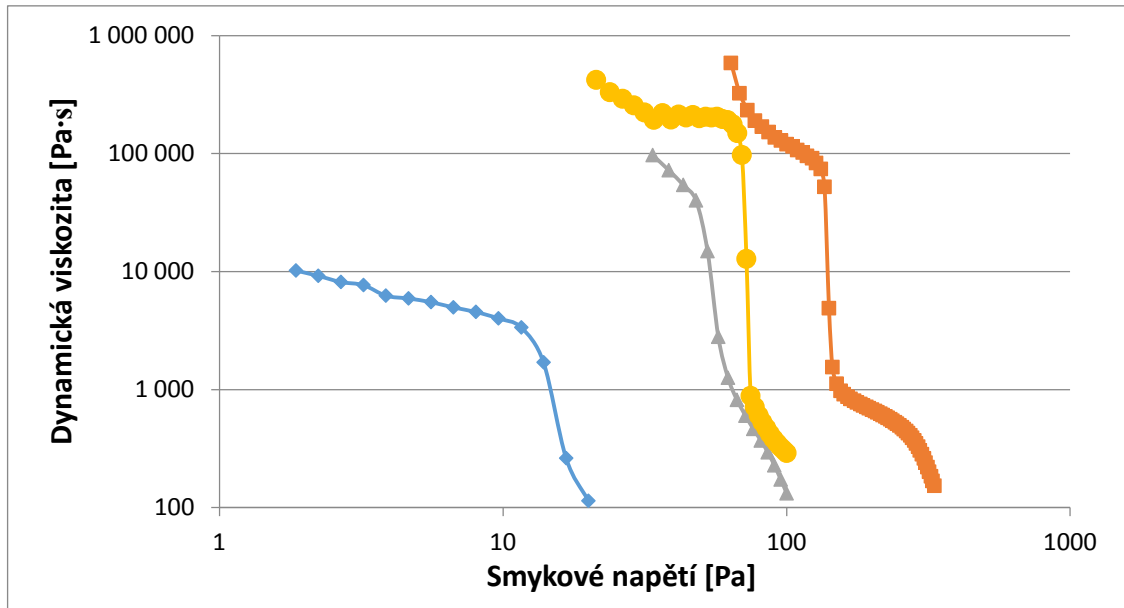
Krémy na ruce s formulací V/O vykazovaly ze všech testovaných nejnižší počáteční hodnotu viskozity. Snížení množství fáze B se projevilo v dalším poklesu hodnoty dynamické viskozity. Nicméně, u krémů typu V/O výsledný pokles viskozity v měřeném intervalu rychlostí smykových deformací nebyl tolik výrazný jako u systémů typu O/V, čímž byl prokázán nižší pseudoplastický charakter těchto vzorků daný právě skladbou emulze.



Obr. 17 Graf tokové křivky pro krém typu V/O. Symboly odpovídají následujícím vzorkům: ◆ původní formulace, ■ formulace s nižším množstvím fáze B, ▲ formulace s vyšším množstvím fáze B.

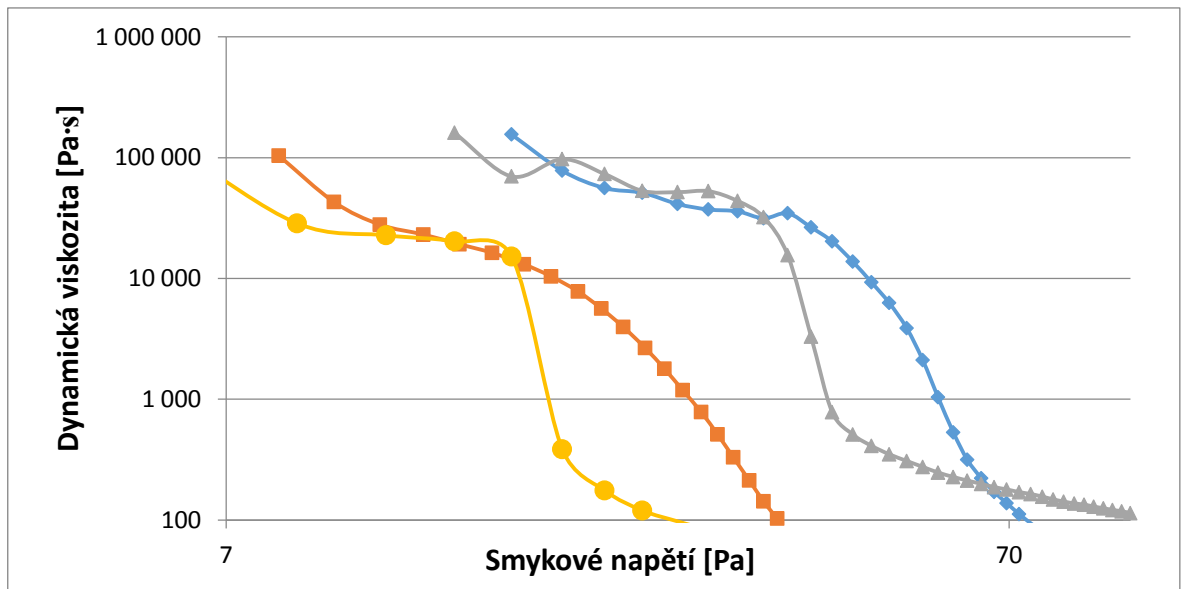
9.2 Vyhodnocení statického prahového napětí

Pro hodnocení statického prahového napětí bylo využito závislosti dynamické smykové viskozity na smykovém napětí, kdy hodnota statického prahového napětí odpovídá výraznému poklesu viskozity. Měření probíhalo při +25°C. Statické prahové napětí ve své podstatě vypovídá o tuhosti vnitřní struktury vzorku, a při jeho zjišťování je tedy vzorek postupně zatěžován narůstajícím smykovým napětím právě, dokud není vnitřní struktura porušena. Rozmezí hodnot smykových napětí, kterými byly vzorky postupně zatěžovány, byly určeny z tokových křivek pro jednotlivé krémy na ruce a to konkrétně z intervalu viskozity resp. smykového napětí, kdy ještě nedošlo k ustálenému toku, čili pod hodnotou dynamického prahového napětí. Při porovnání hodnot statického prahového napětí pro komerční vzorky (Obr. 18) je patrné, že nejnižší hodnotu vykazuje krém BT meruňka (cca 14 Pa), poté Avon (cca 48 Pa). Vyšší hodnoty statického prahového napětí poté v souladu s výsledky tokových křivek (obr. 18) vykazují krém SHILLS (cca 67 Pa) a Indulona (cca 136 Pa). U krému BT meruňka lze tedy očekávat, že tento bude samovolně vytékat z tuby, což je patrné i při praktickém použití, u krému Indulona, jakožto látky s vysokým prahovým napětím, je obtížnější tento z tuby dostat a je nutno vyvinout vyšší sílu.



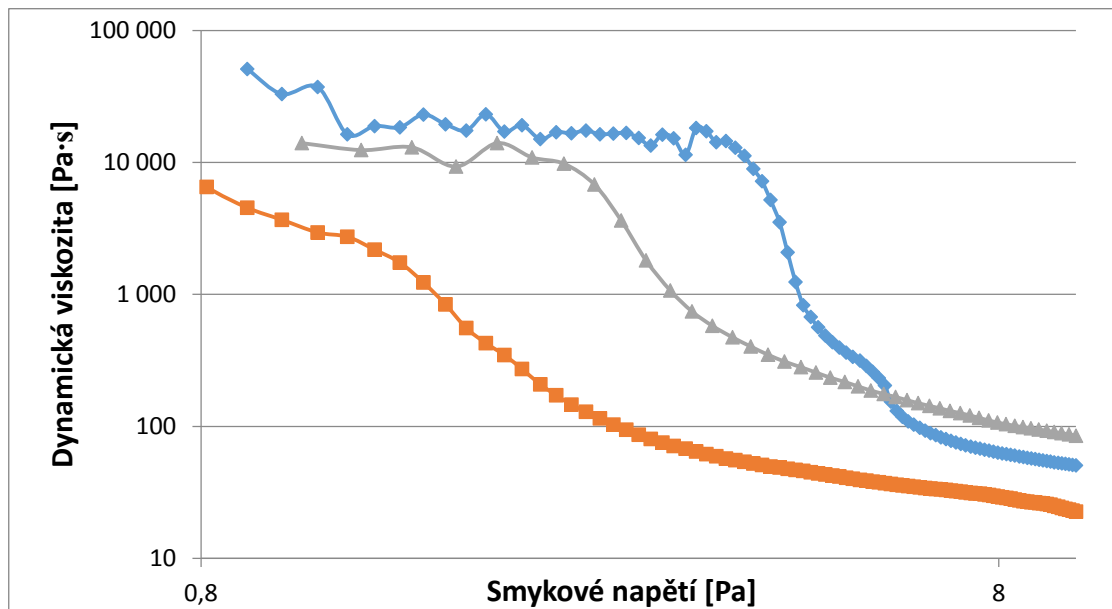
Obr. 18 Graf pro statické prahové napětí pro komerční krémy. Symboly odpovídají následujícím vzorkům: ◆ BT meruňka, ▲ Avon, ● SHILLS, ■ Indulona.

Na Obr. 19 lze pozorovat, že u původní formulace krému typu O/V byla hodnota pro statické prahové napětí cca 44 Pa, což řadí tento krém mezi vyhovující formulace, obdobně jako formulaci, kdy bylo sníženo množství fáze B, kdy se hodnota pohybovala zhruba na 34 Pa. Naopak při vyšším množství fáze B a po 35 dnech původní formulace mají krémy nízkou hodnotu, což je dělá nevyhovujícími z důvodu samovolného vytékání z tuby.



Obr. 19 Graf pro statické prahové napětí pro vyrobené krémy typu O/V. Symboly odpovídají následujícím vzorkům: ◆ původní formulace, ■ původní formulace měřena po 35 dnech, ▲ formulace s nižším množstvím fáze B, ● formulace s vyšším množstvím fáze B.

Na Obr. 20 je možné vidět, že u původní formulace je hodnota statického prahového napětí velmi nízká, což jej dělá nevyhovujícím, stejně jako modifikované formulace, u kterých jsou hodnoty ještě nižší, než u původní formulace. Následkem pak může být samovolné vytékání krému z tuby.

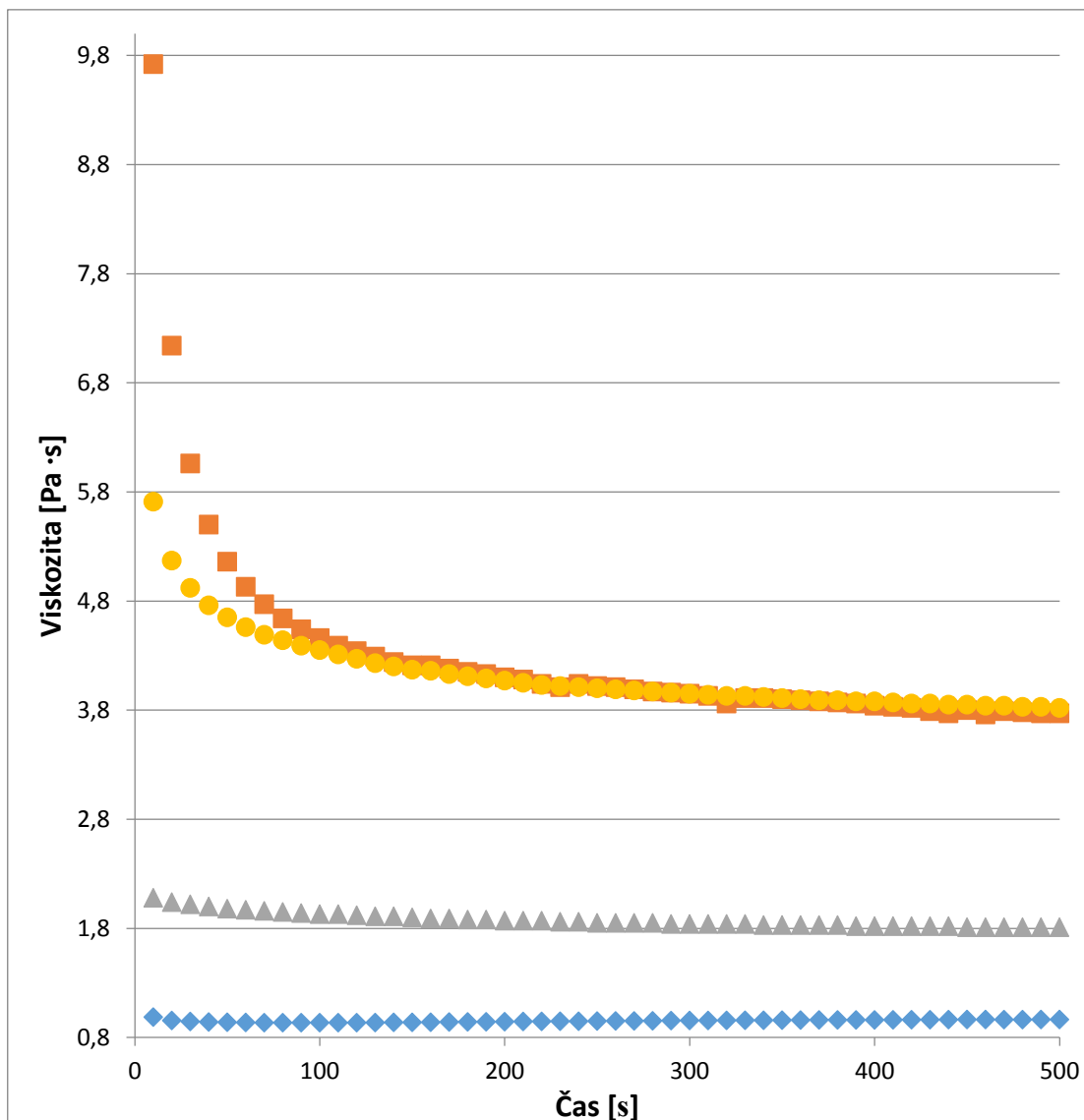


Obr. 20 Graf pro statické prahové napětí pro vyrobené krémy typu V/O. Symboly odpovídají následujícím vzorkům: ◆ původní formulace, ■ formulace s nižším množstvím fáze B, ▲ formulace s vyšším množstvím fáze B.

Při porovnání jednotlivých typů krémů měly komerční krémy na ruce nejvyšší statické prahové napětí, následovaly vyrobené krémy typu O/V a nejnižší napětí měly vyrobené krémy typu V/O.

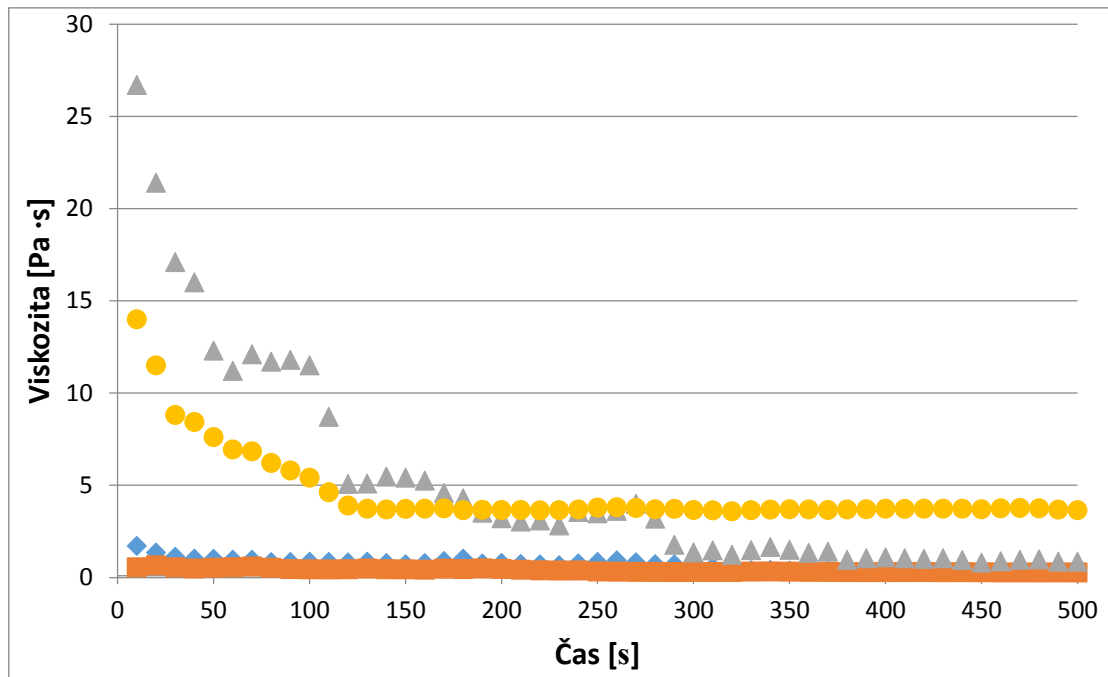
9.3 Vyhodnocení stability v čase

Stabilita v čase pro jednotlivé krémy na ruce byla měřena při konstantní rychlosti smykové deformace. Pro komerční krémy a vyrobený krém typu O/V s původní formulací byla tato stabilita vyhodnocována při konstantní hodnotě rychlosti smykové deformace 100 s^{-1} . Pro krémy typu O/V se změněnou formulací a pro všechny typy vyrobených krémů typu V/O se stabilita vyhodnocovala při konstantní hodnotě smykové deformace 10 s^{-1} . Pro všechny typy krémů tyto vykazují stabilní chování ve sledovaném časovém intervalu 500 s, tj. nedochází u nich k tixotropnímu resp. reopexnímu chování, pouze více viskózní vzorky (SHILLS a Indulona) vykazují na počátku časového intervalu poměrně výrazný pokles hodnot dynamické viskozity daný právě jejich vyšší počáteční viskozitou.

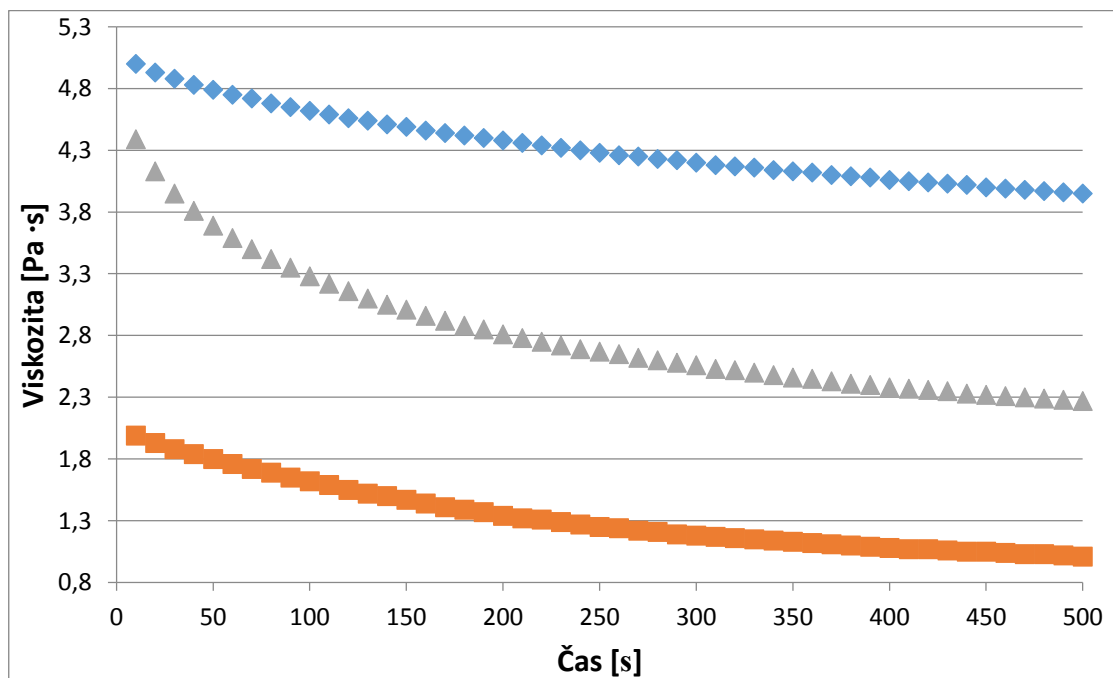


Obr. 21 Graf pro stabilitu v čase pro komerční krémy. Symboly odpovídají následujícím vzorkům: ◆ BT meruňka, ▲ Avon, ● SHILLS, ■ Indulona.

Pro připravené emulze typu O/V (Obr. 22) vykazovala původní formulace i ta samá formulace testovaná po 35 dnech skladování při pokojové teplotě stabilní chování při ustáleném smykovém toku, kdy tento krém tedy odpovídá svým chováním komerčním krémům na ruce. Nicméně pro jeho modifikace zahrnující navýšení nebo snížení fáze B v emulzi o 8 hm.% je již patrná určitá nestabilita v čase, kdy tyto vzorky byly navíc vystaveny snížené intenzitě rychlosti smýkání (10 s^{-1}), což vypovídá o tom, že tyto vzorky nejsou příliš vhodné ze svého reologického hlediska pro praktické aplikace. Připravené vzorky krémů na ruce na bázi emulze typu V/O vykazují již při nízkých rychlostech smykových deformací poměrně výraznější tixotropní charakter, který se z pohledu praktických aplikací také nejvíce jeví jakožto optimální.



Obr. 22 Graf pro stabilitu v čase pro vyrobené krémy typu O/V. Symboly odpovídají následujícím vzorkům: ◆ původní formulace, ■ původní formulace měřena po 35 dnech, ▲ formulace s nižším množstvím fáze B, ● formulace s vyšším množstvím fáze B.

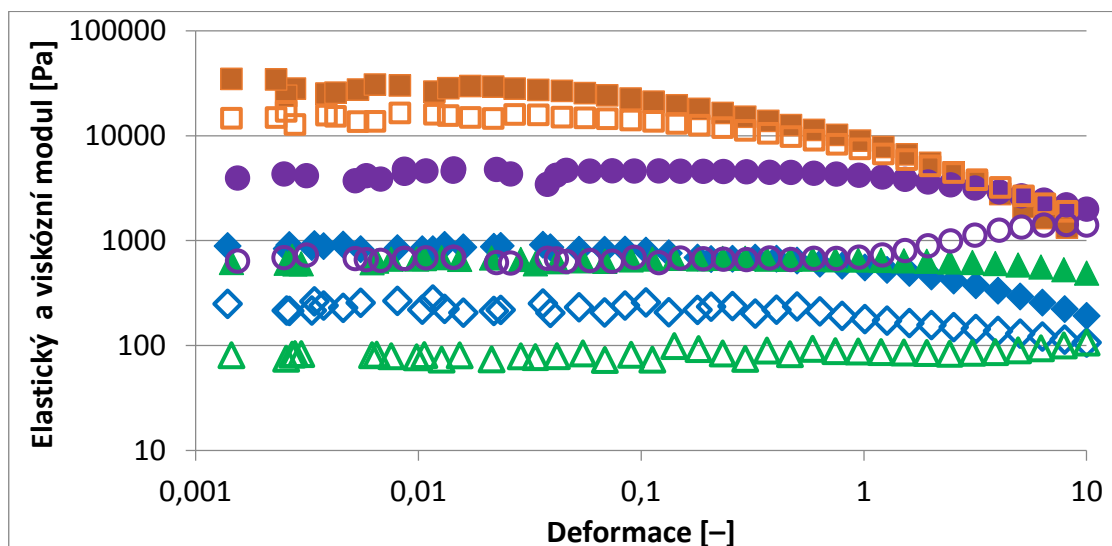


Obr. 23 Graf pro stabilitu v čase pro vyrobené krémy typu V/O. Symboly odpovídají následujícím vzorkům: ◆ původní formulace, ■ formulace s nižším množstvím fáze B, ▲ formulace s vyšším množstvím fáze B.

9.4 Amplitude sweep

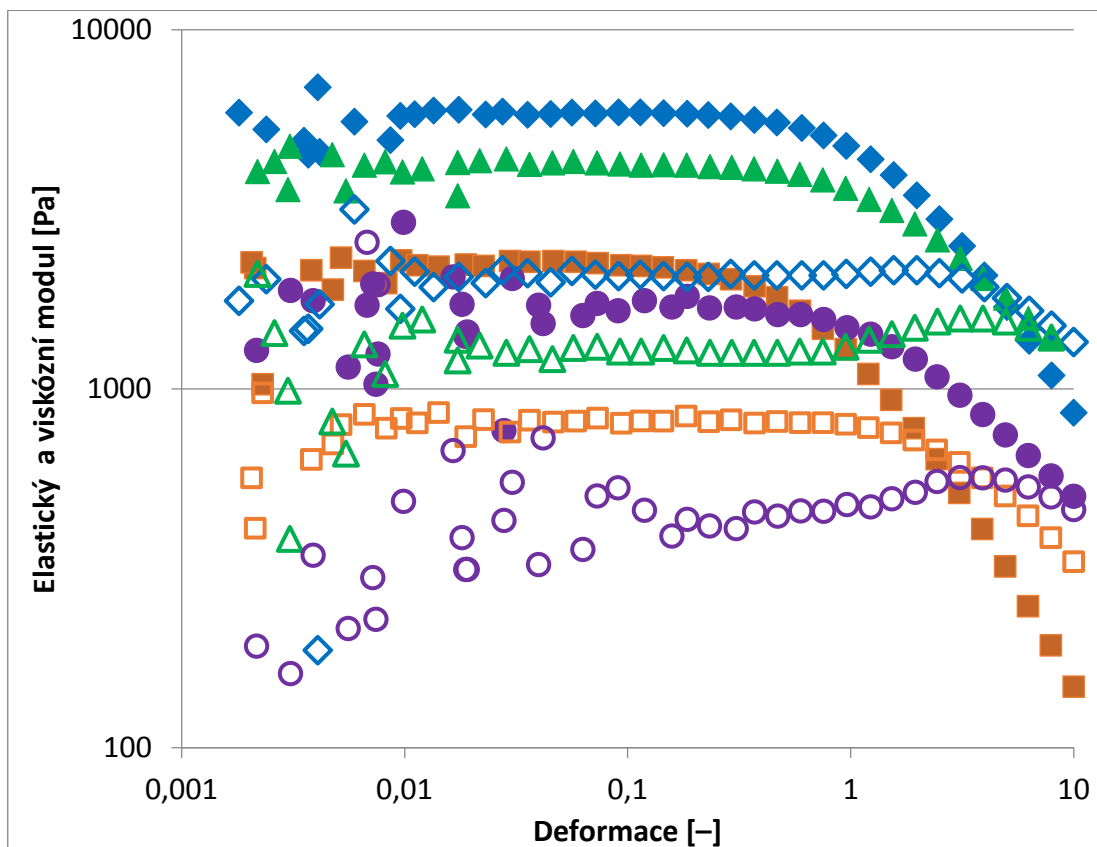
Stanovení amplitude sweep je standardně realizováno jakožto první test pro korektní určení viskoelastického chování materiálů při oscilačním smykovém režimu. Princip spočívá v nalezení oblasti deformací, při kterém ještě není u vzorku nevratně narušena vnitřní struktura, což je prezentováno nezávislostí viskoelastických modulů (elastický, G' , a viskózní, G'' , modul) na aplikované deformaci při konstantní hodnotě oscilační frekvence. Hodnota deformace z oblasti lineární viskoelastivity je následně využita pro další stanovení v oscilačním smykovém režimu. Z obr. 24 je patrné, že oblast lineární viskoelastivity je pro všechny komerční testované vzorky minimálně 0,1. Z výsledků je dále patrné, že nejvyšší hodnotu G' , a tedy i nejvyšší tuhost, vykazuje vzorek Indulona, což odpovídá také nejvyšší dynamické viskozitě při nízkých rychlostech smykové deformace v rámci tokové křivky (obr. 24). v obdobném smyslu následně klesá hodnota G' v celém rozsahu aplikovaných deformací v řadě SHILLS – Avon – BT meruňka, kdy pro posouzení tuhosti posledně dvou zmiňovaných komerčních krémů na ruce byl také použit vzájemný rozdíl G'' .

Amplitude sweep byla měřena při konstantní frekvenci oscilace vrchní desky geometrie 5 Hz. Měření probíhalo při +25°C.



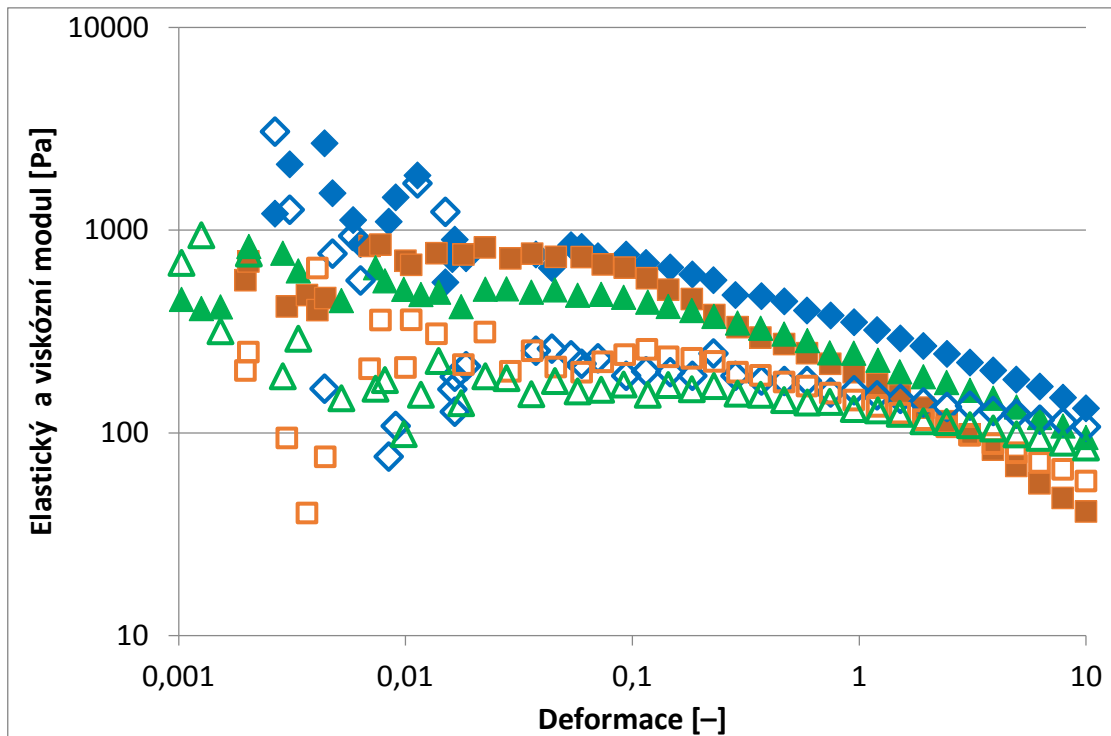
Obr. 24 Graf pro amplitude sweep pro komerční krémy. Symboly odpovídají následujícím vzorkům: ◆ BT meruňka – Elastický modul, ▲ Avon – Elastický modul, ● SHILLS – Elastický modul, ■ Indulona – Elastický modul, ◇ BT meruňka – Viskózní modul, □ Indulona – Viskózní modul, ○ SHILLS – Viskózní modul, △ Avon – Viskózní modul.

Na Obr. 25 je možné pozorovat, že oblast lineární viskoelastivity je v případě všech vyrobených krémů formulace O/V zřetelná v oblasti deformací 0,01 až 0,1. Z teorie lze očekávat, že i při nižších hodnotách se vzorek nachází v oblasti lineární viskoelastivity, kdy jeho struktura není takřka namáhána, tudíž rozeskávané body jsou dány opravdu nízkým zkrutem torzního vlákna a tedy i citlivostí použitého reometru. Z výsledků je také možné vidět, že nejvyšší hodnotu G' (tzn. i nejvyšší tuhost) má původní formulace krému, stejně jako nejvyšší dynamickou viskozitu (Obr. 16).



Obr. 25 Graf pro amplitude sweep pro vyrobené krémy typu O/V. Symboly odpovídají následujícím vzorkům: \blacklozenge Původní formulace – Elastický modul, \blacksquare původní formulace měřena po 35 dnech – Elastický modul, \blacktriangle formulace s nižším množstvím fáze B – Elastický modul, \bullet formulace s vyšším množstvím fáze B – Elastický modul, \diamond Původní formulace – Viskózní modul, \square původní formulace měřena po 35 dnech – Viskózní modul, \circ formulace s vyšším množstvím fáze B – Viskózní modul, \triangle formulace s nižším množstvím fáze B – Viskózní modul.

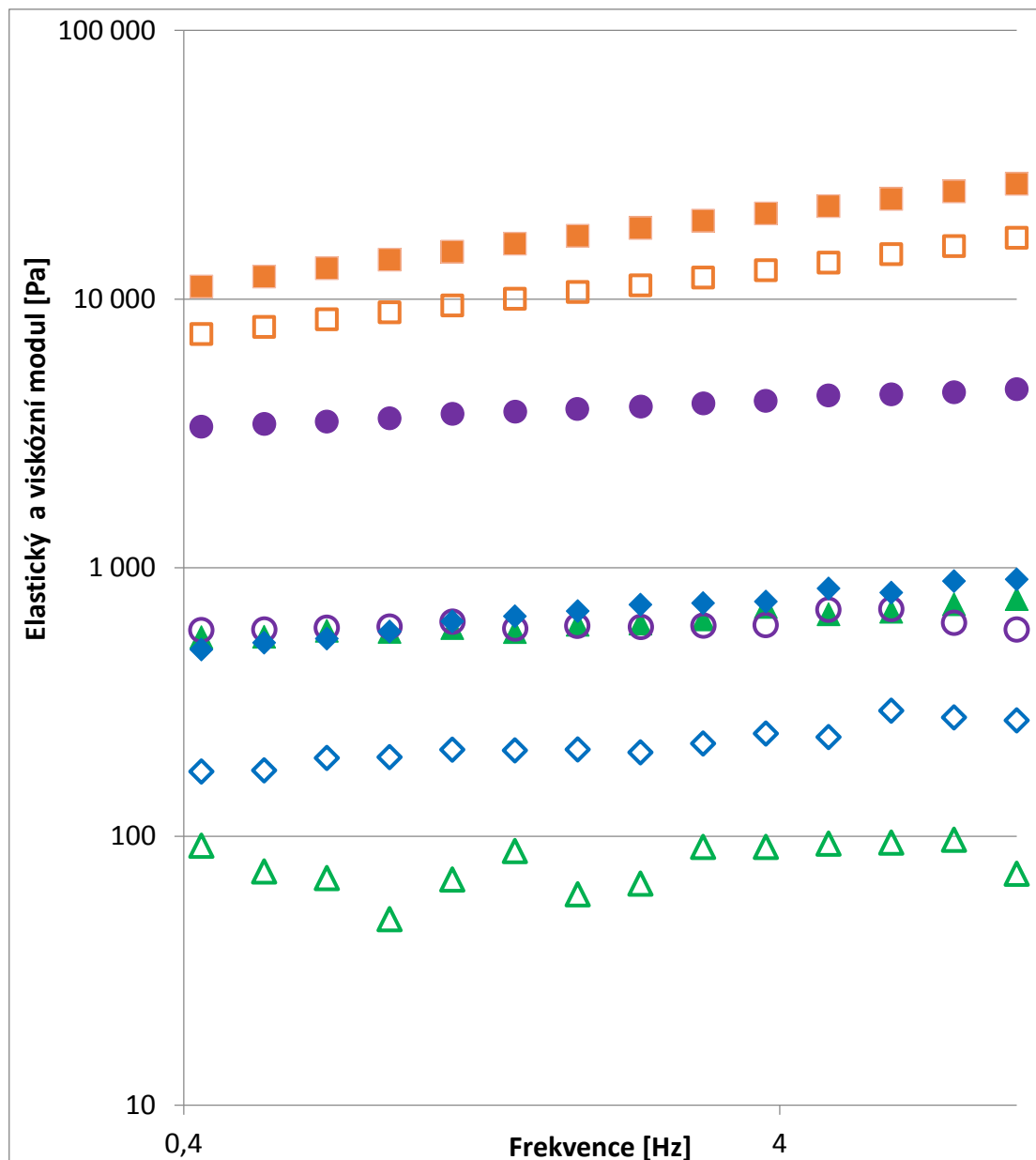
Na Obr. 26 je možné pozorovat, že všechny tři krémy typu V/O vykazují obdobné hodnoty, proto lze říct, že jejich tuhost je velmi podobná a oblast lineární viskoelastivity opět do hodnoty deformace 0,1.



Obr. 26 Graf pro amplitude sweep pro vyrobené krémy typu V/O. Symboly odpovídají následujícím vzorkům: \blacklozenge Původní formulace – Elastický modul, \blacksquare formulace s nižším množstvím fáze B – Elastický modul, \blacktriangle formulace s vyšším množstvím fáze B – Elastický modul, \diamond Původní formulace – Viskózní modul, \square formulace s nižším množstvím fáze B – Viskózní modul, \triangle formulace s vyšším množstvím fáze B – Viskózní modul.

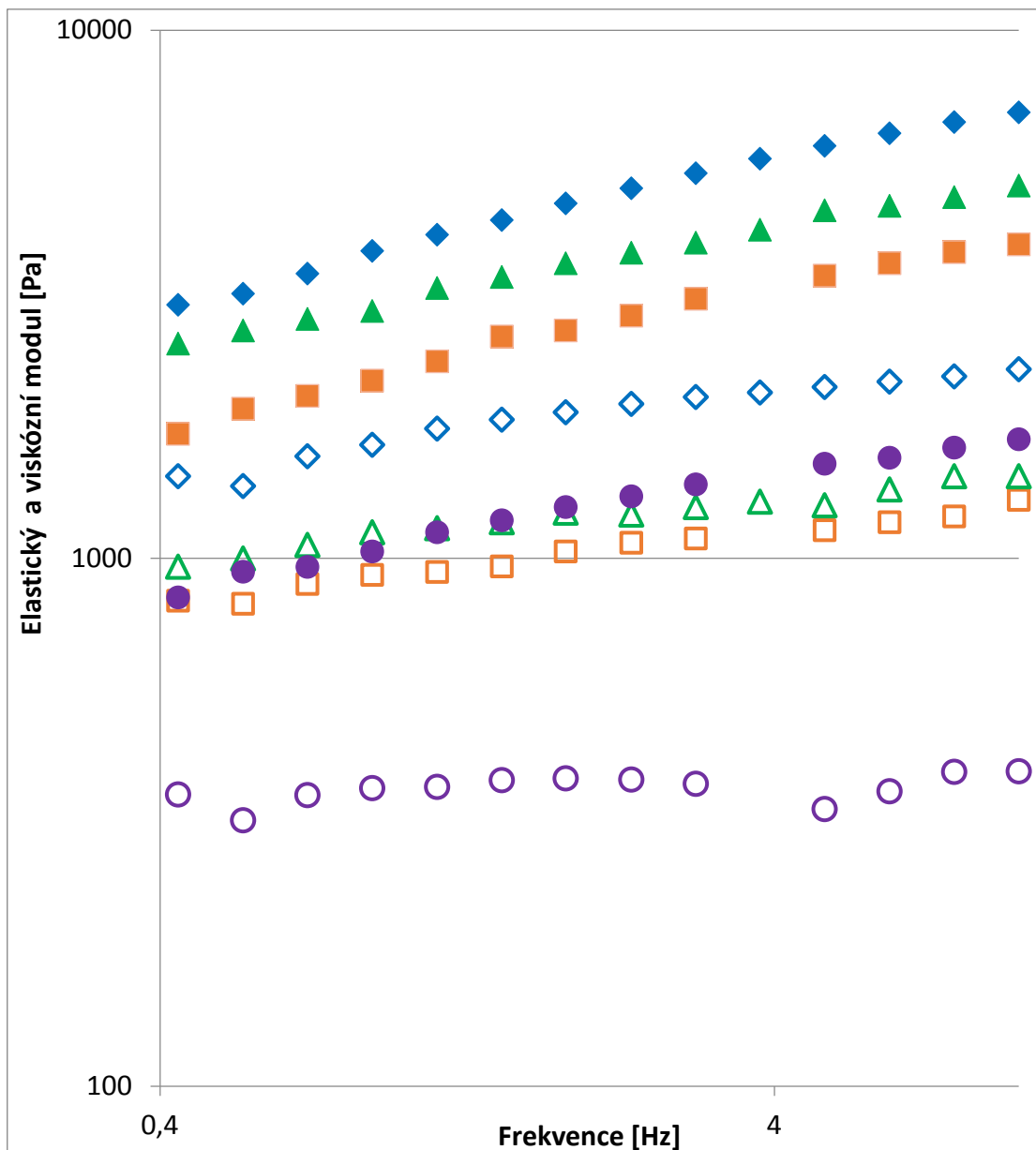
9.5 Frequency sweep

Jako následující experiment po amplitude sweep byl zvolen frequency sweep, u kterého byla aplikována konstantní hodnota smykové deformace 0,1 zjištěná právě z amplitude sweep, jakožto hodnota deformace, při níž ještě nedochází k nevratnému rozrušení vnitřní struktury materiálu, a měnila se frekvence těchto deformací. Nízké frekvence znázorňují pomalé procesy a v kontextu krémů na ruce je lze chápat např. jako stabilita krémů při dlouhodobém skladování, kdy je žádané mít co možná nejvyšší hodnotu G' a nejnižší G'' . Z tohoto pohledu lze jako stabilní považovat všechny komerční krémy na ruce při teplotě 25 °C (viz Obr. 27), ač stabilita bude vyšší např. pro krém Indulona nežli krém BT meruňka. Vyšší frekvence naopak reprezentují rychlé procesy, které opět v kontextu krémů na ruce představují aplikaci krému na pokožku, kdy zde je naopak žádoucí mít co možná nejvyšší hodnotu G'' . Na základě uvedeného lze tvrdit, že nejhůře se bude aplikovat krém Avon.



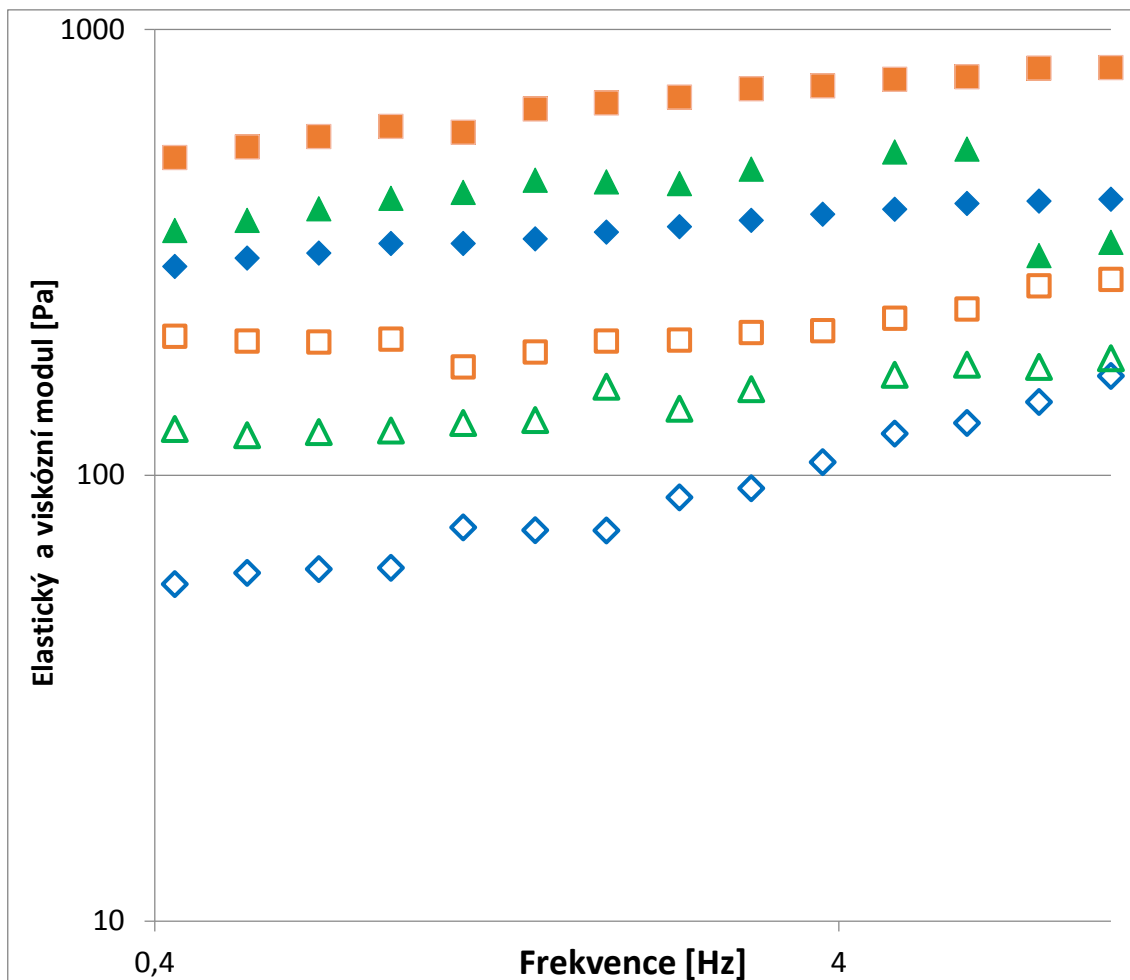
Obr. 27 Graf pro Frequency sweep pro komerční krémy. Symboly odpovídají následujícím vzorkům: \blacklozenge BT meruňka – Elastický modul, \blacksquare Indulona – Elastický modul, \blacktriangle Avon – Elastický modul, \bullet SHILLS – Elastický modul, \diamond BT meruňka – Viskózní modul, \square Indulona – Viskózní modul, \circ SHILLS – Viskózní modul, \triangle Avon – Viskózní modul.

Na obr. 28 lze pozorovat frekvenční závislost viskoelastických vlastností u krémů typu O/V, která vykazuje nižší hodnoty G' a G'' než pro komerční krémy. Jako nejstabilnější z pohledu skladování lze považovat původní formulaci vyrobeného krému typu O/V. Naopak nejmenší stabilitu bude mít vyrobený krém, ve kterém je zvýšeno množství fáze B, který se zároveň bude nejhůře aplikovat.



Obr. 28 Graf pro Frequency sweep pro vyrobené krémy typu O/V. Symboly odpovídají následujícím vzorkům: \blacklozenge Původní formulace – Elastický modul, \blacksquare původní formulace měřena po 35 dnech – Elastický modul, \blacktriangle formulace s nižším množstvím fáze B – Elastický modul, \bullet formulace s vyšším množstvím fáze B – Elastický modul, \diamond Původní formulace – Viskózní modul, \square původní formulace měřena po 35 dnech – Viskózní modul, \triangle formulace s nižším množstvím fáze B – Viskózní modul, \circ formulace s vyšším množstvím fáze B – Viskózní modul.

Na obr. 29 je možné pozorovat, že nejvyšší stabilitu v průběhu skladování je možné pozorovat u vyrobeného krému typu V/O s nižším množstvím fáze B. Z hlediska aplikace naopak je nejhorší původní formulace.

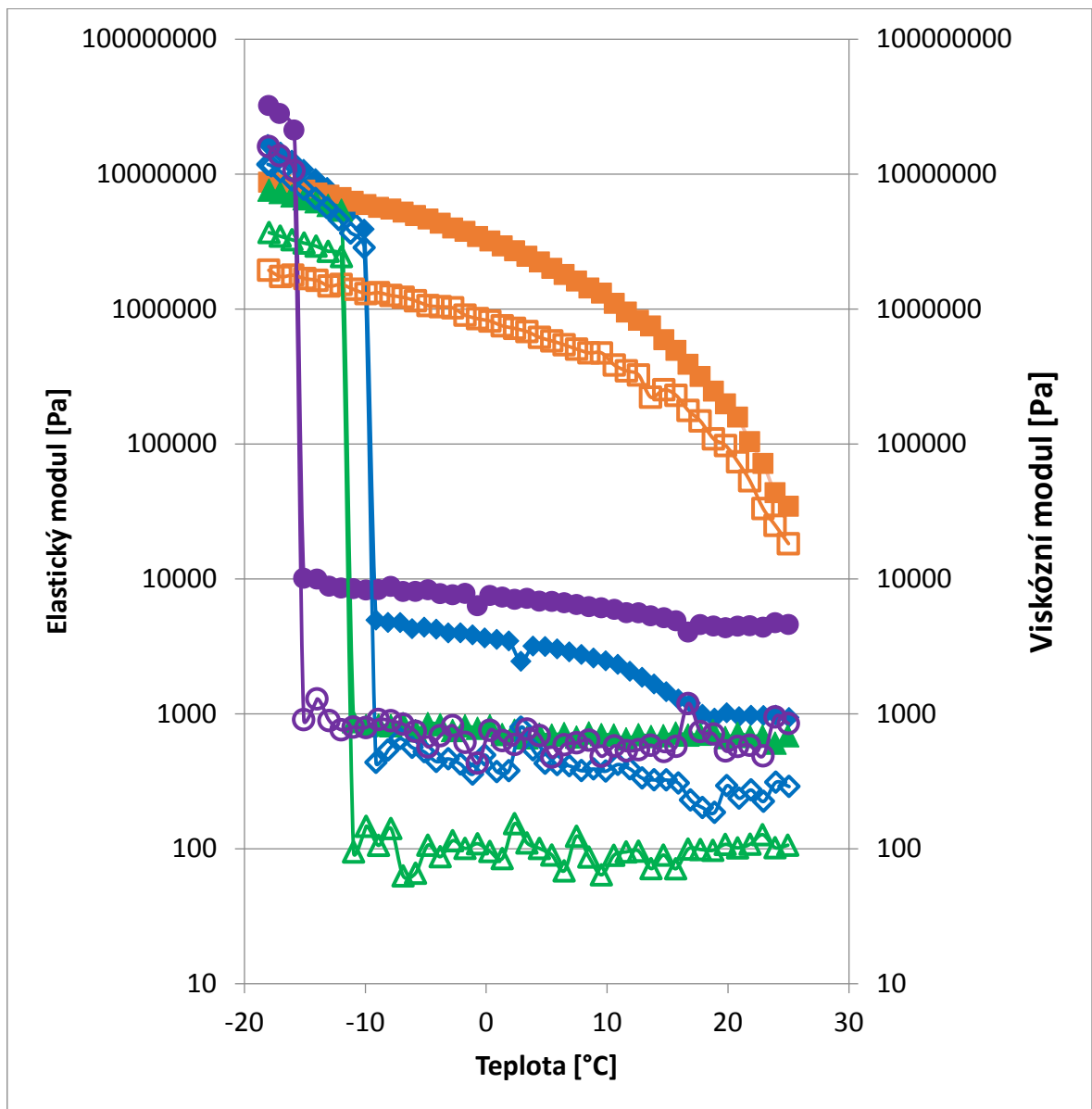


Obr. 29s Graf pro Frequency sweep pro vyrobené krémy typu V/O. Symboly odpovídají následujícím vzorkům: \blacklozenge Původní formulace – Elastický modul, \blacksquare formulace s nižším množstvím fáze B – Elastický modul, \blacktriangle formulace s vyšším množstvím fáze B – Elastický modul, \diamond Původní formulace – Viskózní modul, \square formulace s nižším množstvím fáze B – Viskózní modul, \triangle formulace s vyšším množstvím fáze B – Viskózní modul.

9.6 Teplotní rampa od +25°C do -18°C

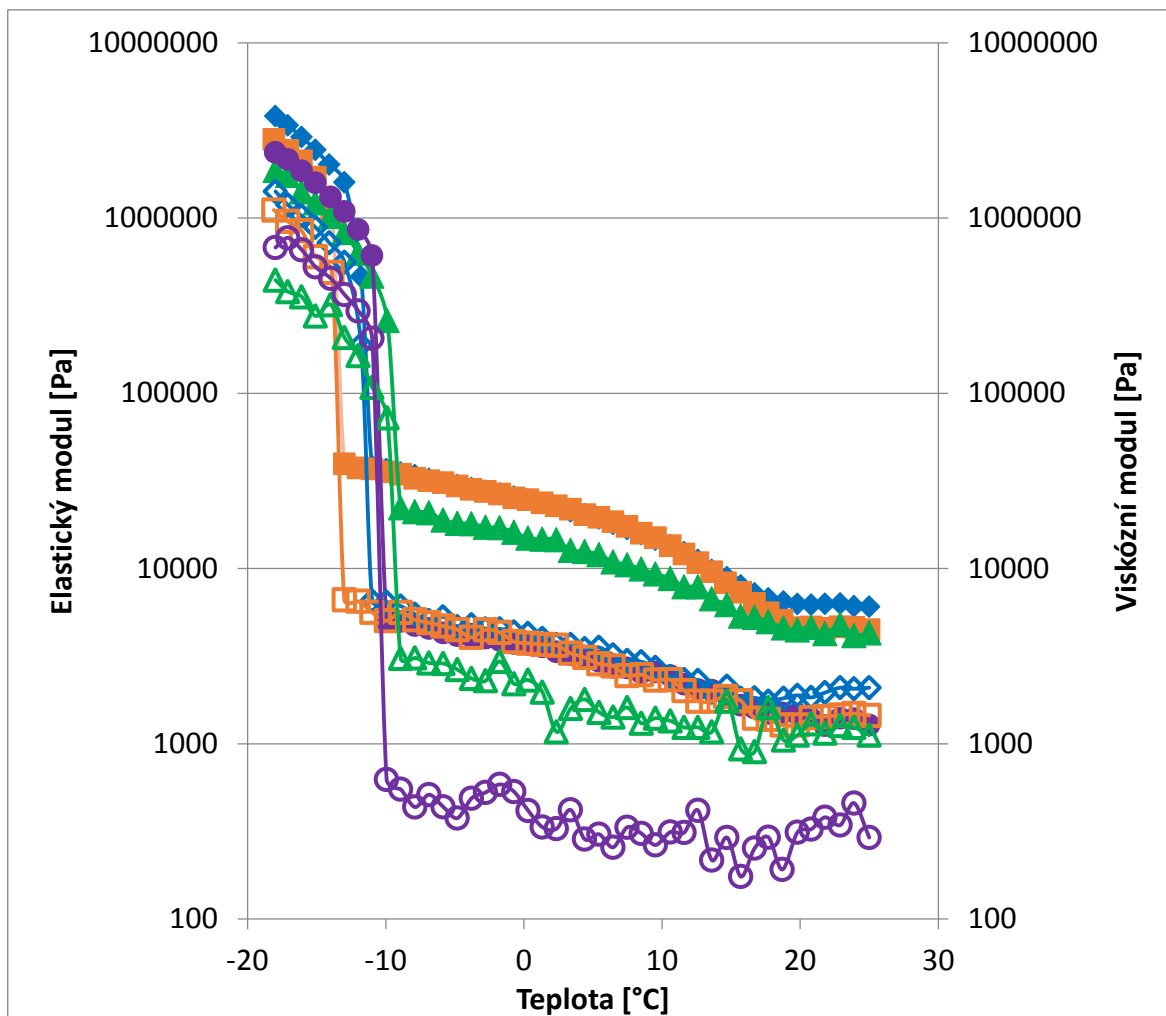
Krémy na ruce mohou být v průběhu svého používání vystaveny širokému rozmezí teplot, kdy lze například uvést situaci aplikace krému na ruce v zimě, kdy teplota může klesnout až k $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$. Proto tedy byly dále testovány vlastnosti jednotlivých krémů na ruce i při různých teplotách. Situace použití v zimním období pro komerční krémy je ilustrována na Obr. 29, kde byla postupně rychlostí $1\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$ snižována teplota z $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ až na $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ze záznamu je patrné, že u krémů SHILLS, Avon a BT meruňka došlo při teplotě okolo -9 až $-13\text{ }^{\circ}\text{C}$ k výraznému nárůstu obou viskoelastických modulů o několik řádů, což je

typické pro emulze typu O/V, kdy zamrzá vodní fáze. Tento experiment nám tedy také umožňuje analyzovat typ emulze a částečně také zastoupení jednotlivých fází v systému.



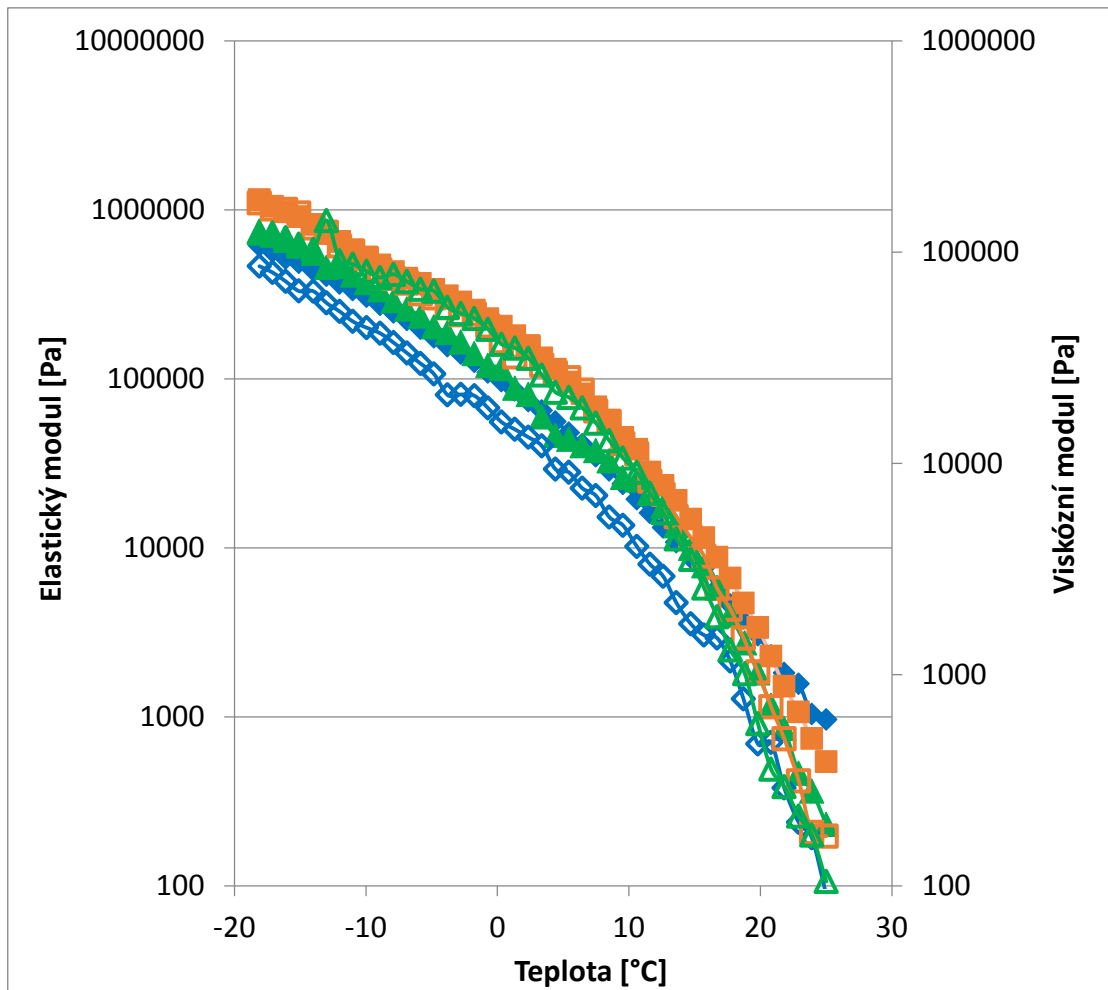
Obr. 30 Graf pro teplotní rampu od $+25^{\circ}\text{C}$ do minus -18°C pro komerční krémy. Symboly odpovídají následujícím vzorkům: \blacklozenge BT meruňka – Elastický modul, \blacktriangle Avon – Elastický modul, \bullet SHILLS – Elastický modul, \blacksquare Indulona – Elastický modul, \diamond BT meruňka – Viskózní modul, \square Indulona – Viskózní modul, \triangle Avon – Viskózní modul \circ SHILLS – Viskózní modul.

Na obr. 31 lze pozorovat, že při teplotách nižších než 10°C dochází u všech formulací krémů typu O/V k zamrznutí vodné fáze. V případě změny množství fáze B dochází ke zvýšení bodu, kdy zamrzá vodná fáze.



Obr. 31 Graf pro teplotní rampu od $+25^{\circ}\text{C}$ do -18°C pro vyrobené krémy typu O/V. Symboly odpovídají následujícím vzorkům: \blacklozenge Původní formulace – Elastický modul, \blacksquare původní formulace měřena po 35 dnech – Elastický modul, \blacktriangle formulace s nižším množstvím fáze B – Elastický modul, \bullet formulace s vyšším množstvím fáze B – Elastický modul, \blacklozenge Původní formulace – Viskózní modul, \square původní formulace měřena po 35 dnech – Viskózní modul, \triangle formulace s nižším množstvím fáze B – Viskózní modul, \circ formulace s vyšším množstvím fáze B – Viskózní modul.

Na Obr. 32 je zobrazeno chování krémů na ruce typu V/O při snižující se teplotě. Jako disperzní prostředí je použita olejová složka a je možné si všimnout, že ve všech případech dochází k velmi podobnému průběhu, který ovšem nevykazuje typický nárůst G' a G'' v rozsahu několika řádů, naopak nárůst je v rámci těchto řádů pozvolný.

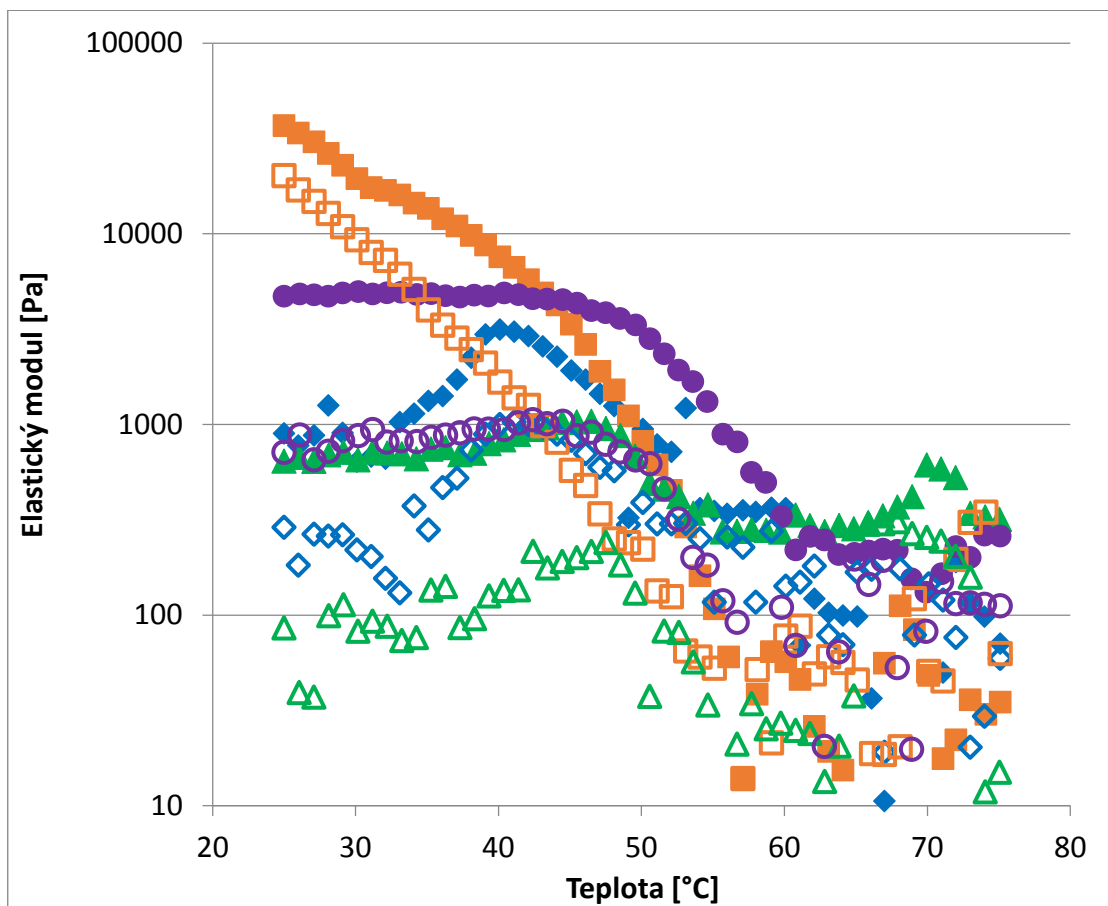


Obr. 32 Graf pro teplotní rampu od $+25^{\circ}\text{C}$ do -18°C pro vyrobené krémy typu V/O. Symboly odpovídají následujícím vzorkům: \blacklozenge Původní formulace – Elastický modul, \blacksquare formulace s nižším množstvím fáze B – Elastický modul, \blacktriangle formulace s vyšším množstvím fáze B – Elastický modul, \diamond Původní formulace – Viskózní modul, \square formulace s nižším množstvím fáze B – Viskózní modul, \triangle formulace s vyšším množstvím fáze B – Viskózní modul.

9.7 Teplotní rampa od $+25^{\circ}\text{C}$ do $+75^{\circ}\text{C}$

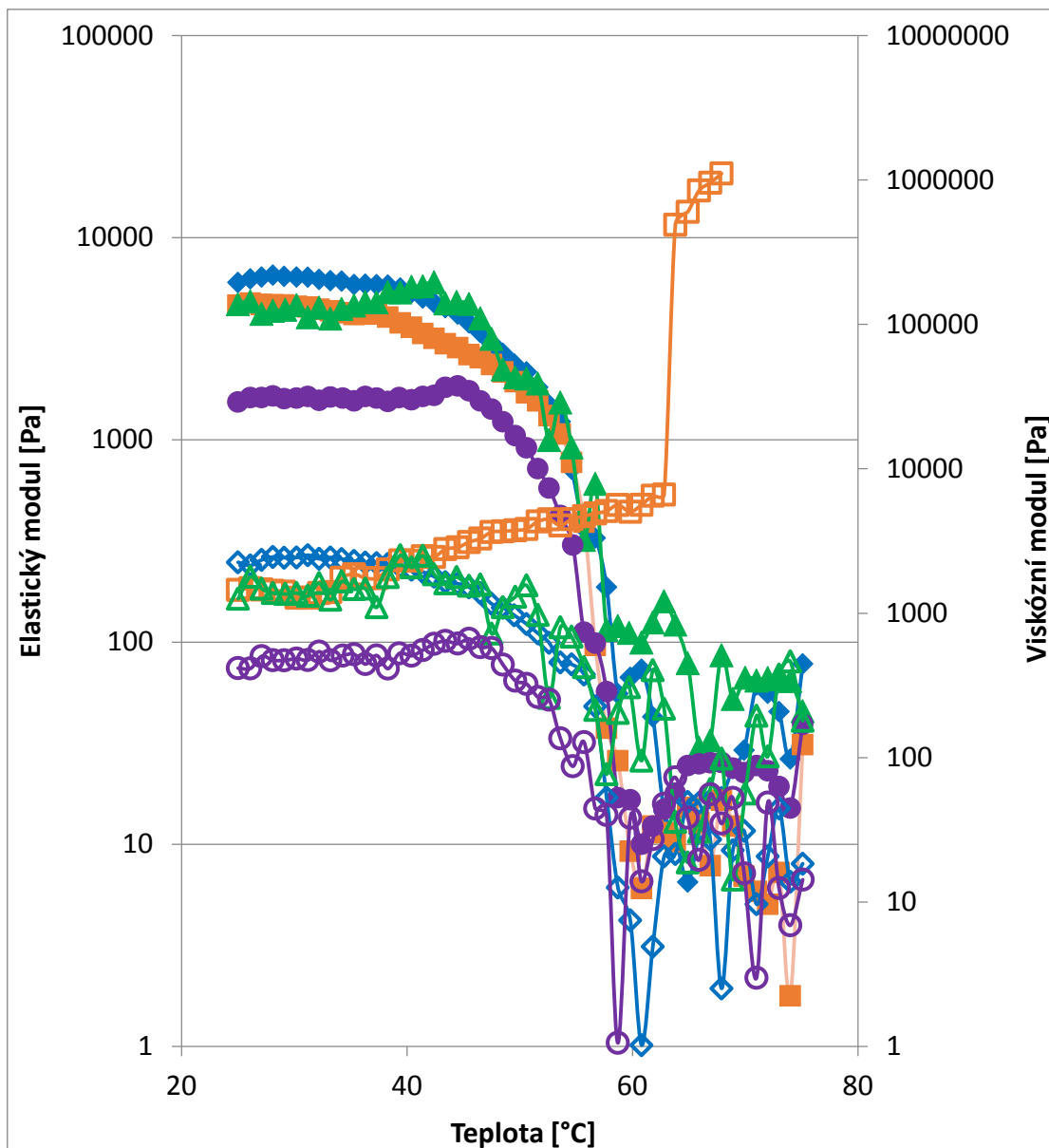
Dalším možným využitím reologické analýzy při stanovování aplikačních možností krémů na ruce je naopak stanovení chování krému při narůstající teplotě, které v praktických aplikacích můžeme charakterizovat pro letní období, kdy je navíc krém ponechán např. v automobilu, kde může teplota vystoupat až na 75°C , což reprezentuje pro komerční

krémy obr. 33, kdy byla rychlost ohřevu opět volena 1 °C/min. Pro všechny typy zahrnutých krémů při teplotě okolo 50 °C dochází k výraznějšímu poklesu obou viskoelastických modulů, což prakticky reprezentuje změknutí vnitřní struktury emulze, nicméně tato si vždy zachová více dominantní elastický charakter. Zde je naopak nejvýraznější pokles viskoelastických modulů pro krémy typu O/V. Opět i u ostatních krémů lze pozorovat různý obsah jednotlivých fází ve vzorcích, jelikož výrazný pokles je vždy při jiné teplotě a v jiném rozsahu.



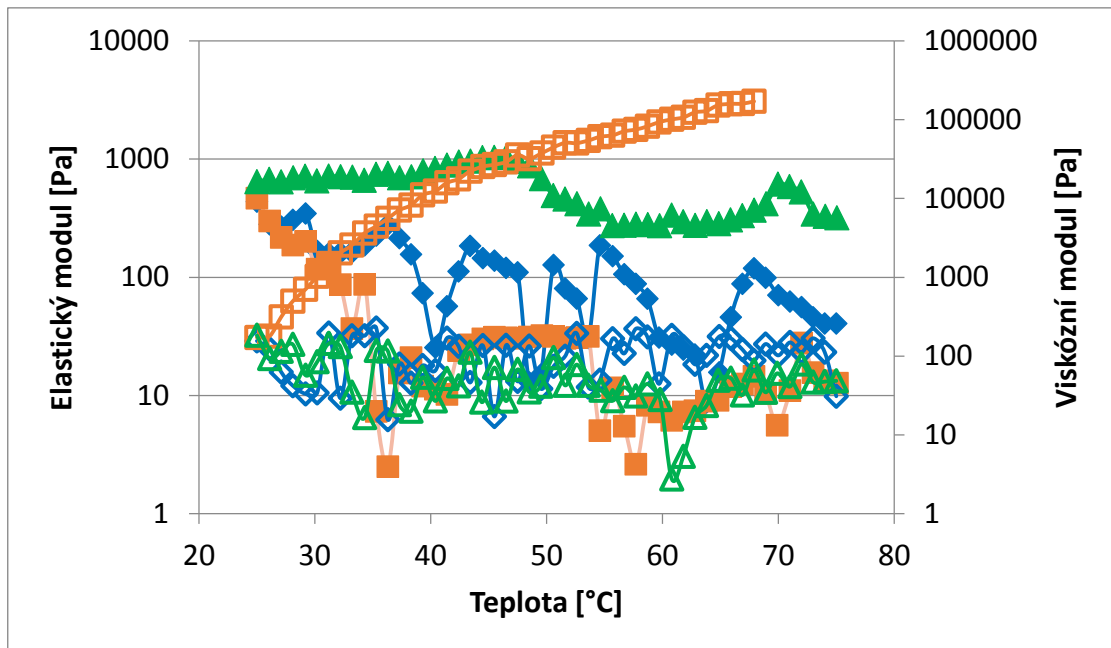
Obr. 33 Graf pro teplotní rampu od +25°C do +75°C pro komerční krémy. Symboly odpovídají následujícím vzorkům: ◆ BT meruňka – Elastický modul, ▲ Avon – Elastický modul, ● SHILLS – Elastický modul, ■ Indulona – Elastický modul, ◇ BT meruňka – Viskózní modul, □ Indulona – Viskózní modul, △ Avon – Viskózní modul ○ SHILLS – Viskózní modul.

Na obr. 34 je možné pozorovat pro vyrobený krém typu O/V s původní formulací, původní formulací po 35 dnech výraznější pokles kolem 50 °C, stejně jako u komerčních krémů. U krémů se změněným množstvím fáze B dochází k výraznějšímu poklesu pouze o něco méně, než u původní formulace.



Obr. 34 Graf pro teplotní rampu od $+25^{\circ}\text{C}$ do $+75^{\circ}\text{C}$ pro vyrobené krémy typu O/V. Symboly odpovídají následujícím vzorkům: \blacklozenge Původní formulace – Elastický modul, \blacksquare původní formulace měřena po 35 dnech – Elastický modul, \blacktriangle formulace s nižším množstvím fáze B – Elastický modul, \bullet formulace s vyšším množstvím fáze B – Elastický modul, \blacklozenge původní formulace – Viskózní modul, \square původní formulace měřena po 35 dnech – Viskózní modul, \blacktriangle formulace s nižším množstvím fáze B – Viskózní modul, \circ formulace s vyšším množstvím fáze B – Viskózní modul.

Na obr. 35 pro krémy typu V/O je jako nejstabilnější do teploty kolem 50°C , stejně jako komerční krémy, vyrobený krém, u kterého došlo ke zvýšení fáze B. Naopak u krému s původní formulací došlo k rozpadu systému už při nižších hodnotách.

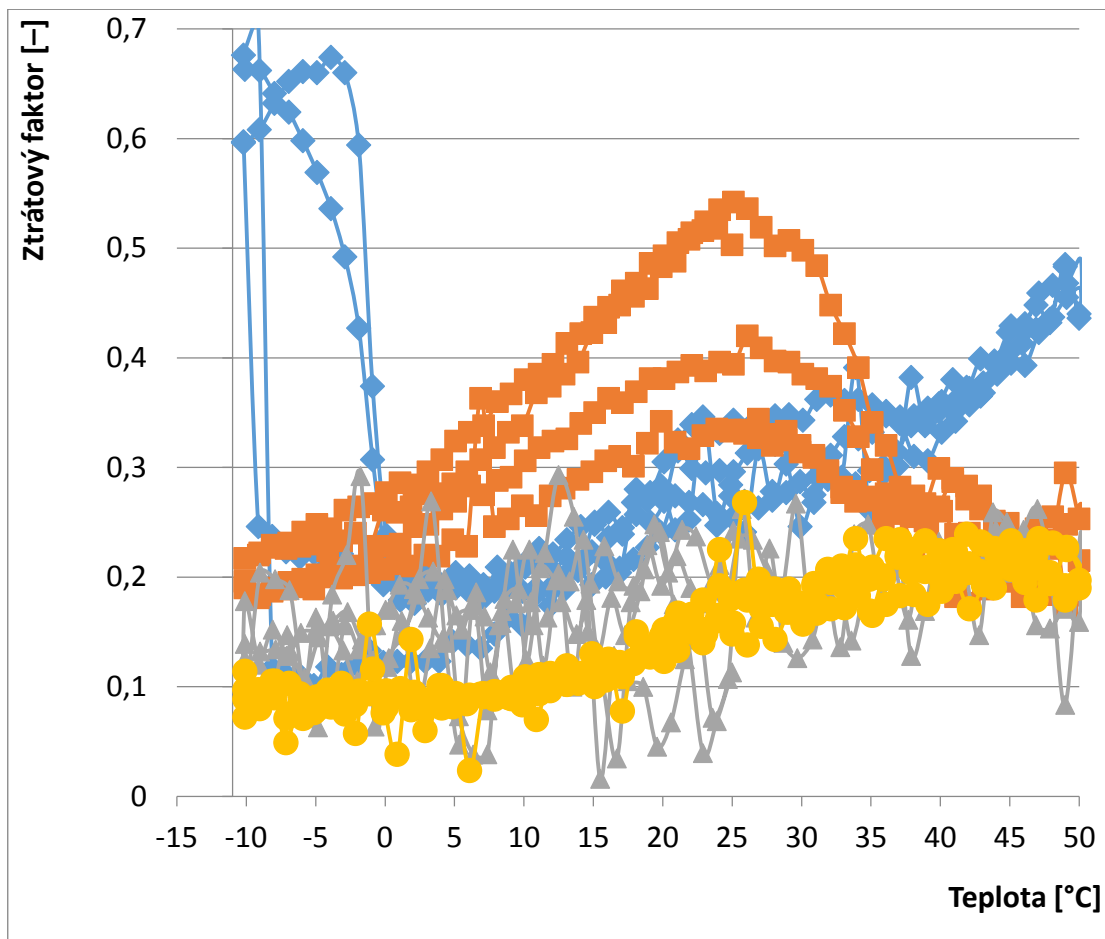


Obr. 35 Graf pro teplotní rampu od +25°C do +75°C pro vyrobené krémy typu V/O
 Symboly odpovídají následujícím vzorkům: ◆ Původní formulace – Elastický modul, ■ formulace s nižším množstvím fáze B – Elastický modul, ▲ formulace s vyšším množstvím fáze B – Elastický modul, ◇ původní formulace – Viskózní modul, □ formulace s nižším množstvím fáze B – Viskózní modul, △ formulace s vyšším množstvím fáze B – Viskózní modul.

9.8 Teplotní stabilita od -10°C do +50°C

Stabilita emulze může být kromě časového hlediska (obr. 21, obr. 22, obr. 23) vyhodnocována také na základě teplotní odolnosti emulzí neboli cyklickou teplotní stabilitou emulze, kdy je vzorek postupně definovaně ochlazován a poté ohříván v několika takových režimech a jsou zaznamenávány změny viskoelastických modulů, nebo jejich poměr reprezentovaný ztrátovým faktorem ($\tan \delta = G''/G'$), a dané hodnoty jsou srovnávány napříč jednotlivými cykly. obr. 36 reprezentuje cyklickou teplotní stabilitu pro komerční krémy na ruce. Nejvyšší odchýlené hodnoty jsou pro chlazení u krému BT meruňka a tento je velmi citlivý na teplotní změny, což je patrné i z předešlých prezentovaných výsledků. Dále se jako poměrně nestabilní jeví také Indulona. Naopak, jako velmi stabilní se jeví vzorky

SHILLS a Avon, kdy v průběhu jednotlivých cyklů chlazení/ohřevu nedochází k výrazným odchylkám v zaznamenávaném ztrátovém úhlu.



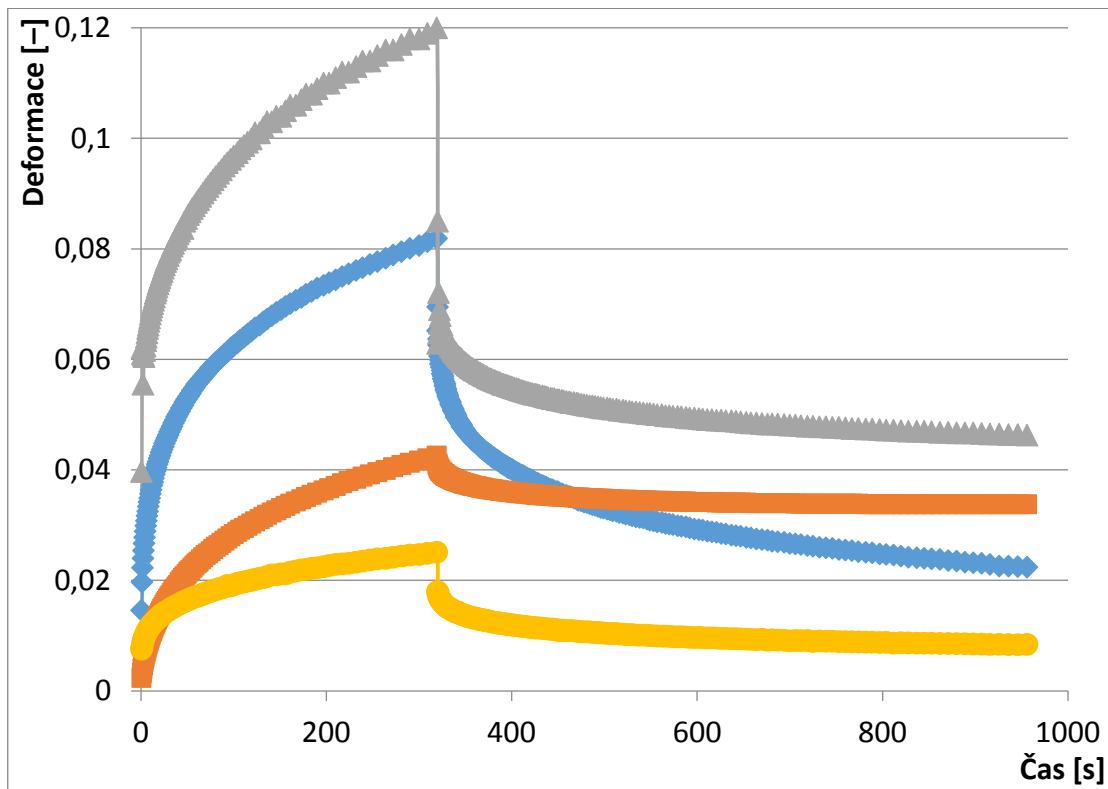
Obr. 36 Teplotní stabilita od -10°C do $+50^{\circ}\text{C}$ pro komerční krémy. Symboly odpovídají následujícím vzorkům: \blacklozenge BT meruňka, \blacktriangle Avon, \bullet SHILLS, \blacksquare Indulona.

9.9 Vyhodnocení Kríповého testu

Krípový test, který je popsán v teoretické části v kapitole 4.4, byl prováděn při konstantní teplotě $+25^{\circ}\text{C}$. V první části experimentu bylo využito konstantního napětí, jehož velikost byla taková, aby vnitřní struktura krému nebyla ještě nevratně narušena (voleno dle statického prahového napětí). Celková doba působení byla 319 sekund, poté bylo napětí 0 Pa. Pro komerční vzorky bylo voleno konstantní zatěžovací napětí 21 Pa. Obr. 37. Krípová zkouška, neboli tečení pod napětím, případně zpětná krepová zkouška (zotavení) hodnotí viskoelastické chování materiálů v čase. Všechny komerční vzorky krémů na ruce, které byly v této práci zkoumány, vykazují dle krípové zkoušky viskoelastický charakter, což je potvrzení výše uvedených výsledků (obr. 24, obr. 27, obr. 30, obr. 33, obr. 36). Nejvyšší

okamžitý nárůst deformace při účinkujícím napětí vykazuje vzorek Indulona, nejnižší naopak vzorek SHILLS, který spolu se vzorkem BT meruňka vykazuje nejvyšší zotavení, což je z praktických hledisek pozitivní výsledek.

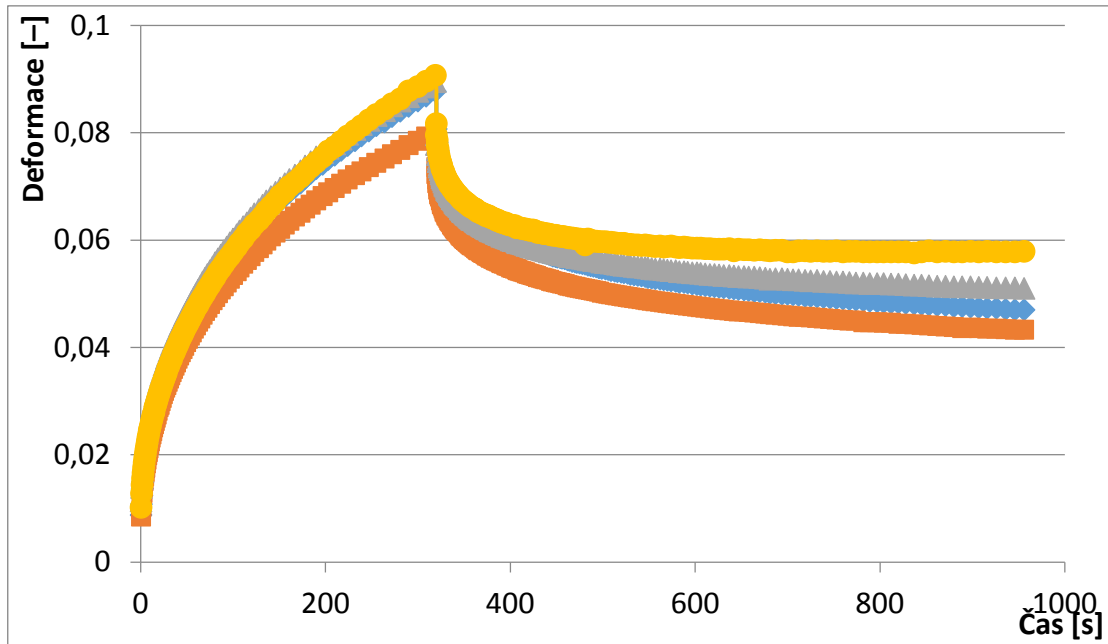
Napětí využitá pro první část kríповé zkoušky: BT meruňka 5 Pa, Indulona 21 Pa, Avon 21 Pa, SHILLS 21 Pa, O/V krém 21 Pa, O/V krém po 35 dnech 10 Pa, O/V nižší množství fáze B 21 Pa, O/V vyšší množství fáze B 10 Pa, V/O krém 2 Pa, V/O nižší množství fáze B 1 Pa, V/O vyšší množství fáze B 1 Pa.



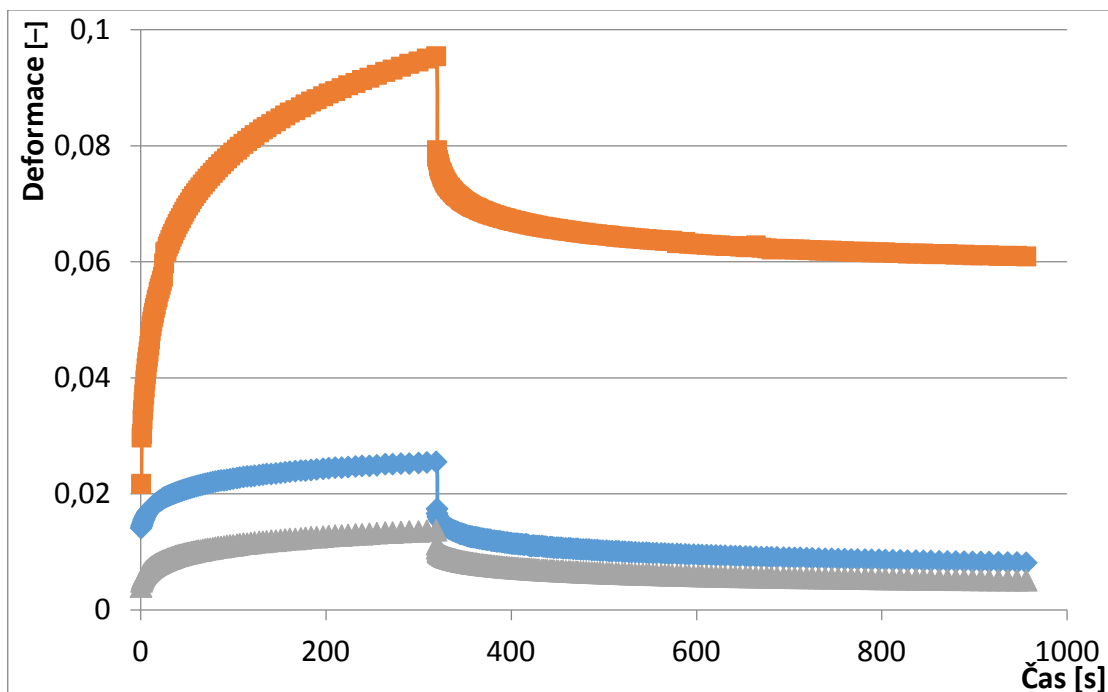
Obr. 37 Kríповý test pro komerční krémy. Symboly odpovídají následujícím vzorkům: ◆ BT meruňka (Napětí 5 Pa), ▲ Avon (Napětí 21 Pa), ● SHILLS (Napětí 21 Pa), ■ Indulona (Napětí 21 Pa).

Na Obr. 38 je možné pozorovat dle Kríповé zkoušky viskoelastický charakter. Vyrobené krémy typu O/V mají velmi podobný nárůst ve všech případech. Jen nepatrně vyšší výsledek je možné zaznamenat u krému, kde bylo zvýšeno množství fáze B, kde také bylo nejmenší zotavení.

Na Obr. 39 je možné pozorovat velký nárůst v případě krému, kde bylo nižší množství fáze B. Poté následovala původní formulace a nejmenší nárůst a zároveň nejvyšší zotavení vykazuje vyrobený krém na ruce typu V/O, kde byla fáze B zvýšena.



Obr. 38 Křipový test pro vyrobené krémy typu O/V. Symboly odpovídají následujícím vzorkům: ◆ Původní formulace (Napětí 21 Pa), ▲ formulace s nižším množstvím fáze B (Napětí 21 Pa), ● formulace s vyšším množstvím fáze B (Napětí 10 Pa), ■ původní formulace po 35 dnech (Napětí 10 Pa).



Obr. 39 Křipový test pro vyrobené krémy typu V/O. Symboly odpovídají následujícím vzorkům: ◆ Původní formulace (Napětí 2 Pa), ▲ formulace s vyšším množstvím fáze B (Napětí 1 Pa), ■ formulace s nižším množstvím fáze B (Napětí 1 Pa).

ZÁVĚR

Cílem této diplomové práce bylo vytvoření krémů na ruce typu O/V a V/O. Dále bylo vytvoření mírně odlišných formulací, kdy se měnil poměr olejové a vodné fáze. Všechny krémy bylo možné vytvořit (pokaždé se spojila vodná a olejová fáze). Tyto vyrobené krémy byly dále využity pro měření jejich reologických vlastností.

U připravených krémů byly zkoumány reologické vlastnosti, díky kterým se zjišťovalo, zda se při změně poměru jednotlivých fází jejich reologické vlastnosti výrazně nezmění a je tedy možné toto složení variovat.

Pomocí reologických zkoušek byla hypotéza, zda mírnou změnou poměru olejové a vodné fáze je pozorovatelný vliv na reologické krémy na ruce, potvrzena.

Pro lepší porozumění a srovnání byly proměřeny čtyři komerční krémy, mezi které patřily tři místní krémy a jeden zahraniční (Taiwan). Vzhledem k velmi rozdílnému složení jednotlivých komerčních a vyrobených krémů, byly v některých případech znatelné rozdíly.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] MOSKALYKOVÁ, M. *Péče o ruce a nehty*. Praha: Grada, 2006. ISBN 80-247-1175-3.
- [2] KREJČÍ, J. *Kosmetika a kosmetologie*. Skriptum. Zlín: UTB ve Zlíně, 2015.
- [3] CHALUPOVÁ, Z. a R. MASTEIKOVÁ. Hydratace kůže a kosmetické prostředky. *Praktické lékárenství* [online]. 2006, roč. 2, č. 4, s. 192-194 [cit 2019-03-09]. Dostupné z: <https://www.praktickelekarenstvi.cz/pdfs/lek/2006/04/09.pdf>.
- [4] SCHAPPELWEIN, E. *Přírodní kosmetika od hlavy k patě: průvodce po všech ročních obdobích*. Praha: I. Železný, 1995. ISBN 80-237-2210-7.
- [5] DRAELOS, Z. D. *Cosmetic Dermatology*. Durham: Blackwell Publishing Ltd, 2010. ISBN 9781405186353.
- [6] Meditorial. Anatomie lidské kůže. *Hojení-ran.cz* [online]. © 2019 [cit. 2019-03-09]. Dostupné z: <https://www.hojeni-ran.cz/anatomie-lidske-kuze>.
- [7] SCHWINDT, D. A., H. I. MAIBACH a T. L. DIEPGEN. *Cutaneous biometrics*. New York: Kluwer Academic/Plenum, 2000. ISBN 0306461595.
- [8] THARWAT, F. Tadros. *Emulsion Science and Technology*. Darmstadt: Wiley, 2009. ISBN 9783527626564.
- [9] EGNER, P. *Kosmetické technologie*. Skriptum. Zlín. UTB ve Zlíně, 2015.
- [10] SHAHIN, M., S. A., HADY, M., HAMMAD a N. MORTADA. Development of stable O/W emulsions of three different oils. *International Journal of Pharmaceutical Studies and Research* [online]. 2011, roč. 2, č. 2, s. 45-51 [cit 2019-05-09]. E-ISSN 2229-4619. Dostupné z: [https://www.technicaljournalonline.com/ijpsr/VOL II/IJPSR VOL II ISSUE II APRIL JUNE 2011/Article 7 IJPSR VOL II ISSUE II.pdf](https://www.technicaljournalonline.com/ijpsr/VOL%20II/IJPSR%20VOL%20II%20ISSUE%20II%20APRIL%20JUNE%202011/Article%207%20IJPSR%20VOL%20II%20ISSUE%20II.pdf)
- [11] KAMBA, E. A., A. U. ITODO a E. Ogah. Utilization of Different Emulsifying Agents in the Preparation and Stabilization of Emulsions. *International Journal of Materials and Chemistry* [online]. 2013, roč. 3, č. 4, s. 69-74 [cit 2019-05-09]. ISSN: 2166-5346. DOI: 10.5923/j.ijmc.20130304.01. Dostupné z: <http://article.sapub.org/10.5923.j.ijmc.20130304.01.html>
- [12] BAREL, A. O, M. PAYE a H. I. MAIBACH. *Handbook of cosmetic science and technology*. New York: Informa Healthcare, 2009. ISBN 1420069632.
- [13] BURCZYK, F. a A. GIANNI. *Lexikon kosmetiky*. Praha: Pragma, 1999. ISBN 80-7205-939-4.

- [14] KODÍČEK, M. *Biochemické pojmy* [online]. Praha: VŠCHT Praha, 2007 [cit. 2019-03-09]. Dostupné z: http://147.33.74.135/knihy/uid_es-002/index.html.
- [15] BARTOVSKÁ, L a M. ŠIŠKOVÁ. *Co je co v povrchové a koloidní chemii* [online]. Praha: VŠCHT Praha, 2005 [cit. 2019-03-09]. Dostupné z: http://147.33.74.135/knihy/uid_es-001/hesla/hydrofobni_interakce.html.
- [16] GRIFFIN, W.C. Classification of Surface-Active Agents by “HLB”. *Journal of Cosmetic Science* [online]. 1949, roč. 1, s. 311-326. [cit. 2018-10-26]. Dostupné z: <http://journal.sconline.org/contents/cc1949/cc001n05.html>.
- [17] IWATA, H. a K. SHIMADA. *Formulas, ingredients and production of cosmetics: technology of skin- and hair-care products in Japan*. New York: Springer, 2013. ISBN 4431540601.
- [18] MITSUI, T. *New cosmetic science*. New York: Elsevier Science, 1997. ISBN 0444826548.
- [19] Kirk-Othmer. *Chemical technology of cosmetics*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2013. ISBN 978-1-118-40692-2.
- [20] LABA, D. *Rheological properties of cosmetics and toiletries*. New York: M. Dekker, 1993. ISBN 0824790901.
- [21] Gräbner D. a H. Hoffmann. Rheology of Cosmetic Formulations. In: *Cosmetic Science and Technology: Theoretical Principles and Applications*. [online]. Elsevier Inc. 2017 [cit. 2019-02-10]. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128020050000276?via%3Dihub>
- [22] BRUMMER, R. *Rheology Essentials of Cosmetic and Food Emulsions*. Verlag Berlin Heidelberg: Springer, 2006. ISBN 978-3-540-25553-6.
- [23] PAVLÍNEK, V., M. STĚNIČKA a M. Mrlík, *Reologie potravin a kosmetických prostředků*. Skriptum. Zlín: UTB ve Zlíně, 2015.
- [24] HOLUBOVÁ, R. *Základy reologie a reometrie kapalin*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2014. ISBN 978-80-244-4178-8.
- [25] FLICK, E. W. *Cosmetic and Toiletry Formulations*, Vol. 3. William Andrew Publishing/Noyes, 1995. ISBN 978-0-8155-1367-4.
- [26] FLICK, E. W. *Cosmetic and Toiletry Formulations*, Vol. 2. William Andrew Publishing/Noyes. 1992. ISBN 978-0-8155-1669-9.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

m^2	Metr čtvereční.
kg	Kilogram.
tzv.	Takzvané.
obr.	Obrázek.
O/V	Emulze typu olej ve vodě.
V/O	Emulze typu voda v oleji.
O/O	Emulze typu olej v oleji.
V/O/V	Emulze typu voda v oleji ve vodě.
V/Si	Emulze typu voda v silikonu.
O/V/O	Emulze typu olej ve vodě v oleji.
HLB	Hydrofilně-lipofilní rovnováha (Hydrophilic–lipophilic balance).
tab.	Tabulka.
tj.	To je.
PIT	Teplotní fázová inverze (Phase inversion temperature).
cm^3	Centimetr čtvereční.
$^{\circ}C$	Stupeň Celsia.
např.	Například.
x	Tloušťka.
l_0	Délka.
w_0	Šířka
σ	Smykové napětí
F	Síla.
A	Plocha.
N	Newton.

Pa	Pascal.
γ	Smyková deformace.
v	Rychlost.
$\dot{\gamma}$	Rychlost smykové deformace.
s	Sekunda.
η	Viskozita.
t	Čas.
$\gamma(t)$	Časově proměnná deformace.
γ_0	Amplituda deformace.
ω	Úhlová frekvence.
rad	Radián.
$\sigma(t)$	Časově proměnné napětí.
δ	Zpoždění.
G'	Dynamický dvoufázový (elastický) modul.
G''	Dynamický ztrátový (viskózní) modul.
E_a	Aktivační energie.
R	Plynová konstanta.
T	Termodynamická teplota.
cca	Přibližně (latinsky Circa).

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1. Stavba kůže [6]</i>	13
<i>Obr. 2 Schéma stavby molekuly emulgátoru (zpracováno podle [13, s. 10])</i>	18
<i>Obr. 3 Vysokorychlostní homogenizér [9, s. 35].....</i>	23
<i>Obr. 4 Koloidní mlýn [9, s. 36].....</i>	23
<i>Obr. 5 Vysokotlaký homogenizér [9, s. 37].....</i>	24
<i>Obr. 6 Membránový homogenizér [9, s. 42].....</i>	25
<i>Obr. 7 Schéma výroby krému typu O/V</i>	28
<i>Obr. 8 Schéma výroby krému typu V/O</i>	28
<i>Obr. 9. Obecný materiál při namáhání ve smyku [20, s. 10].....</i>	31
<i>Obr. 10 Graf závislosti viskoelastických modulů G', G'' na deformaci γ nebo napětí σ [23, s. 62].....</i>	33
<i>Obr. 11 Geometrie typu (a) válec-válec, (b) kužel-deska, (c) deska-deska [23, s. 31].....</i>	34
<i>Obr. 12 Grafické znázornění kríповé zkoušky v čase pro různé typy materiálů [23, s. 67].....</i>	35
<i>Obr. 13 Rotační reometr Anton Paar MCR 502</i>	43
<i>Obr. 14 Komerční krémy využité k měření</i>	44
<i>Obr. 15 Graf tokové křivky pro komerční krémy. Symboly odpovídají následujícím vzorkům: \blacklozen BT meruňka, \blacktriangle Avon, \bullet SHILLS, \blacksquare Indulona.</i>	45
<i>Obr. 16 Graf tokové křivky pro vyrobené krémy typu O/V. Symboly odpovídají následujícím vzorkům: \blacklozen původní formulace, \blacksquare původní formulace měřena po 35 dnech, \blacktriangle formulace s nižším množstvím fáze B, \bullet formulace s vyšším množstvím fáze B.</i>	46
<i>Obr. 17 Graf tokové křivky pro krém typu V/O. Symboly odpovídají následujícím vzorkům: \blacklozen původní formulace, \blacksquare formulace s nižším množstvím fáze B, \blacktriangle formulace s vyšším množstvím fáze B.....</i>	47
<i>Obr. 18 Graf pro statické prahové napětí pro komerční krémy. Symboly odpovídají následujícím vzorkům: \blacklozen BT meruňka, \blacktriangle Avon, \bullet SHILLS, \blacksquare Indulona.....</i>	48
<i>Obr. 19 Graf pro statické prahové napětí pro vyrobené krémy typu O/V. Symboly odpovídají následujícím vzorkům: \blacklozen původní formulace, \blacksquare původní formulace měřena po 35 dnech, \blacktriangle formulace s nižším množstvím fáze B, \bullet formulace s vyšším množstvím fáze B.....</i>	48

- Obr. 20 Graf pro statické prahové napětí pro vyrobené krémy typu V/O. Symboly odpovídají následujícím vzorkům: ◆ původní formulace, ■ formulace s nižším množstvím fáze B, ▲ formulace s vyšším množstvím fáze B. 49
- Obr. 21 Graf pro stabilitu v čase pro komerční krémy. Symboly odpovídají následujícím vzorkům: ◆ BT meruňka, ▲ Avon, ● SHILLS, ■ Indulona. 50
- Obr. 22 Graf pro stabilitu v čase pro vyrobené krémy typu O/V. Symboly odpovídají následujícím vzorkům: ◆ původní formulace, ■ původní formulace měřena po 35 dnech, ▲ formulace s nižším množstvím fáze B, ● formulace s vyšším množstvím fáze B. 51
- Obr. 23 Graf pro stabilitu v čase pro vyrobené krémy typu V/O. Symboly odpovídají následujícím vzorkům: ◆ původní formulace, ■ formulace s nižším množstvím fáze B, ▲ formulace s vyšším množstvím fáze B. 51
- Obr. 24 Graf pro amplitude sweep pro komerční krémy. Symboly odpovídají následujícím vzorkům: ◆ BT meruňka – Elastický modul, ▲ Avon – Elastický modul, ● SHILLS – Elastický modul, ■ Indulona – Elastický modul, ◇ BT meruňka – Viskózní modul, □ Indulona – Viskózní modul, ○ SHILLS – Viskózní modul, △ Avon – Viskózní modul. 52
- Obr. 25 Graf pro amplitude sweep pro vyrobené krémy typu O/V. Symboly odpovídají následujícím vzorkům: ◆ Původní formulace – Elastický modul, ■ původní formulace měřena po 35 dnech – Elastický modul, ▲ formulace s nižším množstvím fáze B – Elastický modul, ● formulace s vyšším množstvím fáze B – Elastický modul, ◇ Původní formulace – Viskózní modul, □ původní formulace měřena po 35 dnech – Viskózní modul, ○ formulace s vyšším množstvím fáze B – Viskózní modul, △ formulace s nižším množstvím fáze B – Viskózní modul. 53
- Obr. 26 Graf pro amplitude sweep pro vyrobené krémy typu V/O. Symboly odpovídají následujícím vzorkům: ◆ Původní formulace – Elastický modul, ■ formulace s nižším množstvím fáze B – Elastický modul, ▲ formulace s vyšším množstvím fáze B – Elastický modul, ◇ Původní formulace – Viskózní modul, □ formulace s nižším množstvím fáze B – Viskózní modul, △ formulace s vyšším množstvím fáze B – Viskózní modul. 54
- Obr. 27 Graf pro Frequency sweep pro komerční krémy. Symboly odpovídají následujícím vzorkům: ◆ BT meruňka – Elastický modul, ■ Indulona –

- Elastický modul, ▲ Avon – Elastický modul, ● SHILLS – Elastický modul, ◇ BT meruňka – Viskózní modul, □ Indulona – Viskózní modul, ○ SHILLS – Viskózní modul, △ Avon – Viskózní modul.*..... 55
- Obr. 28 Graf pro Frequency sweep pro vyrobené krémy typu O/V. Symboly odpovídají následujícím vzorkům: ◆ Původní formulace – Elastický modul, ■ původní formulace měřena po 35 dnech – Elastický modul, ▲ formulace s nižším množstvím fáze B – Elastický modul, ● formulace s vyšším množstvím fáze B – Elastický modul, ◇ Původní formulace – Viskózní modul, □ původní formulace měřena po 35 dnech – Viskózní modul, △ formulace s nižším množstvím fáze B – Viskózní modul, ○ formulace s vyšším množstvím fáze B – Viskózní modul. 56
- Obr. 29s Graf pro Frequency sweep pro vyrobené krémy typu V/O. Symboly odpovídají následujícím vzorkům: ◆ Původní formulace – Elastický modul, ■ formulace s nižším množstvím fáze B – Elastický modul, ▲ formulace s vyšším množstvím fáze B – Elastický modul, ◇ Původní formulace – Viskózní modul, □ formulace s nižším množstvím fáze B – Viskózní modul, △ formulace s vyšším množstvím fáze B – Viskózní modul. 57
- Obr. 30 Graf pro teplotní rampu od +25°C do mínus -18°C pro komerční krémy. Symboly odpovídají následujícím vzorkům: ◆ BT meruňka – Elastický modul, ▲ Avon – Elastický modul, ● SHILLS – Elastický modul, ■ Indulona – Elastický modul, ◇ BT meruňka – Viskózní modul, □ Indulona – Viskózní modul, △ Avon – Viskózní modul ○ SHILLS – Viskózní modul. 58
- Obr. 31 Graf pro teplotní rampu od +25°C do -18°C pro vyrobené krémy typu O/V. Symboly odpovídají následujícím vzorkům: ◆ Původní formulace – Elastický modul, ■ původní formulace měřena po 35 dnech – Elastický modul, ▲ formulace s nižším množstvím fáze B – Elastický modul, ● formulace s vyšším množstvím fáze B – Elastický modul, ◇ Původní formulace – Viskózní modul, □ původní formulace měřena po 35 dnech – Viskózní modul, △ formulace s nižším množstvím fáze B – Viskózní modul, ○ formulace s vyšším množstvím fáze B – Viskózní modul..... 59
- Obr. 32 Graf pro teplotní rampu od +25°C do -18°C pro vyrobené krémy typu V/O. Symboly odpovídají následujícím vzorkům: ◆ Původní formulace – Elastický modul, ■ formulace s nižším množstvím fáze B – Elastický modul, ▲

- formulace s vyšším množstvím fáze B – Elastický modul, \diamond Původní formulace – Viskózní modul, \square formulace s nižším množstvím fáze B – Viskózní modul, \triangle formulace s vyšším množstvím fáze B – Viskózní modul. 60
- Obr. 33 Graf pro teplotní rampu od +25°C do +75°C pro komerční krémy. Symboly odpovídají následujícím vzorkům: \blacklozenge BT meruňka – Elastický modul, \blacktriangle Avon – Elastický modul, \bullet SHILLS – Elastický modul, \blacksquare Indulona – Elastický modul, \diamond BT meruňka – Viskózní modul, \square Indulona – Viskózní modul, \triangle Avon – Viskózní modul \circ SHILLS – Viskózní modul. 61
- Obr. 34 Graf pro teplotní rampu od +25°C do +75°C pro vyrobené krémy typu O/V. Symboly odpovídají následujícím vzorkům: \blacklozenge Původní formulace – Elastický modul, \blacksquare původní formulace měřena po 35 dnech – Elastický modul, \blacktriangle formulace s nižším množstvím fáze B – Elastický modul, \bullet formulace s vyšším množstvím fáze B – Elastický modul, \diamond původní formulace – Viskózní modul, \square původní formulace měřena po 35 dnech – Viskózní modul, \triangle formulace s nižším množstvím fáze B – Viskózní modul, \circ formulace s vyšším množstvím fáze B – Viskózní modul. 62
- Obr. 35 Graf pro teplotní rampu od +25°C do +75°C pro vyrobené krémy typu V/O. Symboly odpovídají následujícím vzorkům: \blacklozenge Původní formulace – Elastický modul, \blacksquare formulace s nižším množstvím fáze B – Elastický modul, \blacktriangle formulace s vyšším množstvím fáze B – Elastický modul, \diamond původní formulace – Viskózní modul, \square formulace s nižším množstvím fáze B – Viskózní modul, \triangle formulace s vyšším množstvím fáze B – Viskózní modul. 63
- Obr. 36 Teplotní stabilita od -10°C do +50°C pro komerční krémy. Symboly odpovídají následujícím vzorkům: \blacklozenge BT meruňka, \blacktriangle Avon \bullet SHILLS, \blacksquare Indulona. 64
- Obr. 37 Křípivový test pro komerční krémy. Symboly odpovídají následujícím vzorkům: \blacklozenge BT meruňka (Napětí 5 Pa), \blacktriangle Avon (Napětí 21 Pa), \bullet SHILLS (Napětí 21 Pa), \blacksquare Indulona (Napětí 21 Pa). 65
- Obr. 38 Křípivový test pro vyrobené krémy typu O/V. Symboly odpovídají následujícím vzorkům: \blacklozenge Původní formulace (Napětí 21 Pa), \blacktriangle formulace s nižším množstvím fáze B (Napětí 21 Pa), \bullet formulace s vyšším množstvím fáze B (Napětí 10 Pa), \blacksquare původní formulace po 35 dnech (Napětí 10 Pa). 66

Obr. 39 Křípův test pro vyrobené krémy typu V/O. Symboly odpovídají následujícím vzorkům: **◆** Původní formulace (Napětí 2 Pa), **▲** formulace s vyšším množstvím fáze B (Napětí 1 Pa), **■** formulace s nižším množstvím fáze B (Napětí 1 Pa). 66

SEZNAM TABULEK

<i>Tab. 1. Přehled HLB hodnot povrchově aktivních látek a jejich aplikací [8, s. 25].....</i>	<i>20</i>
<i>Tab. 2 Formulace různých krémů [18, s. 342].....</i>	<i>27</i>
<i>Tab. 3 Formulace pro výrobu krémů typu O/V.....</i>	<i>41</i>
<i>Tab. 4 Formulace pro výrobu krémů typu V/O.....</i>	<i>42</i>