



**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**FAKULTA CHEMICKÁ**

FACULTY OF CHEMISTRY

**ÚSTAV FYZIKÁLNÍ A SPOTŘEBNÍ CHEMIE**

INSTITUTE OF PHYSICAL AND APPLIED CHEMISTRY

**PŘÍPRAVA STABILNÍCH PŘÍRODNÍCH BB KRÉMŮ A  
ZKOUMÁNÍ JEJICH VLASTNOSTÍ**

THE PREPARATION OF STABLE NATURE BB CREAMS AND DETERMINATION OF ITS PROPERTIES

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

MASTER'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**

AUTHOR

**Bc. Milada Kolenová**

**VEDOUCÍ PRÁCE**

SUPERVISOR

**Ing. Andrea Hurčíková, Ph.D.**

**BRNO 2020**

## Zadání diplomové práce

Číslo práce: FCH-DIP1393/2019 Akademický rok: 2019/20  
Ústav: Ústav fyzikální a spotřební chemie  
Studentka: **Bc. Milada Kolenová**  
Studijní program: Chemie pro medicínské aplikace  
Studijní obor: Chemie pro medicínské aplikace  
Vedoucí práce: **Ing. Andrea Hurčíková, Ph.D.**

### Název diplomové práce:

Příprava stabilních přírodních BB krémů a zkoumání jejich vlastností

### Zadání diplomové práce:

1. Návrh receptury přírodního BB krému
2. Příprava přírodního BB krému
3. Stanovení stability BB krému pomocí odstředivky LUMiSizer a pomocí zátěžových testů v sušárně
4. Zkoumání tokových vlastností pomocí reometru
5. Stanovení barevného odstínu pomocí spektrofotometru SF 600 PLUS–CT (Datacolor)
6. Stanovení SPF faktoru

### Termín odevzdání diplomové práce: 29.5.2020:

Diplomová práce se odevzdává v děkanem stanoveném počtu exemplářů na sekretariát ústavu. Toto zadání je součástí diplomové práce.

-----  
Bc. Milada Kolenová  
student(ka)

-----  
Ing. Andrea Hurčíková, Ph.D.  
vedoucí práce

-----  
prof. Ing. Miloslav Pekař, CSc.  
vedoucí ústavu

V Brně dne 31.1.2020

-----  
prof. Ing. Martin Weiter, Ph.D.  
děkan

## **Abstrakt**

Cieľom tejto diplomovej práce bolo vytvoriť prírodný BB krém, ktorý by okrem dostatočnej hydratácie, chránil pokožku pred slnečným žiarením, zjednocoval jej farebný tón a zároveň dostatočne prekryval prípadné nedokonalosti. Po navrhnutí vhodnej receptúry bolo potrebné stanoviť stabilitu pripravených BB krémov. Stabilita bola vyhodnotená na základe porovnania výsledkov z analytickej odstredivky LUMiSizer pri rôznych teplotách a súčasných záťažových testov v sušiarňi. Charakterizáciou tokových vlastností pomocou reológie boli potvrdené pseudoplastické vlastnosti, vďaka ktorým vytvára BB krém po rozotrení na pokožke súvislú vrstvu. Za účelom ochrany pred slnečným žiarením bolo potrebné stanoviť SPF a zmerať farebné odtiene pripravených BB krémov pre zrovnanie s komerčne dostupnými prípravkami.

## **Abstract**

The aim of this diploma thesis was create a natural BB cream that, in addition to sufficient hydration, would protect the skin from sunlight, unify its colour tone and at the same time sufficiently cover any imperfections. After proposition a suitable recipe, it was necessary to determine the stability of the prepared BB creams. The stability was evaluated by comparing the results from the dispersion analyser LUMiSizer at various temperatures and current load tests in an oven. The pseudoplastic properties were confirmed by the rheology characterization of the flow properties, which makes the BB cream a continuous layer on the skin after it is spread. In order to protect against sunlight, it was necessary to determine the SPF and measure the colour shades of the prepared BB creams for comparison with commercially available preparations.

## **Kľúčové slová**

Disperzné systémy, emulzie, stabilita, kozmetický prípravok, BB krém, UV filtre, reológia, LUMiSizer

## **Keywords**

Dispersive systems, emulsion, stability, cosmetic preparation, BB cream, UV filters, rheology, LUMiSizer

## Citácie

KOLENOVÁ, Milada. *Příprava stabilních BB krémů a zkoumání jejich vlastností*. Brno, 2020. Diplomová práce. Dostupné také z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/123752>. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, Ústav fyzikální a spotřební chemie. Vedoucí diplomové práce Andrea Hurčíková.

## Prehlásenie

Prehlasujem, že som túto diplomovú prácu vypracovala samostatne a že všetky použité literárne zdroje som správne a úplne citovala. Diplomová práca je z hľadiska obsahu majetkom Fakulty chemickej VUT v Brne a môže byť použitá ku komerčným účelom len so súhlasom vedúceho diplomovej práce a dekana FCH VUT.

.....  
Milada Kolenová

## Pod'akovanie

*Najväčšia vďaka patrí vedúcej mojej diplomovej práce Ing. Andrei Hurčíkovej, Ph.D. za trpezlivosť, množstvo vynaloženého času a poskytnutie cenných rád, ktoré mi veľmi pomohli pri vypracovaní tejto diplomovej práce.*

# Obsah

|  |    |
|--|----|
| ÚVOD .....   | 7  |
| 1. TEORETICKÁ ČASŤ .....                                 | 8  |
| 1.1 Disperzné systémy .....                              | 8  |
| 1.1.1 Analytické disperzné sústavy .....                 | 8  |
| 1.1.2 Koloidné disperzné sústavy .....                   | 8  |
| 1.1.3 Hrubodisperzné sústavy .....                       | 9  |
| 1.2 Emulzie .....  | 9  |
| 1.2.1 Rozdelenie emulzií .....                           | 10 |
| 1.2.2 Príprava emulzií .....                             | 10 |
| 1.2.3 Stabilita emulzií .....                            | 11 |
| 1.2.4 Príčiny destabilizácie emulzií .....               | 11 |
| 1.3 Kozmetika .....                                      | 13 |
| 1.3.1 Prírodná kozmetika .....                           | 13 |
| 1.3.2 Dekoratívna kozmetika .....                        | 14 |
| 1.3.3 Metódy hodnotenia kozmetických prípravkov .....    | 14 |
| 1.3.4 Fyzikálne a chemické testy stability .....         | 15 |
| 1.3.5 Mikrobionálne testy stability .....                | 15 |
| 1.3.6 Hodnotenie balenia .....                           | 16 |
| 1.4 Ultrafialové žiarenie .....                          | 16 |
| 1.4.1 UV filtre .....                                    | 17 |
| 1.4.2 SPF .....  | 18 |
| 1.5 Spektrofotometer SF 600 Plus CT .....                | 18 |
| 1.6 Reológia .....                                       | 19 |
| 1.6.1 Viskozita .....                                    | 19 |
| 1.6.2 Reologické delenie látok .....                     | 20 |
| 1.6.3 Princíp merania .....                              | 21 |
| 1.7 LUMiSizer .....                                      | 22 |
| 2. SÚČASNÝ STAV RIEŠENEJ PROBLEMATIKY .....              | 24 |
| 3. EXPERIMENTÁLNA ČASŤ .....                             | 26 |
| 3.1 Použité chemikálie .....                             | 26 |
| 3.2 Použité pomôcky a prístroje .....                    | 26 |
| 3.3 Charakteristika použitých kozmetických surovín ..... | 27 |
| 3.3.1 Aloe vera gél .....                                | 27 |
| 3.3.2 Arganový olej .....                                | 27 |
| 3.3.3 Bentonit .....                                     | 27 |
| 3.3.4 Deionizovaná voda .....                            | 27 |
| 3.3.5 Dermofeel SL .....                                 | 27 |
| 3.3.6 Dermosoft 1388 .....                               | 27 |
| 3.3.7 Ercarel TCC .....                                  | 28 |
| 3.3.8 Glycerin .....                                     | 28 |
| 3.3.9 Jojobový olej .....                                | 28 |
| 3.3.10 Keltrol .....                                     | 28 |
| 3.3.11 Magnézium stearát .....                           | 28 |
| 3.3.12 Mokřadkový olej .....                             | 28 |
| 3.3.13 Natpure Film AP .....                             | 28 |

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 3.3.14 | Oxid titaničitý.....  | 29 |
| 3.3.15 | Ricinový olej.....  | 29 |
| 3.3.16 | Ružová voda.....  | 29 |
| 3.3.17 | Squalan.....  | 29 |
| 3.3.18 | TEGO CARE 450.....  | 29 |
| 3.3.19 | Včelí vosk.....   | 29 |
| 3.3.20 | Unipure Red LC381, Yellow LC182, Black LC989.....                   | 29 |
| 3.4    | Príprava vzorkov.....   | 30 |
| 3.5    | Postup prípravy.....  | 34 |
| 3.6    | Stanovenie farebného odtieňu.....                                   | 35 |
| 3.7    | Stanovenie SPF faktoru.....   | 35 |
| 3.8    | Stanovenie reologických vlastností pomocou reometru AR-G2.....      | 35 |
| 3.9    | Stanovenie stability pomocou analytickej odstredivky LUMiSizer..... | 36 |
| 3.10   | Teplotné testy stability.....                                       | 36 |
| 4.     | VÝSLEDKY A DISKUSIE.....  | 37 |
| 4.1    | Meranie farebného odtieňu.....                                      | 37 |
| 4.2    | Stanovenie SPF faktoru.....   | 40 |
| 4.3    | Meranie reologických vlastností.....                                | 42 |
| 4.4    | Stanovenie stability pomocou analytickej odstredivky.....           | 45 |
| 4.5    | Teplotné testy stability.....                                       | 55 |
| 5.     | ZÁVER.....  | 57 |
| 6.     | CITÁCIE.....  | 59 |
| 7.     | ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK.....                           | 62 |
| 8.     | PRÍLOHY.....  | 63 |

## ÚVOD

Prírodná kozmetika predstavuje v posledných rokoch veľký trend. Keďže ide o kozmetiku vyrobenú z prírodných látok, obsahuje veľké množstvo vitamínov a antioxidantov, ktoré pomáhajú stimulovať prirodzené funkcie pokožky. Napriek vyššej cene a nižšej dobe trvanlivosti, sa stáva oveľa viac preferovaná práve kvôli menšiemu množstvu alergických reakcií a šetrnosti k životnému prostrediu.

Spojením účinkov hydratačného krému a make-upu sa podarilo vytvoriť viacúčelový produkt, označovaný ako BB krém. Svoju popularitu si vyslúžil práve vďaka tomu, že okrem hydratačných účinkov, chráni pleť pred slnečným žiarením a zároveň kryje možné nedokonalosti bez toho aby pleť zaťažoval.

Kozmetický prípravok musí pred uvedením na trh spĺňať určité nariadenia, kvôli bezpečnosti pre zdravie verejnosti. Okrem výberu vhodných surovín a sledovaniu procesu výroby je nevyhnutným krokom hodnotenie kvality. Preto jednou z veľmi dôležitých podmienok je práve stabilita kozmetických prípravkov. Počas výroby kozmetických prípravkov je potrebný prídavok emulgátorov, ktorý znížením medzipovrchového napätia stabilizuje pripravovanú emulziu. Jednou z najčastejších príčin nestability u emulzií je separácia fáz podľa merných hmotností, známa tiež pod názvom sedimentácia.

Medzi vhodné fyzikálno-chemické metódy ako urýchlene stanoviť stabilitu pripravených BB krémov patria záťažové testy pri zvýšenej teplote, analytická odstredivka LUMiSizer, ale i meranie reologických vlastností. Reologické štúdie poskytujú tiež informácie o optimálnej konzistencii a roztierateľnosti, vďaka charakterizácii ich tokových vlastností. Použitie analytických metód slúži k sledovaniu zmien koncentrácie dispergovaných látok vo vzorku vyvolaných vplyvom odstredivej sily. Proces separácie jednotlivých fáz je tak možné sledovať u transmitančných kriviek, kde vyčerenie časti vzorku spôsobí zvýšenie transmitancie a tiež tvorbu sedimentu.

Ďalším nevyhnutným faktorom, ktorý je potrebné sledovať počas výroby kozmetických prípravkov na tvár je ochrana pred slnečným žiarením SPF. Stanovenie SPF môže prebiehať dvoma spôsobmi in vivo a in vitro. In vivo testovanie spočíva v ožarovaní dobrovoľníkov s rôznymi fototypmi kože. Kvôli časovej náročnosti, vysokej cene a tiež etickým dôvodom sa uplatňuje čoraz viac testovanie in vitro. Tento spôsob stanovenia SPF prebieha na základe hodnotenia priepustnosti UV žiarenia tenkou vrstvou prípravku proti slnečnému žiareniu alebo zriedením kozmetického prípravku etanolom a následnom zmeraní absorpčného spektra.

# 1. TEORETICKÁ ČASŤ

## 1.1 Disperzné systémy

Disperzná sústava je charakterizovaná ako systém tvorený minimálne dvoma fázami, v ktorom jedna fáza predstavuje disperzný podiel rozptýlený vo forme častíc v druhej fáze – disperznom prostredí. Vo väčšine prípadov sa jedná o heterogénny systém pozostávajúci z viacerých zložiek, v ktorom sa disperzný podiel líši od disperzného prostredia [1].

Vlastnosti disperzného systému sú ovplyvnené viacerými faktormi. Na základe tvaru je možné rozdeliť disperzné častice na izometrické, kedy sú disperzné častice vo všetkých smeroch tvarovo rovnaké. Ak táto podmienka nie je splnená, jedná sa o anizometrické disperzné častice. Disperzné sústavy sa ďalej delia na monodisperzné, ak veľkosť disperznej fázy je vo všetkých prípadoch rovnaká. V opačnom prípade, ak sa v sústave nachádzajú i častice s rôznou veľkosťou, jedná sa o polydisperznú sústavu. Podľa veľkosti dispergovaných častíc rozlišujeme tri základné skupiny disperzných sústav: analytické disperzné sústavy, koloidné disperzné sústavy a hrubodisperzné sústavy [2, 3].

### 1.1.1 Analytické disperzné sústavy

Analytické disperzné systémy patria medzi homogénne sústavy, ktorých veľkosť častíc je do 1 nm. Jedná sa o roztoky nízkomolekulárnych látok, ktoré sú tiež známe pod názvom pravé roztoky. Kvôli ich malej veľkosti nesedimentujú ani v ultracentrifuge a nie sú pozorovateľné ani pomocou elektrónového mikroskopu. Avšak z termodynamického hľadiska sa jedná o vysoko stále systémy [2, 4].

### 1.1.2 Koloidné disperzné sústavy

Koloidné disperzné systémy svojimi vlastnosťami a charakteristickou veľkosťou v rozmedzí 1–1000 nm predstavujú stred medzi analytickými a hrubodisperznými systémami. Na základe ich rôznych vlastností je možné koloidné disperzné systémy rozdeliť na lyofóbne, lyofilné a asociatívne disperzie [2].

#### *Lyofóbne koloidné disperzie*

Lyofóbne disperzie patria medzi heterogénne systémy, pretože ich disperzný podiel a disperzné prostredie predstavujú dve odlišné fázy. Disperzný podiel a disperzné prostredie sú oddelené s ostro vymedzeným fázovým rozhraním. Vo väčšine prípadov sa jedná o anorganické látky, ktoré sú pripravované dispergáciou z makrofáz alebo kondenzáciou z pravých roztokov. Potrebná je tiež dodatočná stabilizácia, bez ktorej sa nejedná o termodynamicky stále systémy [2, 4].

#### *Lyofilné koloidné roztoky*

Lyofilné koloidy patria medzi homogénne systémy, ktoré na rozdiel od lyofóbnych disperzií nemajú fázové rozhranie ostro vymedzené, ale skôr rozložené do väčšieho priestoru. Väčšinou sa jedná o vysokomolekulárne látky, vznikajúce samovoľným rozpustením, čo je podmienené afinitou makromolekúl k disperznému prostrediu [2, 4].

### Asociatívne micelárne koloidy

Asociatívne koloidy nemajú pevne definované fázové rozhranie, keďže dochádza k neustálej výmene molekúl povrchovo aktívnej látky medzi koloidnou časticou a disperzným prostredím. Vznikajú samovoľnou reverzibilnou asociáciou nízkomolekulárnych látok s amfifílnou štruktúrou v pravom roztoku, kde medzi molekulami roztoku a vzniknutými asociátmi je potrebné ustanoviť určitú rovnováhu [2, 4].

#### 1.1.3 Hrubodisperzné sústavy

Medzi hrubodisperzné sústavy patria systémy s veľkosťou častíc väčšou ako 1000 nm. Kvôli väčšej veľkosti častíc je možné hrubé disperzie rozdeliť na makrodisperzné, ktoré sú viditeľné i voľným okom a mikrodisperzné, ktoré sú vidieť len pomocou mikroskopu. Na rozdiel od analytických disperzných sústav sedimentujú veľmi rýchlo, ale z termodynamického hľadiska sa jedná o nestabilné systémy [2, 4].

Tabuľka 1: Rozdelenie disperzných sústav na základe veľkosti [2].

| Disperzné prostredie | Disperzný podiel | Disperzie                       |                |  |
|----------------------|------------------|---------------------------------|----------------|--|
|                      |                  | analytické                      | koloidné       | hrubé  |
| plynné               | plynný           | Zmes plynov                     | –              | –  |
|                      | kvapalný         | Pary kvapaliny vo vzduchu       | Aerosol (hmla) | Dážď, hmla                                   |
|                      | tuhý             | Pary tuhej kvapaliny vo vzduchu | Aerosol (dym)  | Prach, dym                                   |
| kvapalné             | plynný           | Roztoky plynov v kvapalinách    | Peny           | Bublíny, pena                                |
|                      | kvapalný         | Roztoky, zmes kvapalín          | Emulzie        | Emulzie                                      |
|                      | tuhý             | Roztoky tuhých látok            | Lyosoly        | Suspenzie                                    |
| tuhé                 | plynný           | Pohltené plyny                  | Tuhé peny      | Tuhé peny, minerály s uzavretými plynmi      |
|                      | kvapalný         | Kryštalizačná voda              | Tuhé emulzie   | Tuhé emulzie, minerály s uzavretými kvapkami |
|                      | tuhý             | Tuhé roztoky (zmesné kryštály)  | Tuhé soly      | Tuhé zmesi                                   |

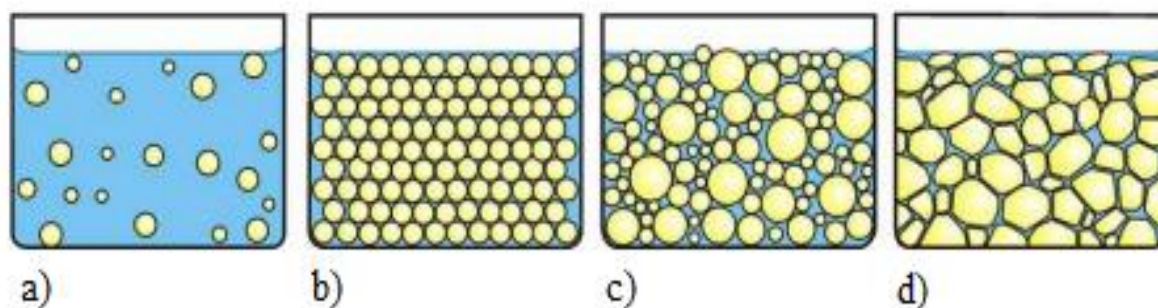
#### 1.2 Emulzie

Emulzie patria medzi koloidné disperzie, pozostávajúce z dvoch navzájom nemiesiteľných alebo obmedzene miesiteľných systémov, v ktorých je jedna kvapalina kontinuálne rozptýlená v inom kvapalnom disperznom prostredí [5].

### 1.2.1 Rozdelenie emulzií

Na základe polaritý disperzného podielu a prostredia je možné rozdeliť emulzie na priame, v ktorých je disperzným prostredím polárnejšia kvapalina. Tieto emulzie sú označované ako O/V (olej vo vode). Naopak emulzie, ktorých disperzné prostredie tvorí nepolárna kvapalina sa nazývajú obrátené emulzie a sú označované ako V/O (voda v oleji) [3].

Ďalej podľa koncentrácie disperzného podielu sa emulzie delia na zriedené, kde dispergovaná fáza tvorí maximálne 2 % celkového objemu. Ako koncentrované sú označované emulzie s nedeformovanými sférickými kvapkami, ktoré v monodisperzných systémoch môžu dosiahnuť koncentráciu disperzného podielu až 74 obj. %. Emulzie s kvapkami disperzného podielu uloženými tak tesne, že dochádza až k vzájomnej deformácii a nadobúdajú tak tvar mnohostenu, oddelených od seba len tenkými filmami koloidných rozmerov sa nazývajú koncentrované emulzie [2].



Obrázok 1: Rozdelenie emulzií podľa koncentrácie disperzného podielu: a) zriedené, b) koncentrované monodisperzné, c) koncentrované polydisperzné a d) vysoko koncentrované [2].

### 1.2.2 Príprava emulzií

Proces pri ktorom dochádza k vzniku emulzií sa nazýva emulzifikácia. Stabilné emulzie vznikajú buď samovoľnou emulzifikáciou, a to jednoduchým zmiešaním dvoch kvapalín, za podmienky, že medzipovrchové napätie medzi oboma fázami je dostatočne malé. Častejším prípadom je však príprava emulzií za mechanického dispergovania disperzného podielu v disperznom prostredí pridaním látky nazývanej emulgátor [4].

Prídavok emulgátoru umožňuje tvoriť kvapôčky disperznej fázy a naopak zabraňuje spájaniu kvapôčok disperznej fázy, aby nedošlo k vzniku väčších kvapiek, čo by mohlo viesť k oddeleniu kvapalných fáz – koalescencii. Stabilné emulzie tak vznikajú intenzívnym pretrepávaním, premiešavaním pomocou miešadiel alebo ultrazvuku na základe zníženia medzifázovej energie, premenenej z mechanickej práce. Ako emulgátory sú najčastejšie používané povrchovo aktívne látky, vysokomolekulárne lyofilné koloidy, či nerozpustné práškové materiály [2].

### 1.2.3 Stabilita emulzií

Stabilita emulzií závisí na rozdielu hustoty oboch kvapalín. Čím je tento rozdiel väčší, tým sú emulzie menej stabilné. Aby bola zaistená dostatočná životnosť emulzie, je preto dôležitý systém vhodným spôsobom stabilizovať. U zriedených emulzií je možná stabilizácia elektrickou dvojvrstvou, ktorá vzniká v dôsledku rôznej rozpustnosti kationov a aniónov vo vodnej a olejovej fáze. Pokiaľ nie sú v systéme prítomné elektrolyty môže elektrická dvojvrstva vzniknúť i na základe adsorpcie hydroxoniových alebo hydroxidových iónov z vody na fázovom rozhraní [2].

Oveľa častejšie sa však používa prídavok stabilizátoru – emulgátoru, ktorý znižuje medzipovrchové napätie medzi oboma kvapalinami a emulzie tak stabilizuje. Na povrchu kvapôčok je schopný vytvoriť adsorpčný film o takých mechanických vlastnostiach, že i pri tepelnej či sedimentačnej zrážke zabráni ich koalescencii. Preto je dôležité aby sa emulgátor hromadil na rozhraní oboch fáz, aby tak vytvorený súdržný, elastický film na povrchu nejavil adhéziu k filmom vytvorených okolo iných kvapôčok. Povaha emulgátora určuje nielen stabilitu, ale i typ emulzie. V stabilizovanej emulzii je disperzné prostredie tvorené tou fázou, ku ktorej má za daných podmienok väčšiu afinitu. Toto pravidlo je vysvetlené Bancroftovou teóriou medzifázového rozhrania napätia. Podľa ktorého sa vrstva emulgátora nachádza medzi rozhraním disperzného podielu a prostredia, predstavujúcich dve sústredné rozhrania [2].

Ako emulgátory sú označované látky o určitej hodnote HLB (hydrofilno–lipofilná rovnováha), ktorá charakterizuje vzájomný vzťah hydrofilnej a lipofilnej časti molekuly. Je úmerná pomeru rozpustnosti surfaktantu vo vodnej a olejovej fáze. Vysoké hodnoty HLB (HLB = 8–18) nadobúdajú hydrofilné surfaktanty, ktoré dobre stabilizujú emulzie typu O/V. Zatiaľ čo nízka hodnota HLB (HLB = 4–6) je charakteristická skôr pre lipofilné surfaktanty, stabilizujúce emulzie V/O [2].

### 1.2.4 Príčiny destabilizácie emulzií

Jednou z najdôležitejších vlastností pripravených emulzií je ich stabilita. Jedná sa o schopnosť brániť sa procesom, ktoré vyvolávajú zmeny štruktúry, stupňa disperzity alebo vedú k zmene rozdelenia častíc podľa rozmerov. Na rozdiel od vysoko stabilných systémov, ktoré týmto procesom odolávajú desiatky až stovky rokov, u nestabilných systémov sa môže ich narušenie stability prejaviť už po niekoľkých sekundách. Avšak aj u stabilných systémov sa môže prejaviť proces starnutia, ktorý v systéme prebieha i napriek tomu, že nie je viditeľne pozorovaný [6].

Pri sledovaní stability u pripravených emulzií je potrebné sa zamerať jednak na kinetickú stabilitu, ktorá predstavuje stálosť, s ktorou si systém zachováva rozdelenie koncentrácie častíc v gravitačnom poli a tiež agregátnu stabilitu, ktorá spočíva v zachovaní si svojho stupňa disperzity. Homogénne systémy známe tiež pod názvom pravé roztoky sa vyznačujú jak kinetickou tak i agregátnou stabilitou. Naopak je tomu však u heterogénnych systémov, kde je možné pozorovať jak kinetickú tak i agregátnu nestabilitu, ktorá závisí od veľkosti a koncentrácie. Na rozdiel od menších dispergovaných častíc s vyššou koncentráciou u ktorých sa prejavuje agregátna nestabilita, väčšie dispergované častice majú skôr tendenciu rýchlejšie sedimentovať, čo je známe ako prejav kinetickej nestability [6].

#### **1.2.4.1 Sedimentácia a krémovanie**

Sedimentácia i krémovanie sú založené na rovnakom princípe, kedy pôsobenie vonkajších síl (gravitačnej alebo odstredivej sily) na disperzné systémy sa prejaví pohybom častíc, čo následne vedie k úplnému usadzovaniu častíc alebo ich rovnovážnemu rozdeleniu podľa veľkosti. Rýchlosť usadzovania v gravitačnom poli rastie s veľkosťou častíc a rozdielom v hustotách. Z toho vyplýva, že veľké častice majú tendenciu usadzovať sa rýchlejšie ako malé. Avšak v prípade odstredivého poľa, závisí rýchlosť sedimentácie na vzdialenosti od osy otáčania. Odstredivé pole je tiež podstatne silnejšie ako zemské gravitačné pole, preto sa dá sedimentácia urýchliť odstred'ovaním. [2].

Rozdiel spočíva v tom, že na rozdiel od sedimentácie pri ktorej pohyb častíc smeruje nadol v dôsledku vyššej hustoty, pri krémovaní majú častice s nižšou hustotou tendenciu stúpať v disperznom prostredí smerom hore. V oboch prípadoch sa však jedná o postupné oddeľovanie jednotlivých fáz, ktoré je nežiaduce [6].

#### **1.2.4.2 Agregácia**

V dôsledku tepelného pohybu sa častice môžu priblížiť na tak malú vzdialenosť, že vplyvom príťažlivých síl dôjde v mieste dotyku k ich vzájomnému spájaniu. Agregácia je teda proces, ktorý vedie k zhukovaniu dispergovaných častíc vo väčšie agregáty [2].

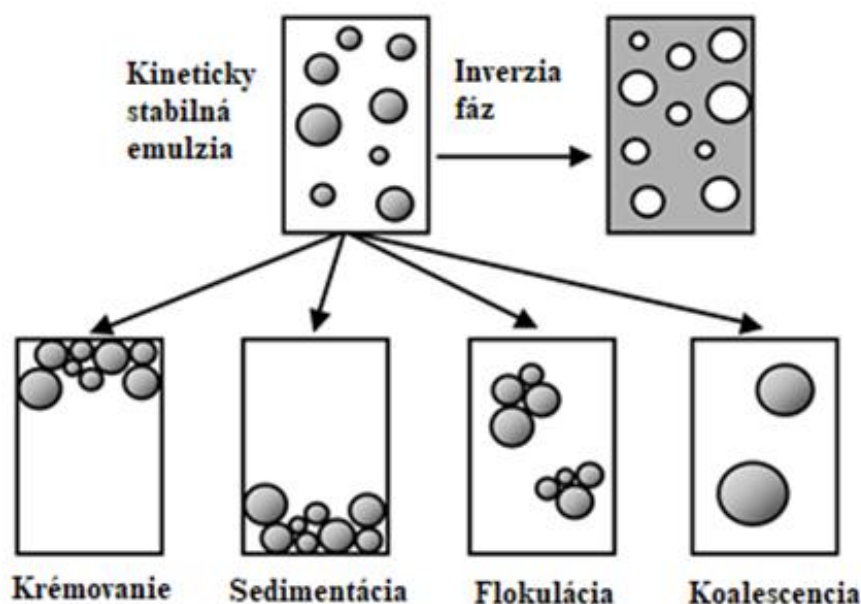
V prípade ak dve alebo viac dispergovaných častíc agreguje, bez toho aby došlo k likvidácii ich individuálnej integrity, sa jedná o flokuláciu. V opačnom prípade ak pri agregácii dochádza k zániku jednotlivých častíc zo súčasnej tvorby menšieho počtu väčších častíc sa jedná o proces koalescencie. V emulziách typu O/V vedie k vytvoreniu vrstvy oleja na ich povrchu, čo sa označuje pojmom olejovanie [7].

#### **1.2.4.3 Oswaldovo zrenie**

Princíp Oswaldovho starnutia spočíva v tom, že vyššia rozpustnosť u malých častíc oproti veľkým spôsobí, že energetická stabilita molekúl je väčšia vo vnútri ako na ich povrchu. Z toho vyplýva, že menej stabilné molekuly prechádzajú do roztoku ľahšie, čím dochádza k znižovaniu samotných častíc a zvyšovaniu počtu voľných molekúl v roztoku. Tým pádom ak sa stane roztok nasýteným týmito voľnými molekulami, dôjde k ich opätovnému usporiadaniu do väčších častíc, čo má za následok postupný nárast strednej veľkosti častíc [6].

#### **1.2.4.4 Inverzia fáz**

Inverzia fáz je proces spojený s výmenou dispergovanej fáze a disperzného prostredia, kedy emulzia typu O/V (olej vo vode) je prevedená na opačnú typu V/O (voda v oleji) alebo naopak. Zvyčajne je vyvolaná nejakou zmenou v zložení alebo podmienkach prostredia emulzie ako je napríklad typ emulgátora, podmienky rozpúšťania alebo mechanické miešanie [6].



Obrázok 2: Emulzie sa môžu stať nestabilnými na základe rôznych fyzikálnych javov ako je krémovanie, sedimentácia, fluktuácia, koalescencia a inverzia fáz [6].

### 1.3 Kozmetika

Termín kozmetika pochádza z gréckeho slova kosmétiké – umenie skrášľovať. Kozmetika je stará ako ľudstvo samo. Vyvíjala sa a menila s rozvojom vedy, kultúry a techniky. Rozvoj kozmetiky založený na vedeckých poznatkoch začal až v 19. storočí, kedy bola definovaná ako umenie zachovať si krásu ľudského tela. Dnes je označovaná ako vedný obor – kozmetológia a zahŕňa poznatky z chémie, biochémie, biológie, dermatológie, farmácie i psychológie. Zaoberá sa biológiou kože, výskumom a prípravou kozmetických prípravkov, overovaním ich vlastností a spôsobom použitia. Kozmetika sa ďalej podieľa na udržiavaní zdravej kože a jej optimálneho vzhľadu v dobrom stave, ako i spomalení značných prejavov jej starnutia. Zameriava sa i na ochranu zovňajška pred vonkajšími vplyvmi prostredia [8, 9, 10].

#### 1.3.1 Prírodná kozmetika

Kozmetika využíva liečivú silu a priaznivé účinky rastlín už celé tisícročia. Už v dobe kamennej si natierali ženy pokožku zvieracím tukom a tvár líčili prírodnými farbami. Prírodná kozmetika má preto dlhú tradíciu. Postupom času dochádzalo k rôznym zmenám a jej rozvoju, avšak jej základ je silno postavený na používaní prírodných látok, najčastejšie rôznych rastlinných olejov, včelieho vosku a výťažkov z kvetov a plodov [11].

Prírodná kozmetika predstavuje v posledných rokoch veľký trend. Kozmetický prípravok je možné klasifikovať ako prírodný ak pozostáva z prírodných certifikovaných surovín, ktoré podporujú a stimulujú prirodzené funkcie pokožky. Naopak nesmie obsahovať vyššie množstvo látok syntetického pôvodu. Prírodná kozmetika na rozdiel od syntetických kozmetických prípravkov vyvoláva menej alergických reakcií a tiež nezaťažuje životné prostredie. Nevýhodou je však kratšia trvanlivosť kozmetických prípravkov a tiež vyššia cena [12, 13].

### **1.3.1.1 Certifikát CPK**

Cieľom certifikácie výrobku je skontrolovať prísady, procesy výroby, skladovanie surovín, ich balenie a značenie aby bola zabezpečená kvalita konečného produktu. Českým kozmetickým certifikátom je certifikát CPK – certifikovaná prírodná kozmetika, ktorý bol vypracovaný kontrolnou organizáciou KEZ o.p.s. (Kontrola Ekologického Zemědělství). Zaručuje, že kozmetický prípravok obsahuje prírodné suroviny. Samotný prípravok ani suroviny v ňom obsiahnuté neboli testované na zvieratách. Dôležitou podmienkou je, že nesmie obsahovať vo vyššom množstve látky syntetického či živočíšneho pôvodu s výnimkou včelieho vosku [14].

### **1.3.2 Dekoratívna kozmetika**

Líčenie je najstaršou kozmetickou činnosťou, pretože natieranie rozličných látok na tvár malo kedysi nie len ochranný ale i okrasný – dekoratívny význam. Dekoratívna kozmetika bola prvý krát použitá na blízkom východe pred 5000 rokmi za účelom ochrany tela pred veľmi suchým a horúcim podnebí a tiež ako lekárska starostlivosť. Postupom času s rozvojom kultúry, vedy a techniky sa však využitie dekoratívnej kozmetiky menilo a ďalej vyvíjalo. V dnešnej dobe je oveľa viac rozšírená a označovaná pojmom make-up, čo znamená estetická úprava pleti, očí, úst a obočia pomocou líčenia. Technologický pokrok umožnil však vyrábať multifunkčné prípravky, ktoré okrem dekoratívneho významu, chránia pokožku pred vonkajšími vplyvmi a ultrafialovým žiarením, hydratujú ju a majú najmä dlhotrvajúci efekt [15, 16].

Cieľom make-up požívaného na tvár je zjednotenie farby pokožky, zlepšenie jej vzhľadu zakrytím drobných nedokonalostí pleti, ale zároveň aby pokožka vyzerala stále prirodzene a zjednotene. Rovnako ako je dôležitá voľba použitého prípravku podľa typu pokožky, rozhodujúci je preto i výber primeraného farebného odtieňa [16].

#### **1.3.2.1 BB krém**

BB krém predstavuje skrátený názov pre „beauty balm“ krém, čo v preklade znamená korigujúci balzam. Nápad na vytvorenie BB krému vznikol v Nemecku v roku 1967, kedy dermatologička Christine Schrammek svojim pacientom pre upokojenie po estetických zákrokoch poskytovala vlastnoručne vytvorený krém. Tento produkt pomáhal pacientom zakryť červené škvrny vzniknuté po zákroku a poskytoval im potrebnú hydratáciu a ochranu pred slnečným žiarením. V 80. rokoch bola v Južnej Kórey upravená pôvodná receptúra a vznikol tak prvý už oficiálny BB krém. V roku 2011 sa rozšíril aj do Európy a Spojených štátov, kde je veľmi populárny do dnes [17].

Veľkou výhodou BB krému, vďaka ktorej sa stal vo svete populárnym je jeho viac účelovosť, pretože okrem konzistencie krému plní i funkciu make-upu. BB krém pokožku hydratuje, chráni pred slnečným žiarením, a pritom zjednocuje jej farebný tón a kryje drobné nedokonalosti. Na rozdiel od klasického make-upu BB krém pokožku nezaťažuje, na tvári pôsobí prirodzenejšie a je dobre znášaný aj ženami s citlivou pleťou [17].

### **1.3.3 Metódy hodnotenia kozmetických prípravkov**

Účelom testovania stability kozmetických prípravkov je zabezpečiť, že daný výrobok spĺňa určité fyzikálne, chemické, či mikrobiologické vlastnosti na základe vopred stanovených a požadovaných štandardov. Dôležité je tiež udržanie si svojho vzhľadu a funkcií počas skladovania. Kozmetické prípravky sú preto hodnotené z fyzikálneho a chemického

hľadiska, čo nám podáva informácie o ich farbe, vône, zápachu, pH, viskozite a najmä celkovej stabilite celého systému. Z mikrobiologického hľadiska je hodnotený stupeň kontaminácie baktériami, kvasinkami alebo plesňami. Hodnotený je i spôsob balenia a jeho vplyv na kozmetický prípravok [18].

#### **1.3.4 Fyzikálne a chemické testy stability**

##### *Testovanie výchylkami teploty*

Testovanie pri vysokých teplotách je využívané pre zhodnotenie dlhodobej stability. Teplotné skúšky sú vykonávané v rozmedzí teplôt 37 °C a 45 °C. Výrobok skladovaný pri teplote 45 °C po dobu troch mesiacov vykazujúci stabilitu, by mal byť ďalej stabilný pri izbovej teplote (25 °C) počas dvoch rokov. Kontrolná teplota je pri 4 °C, kedy väčšina kozmetických prípravkov vykazuje značnú stabilitu [18].

##### *Cyklické testovanie vplyvom teploty*

Kozmetický prípravok je podrobený trom cyklom teplotného testovania v rozmedzí teplôt od -10 °C do 25 °C. Prípravok je najprv vložený na 24 hod pri teplote -10 °C do chladničky a následne je umiestnený na 24 hod pri izbovej teplote (25 °C). Tým je ukončený prvý cyklus a pokračuje sa ďalším. Pokiaľ je prípravok stabilný počas všetkých troch cyklov je možné predpokladať jeho dostatočnú stabilitu [18].

##### *Testovanie centrifugou*

Testovaná emulzia je zahriata na 50 °C a centrifugovaná po dobu 30 minút pri 3000 otáčkach za minútu. Pokiaľ emulzia nie je stabilná dôjde k procesu nazývanom krémovanie. Ku krémovaniu dochádza u emulzií typu O/V, kde dispergovaná fáza má tendenciu sa oddeľovať a dostávať sa na povrch emulzie, čím vzniká olejová vrstva [18].

##### *Testovanie vystavením slnečnému žiareniu*

Kozmetické prípravky a obaly, v ktorých sú uchovávané môžu byť citlivé na UV žiarenie. Proces testovania prebieha tak, že prípravky v obale sú vložené do obalu zo skla a umiestnené v blízkosti slnečného žiarenia. Vedľa neho je umiestnená prázdna nádoba zo skla obalená do hliníkovej fólie, ktorá slúži pre zrovnanie. Vystavením produktu na slnečné žiarenie môže dôjsť k zafarbeniu prípravku, čo býva zvyčajne spôsobené prítomnými vonnými alebo inými svetlo citlivými látkami [18].

##### *Mechanické testovanie nárazov*

Tento typ testovania podáva informáciu o stabilite kozmetických prípravkov počas ich prepravy. Testovanie prebieha trepaním na trepačke a pomáha určiť pravdepodobnosť separácie práškov alebo granulovaných častíc [18].

#### **1.3.5 Mikrobionálne testy stability**

Kontaminácia kozmetických prípravkov môže byť spôsobená buď už počas výroby, plnenia alebo neskôr počas používania výrobku spotrebiteľom. Mikrobiologická konzervácia kozmetických prípravkov je dôležitá pre zaistenie mikrobiologickej bezpečnosti a zachovanie tak kvality produktu. Z tohto dôvodu je nutná mikrobiologická analýza každého prichádzajúceho výrobku na trh. Na trhu sú preto k dispozícii rôzne jednoduché testovacie sady, ktoré poskytujú rýchle výsledky o kontaminácii produktu. Odber vzoriek

a vyhodnotenie výsledkov je pomerne jednoduché aj pre bežných užívateľov. Avšak kvantitatívne testy určujúce skutočný počet baktérií, kvasiniek či plesní obsiahnutých v kozmetických prípravkoch môžu byť vykonané len v mikrobiologických testovacích laboratóriách [18].

### **1.3.6 Hodnotenie balenia**

Balenie môže značne ovplyvniť stabilitu pripraveného produktu, kvôli interakciám kozmetického produktu s materiálom, z ktorého je použitý obal vyrobený. Ďalej môže skrz balenie dochádzať k interakciám produktu s vonkajším prostredím. Nedostatočným tesnením obalu môže dôjsť k interakciám s atmosférickým kyslíkom, alebo odparovaniu prchavých zložiek výrobku [18].

#### *Testovanie v skle*

Vďaka tomu, že sklo je najviac inertný materiál nereaguje s kozmetickým prípravkom. Preto je dôležité aby prebiehali skúšky v skle a v skutočnom obale pre zrovnanie. Na základe čoho by bolo ďalej možné určiť, či príčinou zlyhania produktu je samotná výroba alebo obal [18].

#### *Testovanie úbytku hmotnosti*

Tento typ testu je používaný na stanovenie úbytku vody vplyvom nedokonalého tesnenia obalu. Vykonáva sa pri izbovej teplote 25 °C a zároveň pri 45 °C po dobu troch mesiacov tak, že produkt je umiestnený do obalu. Úbytok hmotnosti by nemal presiahnuť 1 % behom mesiaca, aby mohol byť obal považovaný za použiteľný [18].

#### *Testovanie priepustnosti*

Ďalším dôležitým testom je trepanie pripraveného výrobku vo svojom obale v rôznych smeroch: zvislo, vodorovne i do boku. Aby bolo potvrdené, že je obal bezpečný a nebude dochádzať k jeho presakovaniu počas dopravy [18].

## **1.4 Ultrafialové žiarenie**

Z hľadiska spektrálneho zloženia obsahuje slnečné svetlo, ktoré dopadá na zemský povrch: ultrafialové žiarenie, viditeľné a infračervené pásmo. Ultrafialové žiarenie (UV) je elektromagnetické žiarenie o vlnovej dĺžke kratšej ako viditeľné svetlo. Podľa vlnovej dĺžky, účinku a výskytu sa delí na UV-A, UV-B a UV-C [19].

UV-A žiarenie kvôli dlhšej vlnovej dĺžke (320–400 nm) preniká hlbšie do kože, čím je zodpovedné za väčšinu chronických poškodení pokožky. Súvisí to s tým, že je oveľa menej absorbované v atmosfére. Najčastejšie sa s ním stretávame u terapeutických žiaričov a v soláriách, kde sa využíva k rýchlemu zhnednutiu kože. Jeho negatívne pôsobenie spočíva v rýchlej tvorbe škodlivých voľných radikálov, čím spôsobuje urýchlené starnutie kože [20].

UV-B žiarenie má vlnovú dĺžku 280–320 nm a preniká len do epidermis. Keďže je kvôli stále dostatočne veľkej energii zodpovedné za sčervenanie kože (erytému) nazýva sa tiež žiarenie erytémové. Čiastočne vyvoláva i pigmentáciu kože [19, 20].

Najviac energetické a zároveň najnebezpečnejšie je UV-C žiarenie (100–280 nm). Avšak na zemský povrch nepreniká, pretože je kompletne absorbované ozónovou vrstvou atmosféry. Využitie nachádza v germicidných žiaričoch, ktoré sa vyznačujú doplnkovými dezinfekčnými metódami [21].

### 1.4.1 UV filtre

Vystavovanie sa slnečnému žiareniu má negatívny vplyv na pokožku. UV žiarenie po dlhodobej expozícii spôsobuje popáleniny od slnka až rakovinu kožu. Preto, aby bola ochrana pokožky vysoko účinná a predchádzala rakovine kože a iným druhom poškodenia kože, musia prípravky na ochranu pred slnečným žiarením obsahovať vhodné prostriedky blokujúce slnečné žiarenie. UV filtre sú látky ochraňujúce ľudskú kožu pred UV poškodením tým, že pohlcujú a odrážajú až 95 % UV žiarenia [22].

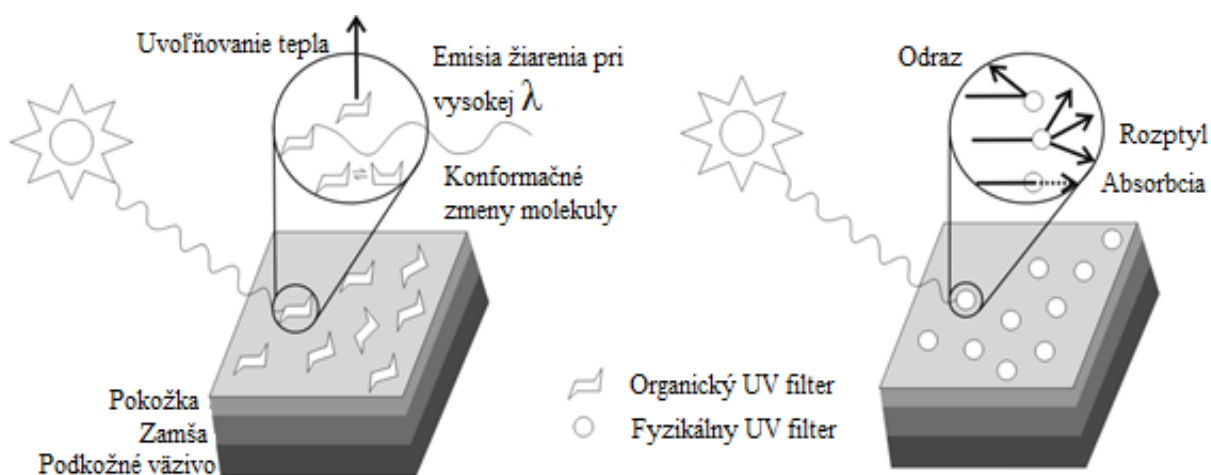
#### Chemické UV filtre

Chemické UV filtre sú látky, ktoré pôsobia mechanizmom absorpcie, tým že pohlcujú UV žiarenie. Absorbovanú energiu premieňajú na teplo alebo ju predávajú do svojich väzieb, čím dochádza k štruktúrnej zmene ich molekuly. To však môže viesť k poklesu ich absorpčných vlastností a strate fotoprotekcie. Ďalšou nevýhodou je, že zmenou štruktúry môže dochádzať k zvýšeniu fotoalergizujúcich vlastností chemického filtra, čo má za následok alergické reakcie. Značným rizikom je i možné vstrebávanie cez pokožku až do krvného obehu, kde sa môžu prejaviť i určité systémové účinky [21].

#### Fyzikálne UV filtre

Na rozdiel od chemických UV filtrov UV žiarenie rozptyľujú a odrážajú a nevyvolávajú alergické reakcie. Ich účinnosť je do istej miery určená veľkosťou a dokonalým rozptýlením ich častíc. Poskytujú širšiu ochranu UV spektra a zároveň sa jedná o veľmi fotostabilné molekuly. Patria sem oxidy kovov, najčastejšie používané oxid titaničitý a zinočnatý. Oxidy železa sú pre ich sfarbenie využívané i ako pigmenty do make-upov [19, 21].

Bezpečnosť oxidu titaničitého je potvrdená v koncentrácii až do 25 %. Jeho veľkou výhodou je tiež, že jeho ochrana siaha od oblasti UV-A až po oblasť UV-B, zatiaľ čo oxid zinočnatý vykazuje lepšiu ochranu len v UV-A oblasti. Preto je možné použiť oxid titaničitý i samostatne ako UV filter, na rozdiel od oxidu zinočnatého, ktorý sa používa len ako doplnkový v kombinácii s inými UV filtermi chrániacimi i UV-B oblasť [23].



Obrázok 3: Porovnanie organických a fyzikálnych UV filtrov [23].

## 1.4.2 SPF

Označenie SPF znamená z anglického sun protection factor, mieru ochrany kože pred slnečným UV-B žiarením. Hodnota SPF je definovaná ako násobok MED (Minimal Erythematous Dose), čo v preklade znamená dávku UV žiarenia, po ktorej dôjde k sčervenaniu pokožky [21].

V kozmetických prípravkoch určených na ochranu proti UV žiareniu sú používané rôzne hodnoty SPF. Ich voľba závisí na intenzite UV žiarenia, ktorá je podmienená stavom atmosféry, ročným obdobím, geografickou polohou, nadmorskou výškou, ale i dennej doby strávenej na slnku. Najviac erytemogénne je slnečné svetlo medzi 11. a 14. hodinou a tiež obsahuje najvyšší podiel UV-B [19].

Veľmi jednoduchou a ekonomicky výhodnou metódou pre stanovenie SPF je in vitro testovanie podľa normy ISO 2443. U tejto metódy je hodnotená priepustnosť UV žiarenia tenkou vrstvou prípravku proti slnečnému žiareniu. Priebeh tohto stanovenia spočíva v nanosení vzoriek na drsnú stranu polymetylmakrylátovej (PMMA) dosičky. Vzorky musia byť rovnomerne nanosené na celú dosku pomocou malých kvapôčok, približne rovnakej veľkosti a rozotrené podľa definovaného a štandardizovaného postupu. Samotné meranie prebieha pomocou spektrofotometru, ktorý zaznamenáva hodnoty transmitancie v rozmedzí vlnových dĺžok 290–400 nm s krokom 5 nm. Analyzované vzorky sú merané pred a po expozícii UV žiareniu. Ako slepá vzorka sa používa glycerol. Namerané hodnoty sú prevedené do výpočtového programu, kde pomocou Mansurovej rovnice je možné stanoviť hodnotu SPF [24].

$$SPF = CF \cdot \sum_{290}^{320} EE(\lambda) \cdot I(\lambda) \cdot Abs(\lambda) \quad (1.1)$$

Kde CF je korelačný faktor,  $EE(\lambda)$  je erytmogénny účinok žiarenia pri odpovedajúcej vlnovej dĺžke,  $Abs(\lambda)$  je spektrofotometrická absorbancia vzorky pri odpovedajúcej vlnovej dĺžke. Hodnoty  $EE\lambda$  sú konštanty, zobrazené v *Tabuľke 2* [25].

*Tabuľka 2: Hodnoty konštant  $EE\lambda$  pre slnečné žiarenie v rozmedzí vlnových dĺžok 290-320 nm s krokom 5 nm [25].*

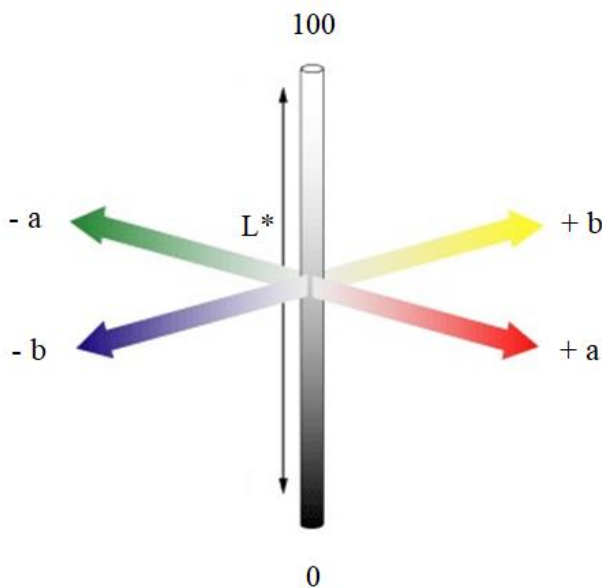
| $\lambda$ [nm] | 290    | 295    | 300    | 305    | 310    | 315    | 320    |
|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| $EE\lambda$    | 0,0510 | 0,0817 | 0,2874 | 0,3278 | 0,1864 | 0,0839 | 0,0180 |

## 1.5 Spektrofotometer SF 600 Plus CT

Spektrofotometer SF 600 Plus CT od firmy Datacolor, je zariadenie slúžiace na meranie a objektívne hodnotenie farebných odtieňov. Princíp merania spočíva v odraze a priepustnosti svetla povrchom pre rôzne vlnové dĺžky. Táto metóda sa najčastejšie využíva v textilnom priemysle pre posúdenie farebných odtieňov látok [26].

Hodnotenie farebných odtieňov prebieha vizuálne a na základe zmeraných farebných koordinát v CIE  $L^*a^*b^*$  farebnom priestore (CIE – International Commission on Illumination), kde  $L$  predstavuje mernú svetlosť a vyjadruje tak jas. Hovorí nám, či je farba vzorku svetlejšia ( $+\Delta L$ ) alebo tmavšia ( $-\Delta L$ ). Nadobúda hodnoty v rozsahu 0 až 100, kde 0 je

charakteristická pre čiernu farbu a 100 pre bielu. Osy  $a$  a  $b$  popisujú farebnosť, pričom kladné hodnoty  $a$  predstavujú červenú a záporné hodnoty zelenú farbu. Kladné hodnoty  $b$  vyjadrujú žltú a záporné hodnoty modrú farbu [27].



Obrázok 4: Rozdelenie farebných koordinát v CIE  $L^*a^*b^*$  farebnom priestore [28].

## 1.6 Reológia

Reológia je odvetvie fyziky a fyzikálnej chémie, zaoberajúce sa deformáciou a tokovými vlastnosťami tuhých a kvapalných látok vplyvom pôsobenia vonkajších síl. Termín reológia pochádza z gréckeho slova *rheos* – tiecť, čím vyjadruje doslova náuku o toku látok [29].

Pre zjednodušenie matematických vzťahov boli zavedené limitné prípady, kde ideálna pevná látka má nekonečne veľký modul pružnosti a ideálne nestlačiteľná tekutina má naopak nulovú viskozitu a objemovú rozťažnosť. Z hľadiska viskozitne-elastického správania rozlišujeme viskózne chovanie, u ktorého vplyvom vonkajšej sily nastáva nevratná deformácia. Čo je charakteristické najmä pre kvapalné látky, pretože pôsobením sily teleso tečie, ale po odstránení vonkajšieho zdroja sily sa tok zastaví, čím látka zmení svoj pôvodný tvar. Energia potrebná na deformáciu sa rozptýli v tekutine v podobe tepla.

Naproti tomu pôsobením vonkajšou silou na elastický materiál, nastane deformácia, ktorá však po odstránení vonkajšieho zdroja sily sa okamžite vráti späť do svojho pôvodného tvaru. Takže energia potrebná na deformáciu sa ukladá a po relaxácii danej látky sa uvoľní, čo je charakteristické skôr pre tuhé látky [30].

### 1.6.1 Viskozita

Viskozita kvapalín je definovaná za predpokladu laminárneho prúdenia kvapalín. Prejavuje sa ako odpor proti pohybu častíc v kvapaline, preto je závislá na druhu kvapalín. Dynamická viskozita kvapalín je označovaná tiež pojmom šmyková rýchlosť, ktorá udáva takzvaný rýchlostný spád kvapaliny. Závisí na tlaku a teplote, kde s rastúcou teplotou klesá. U newtonovských kvapalín sa dynamická viskozita v závislosti na tečnom napätí nemení. Jej

hodnota závisí na teplote a tlaku, kedy u plynov s rastúcou teplotou rastie, ale naopak u kvapalín klesá. V prípade newtonovských kvapalín závisí na tečnom napätí i na rýchlostnom spáde [31].

## **1.6.2 Reologické delenie látok**

### **1.6.2.1 Neneutonovské kvapaliny**

Neneutonovské kvapaliny sú reologicky zložitejšie kvapaliny, ktoré sa neriadia Newtonovým zákonom, pretože ich rýchlosť deformácie nie je úmerná napätiu. Ich zdanlivá viskozita závisí na rýchlosti deformácie alebo na tečnom napätí [31].

#### *Pseudoplastické kvapaliny*

Zdanlivá viskozita pseudoplastických kvapalín sa s rastúcim gradientom rýchlosti znižuje. Podľa priebehu tokových kriviek sa niekedy rozlišujú dve podskupiny: pravé pseudoplastické kvapaliny a štruktúrne viskózne kvapaliny, u ktorých je možné stanoviť dve hodnoty zdanlivej viskozity. Z technického hľadiska je pseudoplasticita spravidla vítanou vlastnosťou, pretože znižuje energetickú náročnosť pri miešaní a toku kvapalín potrubím. Patria sem roztoky a taveniny polymérov, mydiel a detergentov a niektoré suspenzie [31].

#### *Dilatantné kvapaliny*

V prípade dilatantných kvapalín naopak zdanlivá viskozita s rastúcim gradientom rýchlosti rastie. Toto chovanie je však pomerne zriedkavé a je pozorované len u niektorých vysoko koncentrovaných suspenzií. Keďže vo väčšine prípadov skôr komplikuje technologické procesy, je výhodnejšie dilatanciu potlačiť zmenou zloženia [31].

#### *Binghamské kvapaliny*

Binghamské kvapaliny sú charakteristické plastickou zložkou deformácie, pretože u nich dochádza k toku až po prekročení určitého prahového šmykového napätia. Do tejto skupiny patria koncentrované priemyselné a odpadné kaly, kašovitá suspenzia kriedy a vápna [31].

Ďalej existujú kvapaliny s časovo závislou zložkou deformácie, ktoré naopak menia zdanlivú viskozitu s dobou pôsobenia napätia. Ich tokové krivky sú hysterézne a ich priebeh pri zvyšovaní napätia sa líši od priebehu pri jeho znižovaní. Delia sa na tixotropné a reopektické [31].

#### *Tixotropné látky*

Podrobením pseudoplastického systému šmykovému namáhaniu sa javí tento systém spočiatku vysokou zdanlivou viskozitou, ktorá však s časom klesá. Ak je systém ponechaný v kľude, pôvodná štruktúra sa postupne obnoví a viskozita sa asymptoticky bude blížiť k pôvodnej vysokej hodnote. Využitie nachádza v kozmetickom, potravinárskom, farmaceutickom priemysle, ale najmä v priemysle farieb, kde je dôležité aby bola farba tekutá len pri natieraní [2].

### *Reopektické látky*

U dilatantných systémov môže dochádzať naopak k tomu, že zdanlivá viskozita disperzie rastie s dobou po ktorú pôsobí šmykové napätie. Ak je systém ponechaný v kľude, viskozita sa postupne vráti na pôvodnú nízku hodnotu. Na rozdiel od tixotropie sa s týmto chovaním v praxi stretávame len zriedkavo [2].

#### **1.6.2.2 Newtonské kvapaliny**

Na rozdiel od neneutronovských kvapalín sa newtonské kvapaliny riadia Newtonovým zákonom. Vyznačujú sa tým, že ich viskozita je pri konštantnej teplote a tlaku fyzikálnou konštantou, takže rýchlosť deformácie je priamo úmerná pôsobiacemu šmykovému napätiu [32].

### **1.6.3 Princíp merania**

Prístroje používané na meranie reologických vlastností sa nazývajú reometre. Princíp merania je založený na absolútnom stanovení viskozity a tokových kriviek analýzou toku materiálu za presne definovaných geometrických, teplotných a rýchlostných podmienok [32].

#### **1.6.3.1 Kapilárny reometer**

Princíp merania reologických vlastností pomocou kapilárneho reometru spočíva v snímaní tlakového spádu pozdĺž kapiláry o presne definovanej dĺžky a priemeru a meraní prietokovej objemovej rýchlosti. Na základe geometrických parametrov kapiláry a snímaných veličín je možné vypočítať šmykové napätie a rýchlosť, z ktorých zostrojením tokových kriviek je ďalej možné zistiť závislosť viskozity na šmykovej rýchlosti [32].

Prietoková rýchlosť je stanovená ako množstvo kvapaliny pretečenej kapilárou za presne definovaný čas. Tlakový spád v kapiláre je potom určený rozdielom tlaku na začiatku a konci kapiláry a je vzťahnutý na jednotku dĺžky kapiláry [32].

#### **1.6.3.2 Rotačný reometer**

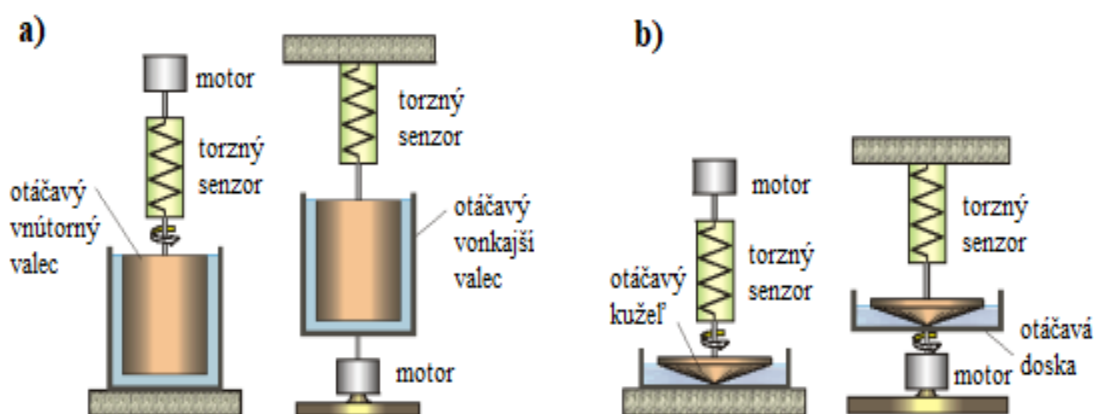
Rotačný reometer sa skladá z dvoch sústredných valcov alebo kužeľa a dosky, v ktorých sa jeden otáča konštantnou rýchlosťou. Meranie reologických vlastností pomocou rotačného reometru je založené na tom, že na základe vnútorného trenia kvapaliny sa otáčavý moment prenáša na druhý valec, ktorý je zavesený na torznom vlákne. Po ustanovení rovnováhy je potom meraný uhol pootočenia valca od pôvodnej polohy, ktorý je úmerný uhlovej rýchlosti vonkajšieho valca a viskozite kvapaliny. Rotačné reometry sa vyznačujú tým, že sú vhodné i k štúdiu neneutronovských kvapalín, pretože umožňujú merať uhol pootočenia v závislosti na rýchlosti merania. V tomto prípade sa meria stočenie torzného vlákna, na ktorom je valec zavesený [33, 34].

### *Merací systém valec–valec*

Najčastejšie používaný rotačný reometer, označovaný ako Couettov typ, pozostáva z dvoch valcov, medzi ktorými sa nachádza meraná kvapalina. Princíp merania spočíva v tom, že vonkajší valec sa uvedie do rotačného pohybu stálou uhlovou rýchlosťou a je registrovaný moment sily pôsobiaci pritom na vnútorný valec [33, 34].

### Merací systém kužel–doska

Pre viskóznejšie kvapaliny sa namiesto dvoch valcov používa usporiadanie kužel–doska. Rovnako ako v predchádzajúcom prípade je princíp merania založený na meraní kvapaliny umiestnenej do úzkej štrbiny medzi dve plochy. Analyzovaná vzorka je podrobená konštantnej rýchlosti šmykovej deformácie, čím sú potlačené koncové a krajové efekty. Následná temperácia vzorku v dôsledku veľkej chladiacej plochy a tenkej vrstvy je veľmi účinná. Výhodou je tiež, že na meranie je spotrebované malé množstvo kvapaliny [33, 34].



Obrázok 5: Rotačné reometre: a) Couettov typ valec–valec, b) Searlov typ kužel–doska [2].

### 1.6.3.3 Oscilačný reometer

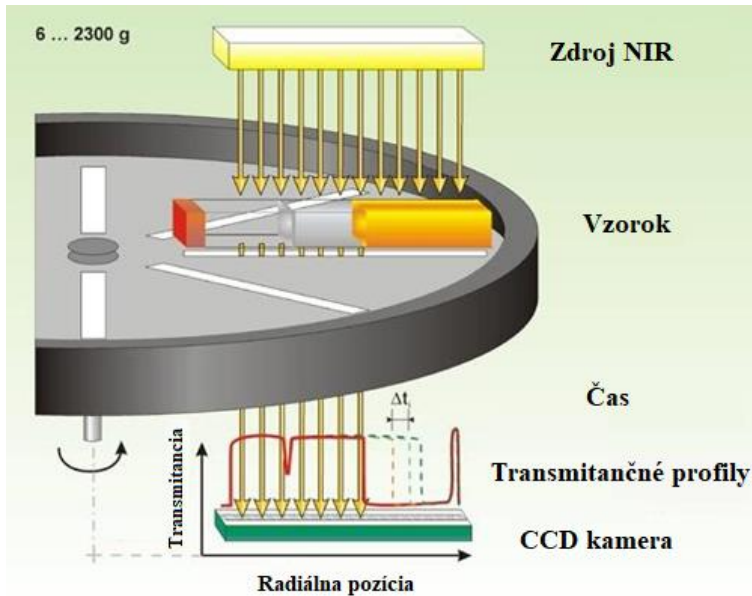
Oscilačný reometer je geometriou meracej komôrky veľmi podobný rotačnému reometru. Rozdiel spočíva v tom, že namáhanie analyzovaného vzorku neprebíha rotačným pohybom, ale tak že pohyblivá časť osciluje okolo rovnovážnej polohy. Oscilačná výchylka a frekvencia oscilácie sú pri meraní konštantné a snímanou veličinou je krútiaci moment. Záznam krútiaceho momentu v starších zariadeniach bol analógový, čo neumožňovalo vypočítať ďalšie potrebné parametre. Avšak moderné oscilačné reometre sú dnes už vybavené digitálnym snímaním krútiaceho momentu, na základe čoho je možné pomocou príslušného softvéru následné matematické vyhodnotenie [32].

## 1.7 LUMiSizer

Jednou z najčastejších príčin nestability u emulzií je separácia fáz podľa merných hmotností, známa tiež pod pojmom sedimentácia. Jedná sa o proces, pri ktorom dochádza vplyvom pôsobenia hmotnostnej sily vyvolanej gravitačným zrýchlením k oddeleniu dispergovaných častíc od disperzného prostredia [35, 36].

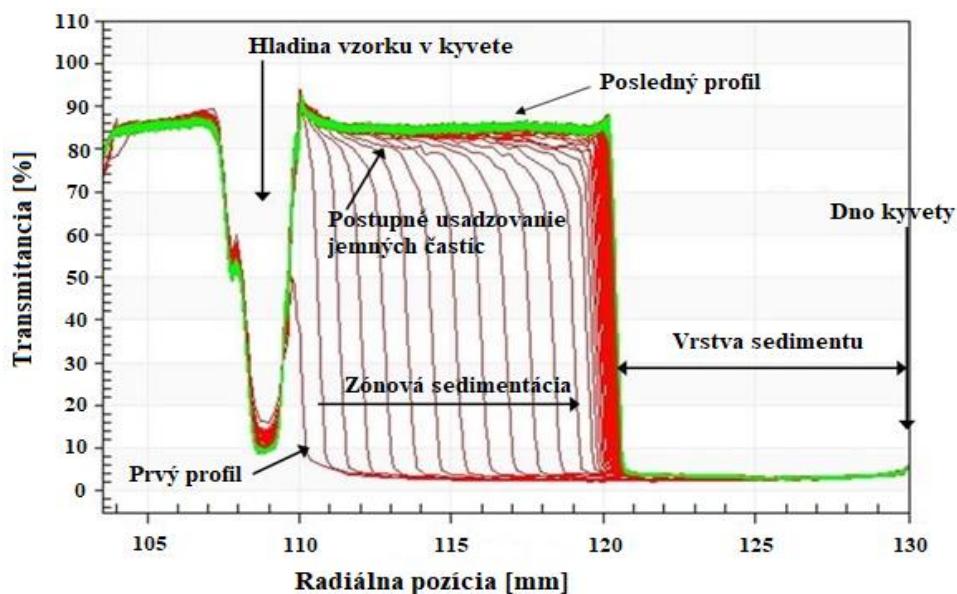
LUMiSizer je temperovaná analytická odstredivka, ktorá slúži k fotometrickému sledovaniu zmien koncentrácie dispergovaných látok vo vzorku vyvolaných vplyvom odstredivej sily. Tento prístroj využíva technológiu STEP, pomocou ktorej umožňuje zmerať intenzitu prechádzajúceho infračerveného žiarenia ako funkciu času a polohy pozdĺž celej dĺžky vzorku až u dvanástich rôznych vzoriek súčasne.

Princíp merania je založený na emitovaní infračerveného žiarenia prechádzajúceho rotujúcou kyvetou so vzorkou a dopadom neabsorbovanej časti žiarenia na detektor. Proces separácie jednotlivých fáz sa prejaví vyčerením časti vzorku, čo následne spôsobí zvýšenie transmittancie a tiež tvorbou sedimentu, ktorý naopak vyvolá zníženie hodnoty transmittancie [35, 36].



Obrázok 6: Schéma analytickej centrifugácie [36].

Výstupom merania sú transmittančné krivky, ktoré predstavujú závislosť transmittancie na vzdialenosti od osy otáčania s časovým rozlíšením, označovaným ako transmittančný profil. Tento profil je zaznamenávaný v predom definovaných časových intervaloch a podáva informácie o stabilite, kinetike separačného procesu a charakterizácii častíc analyzovaných emulzií [35, 36].



Obrázok 7: Výstup z LUMiSizeru [36].

## 2. SÚČASNÝ STAV RIEŠENEJ PROBLEMATIKY

Pred tým ako výrobca uvedie kozmetický výrobok na trh, je povinný v súlade so zákonom č. 258/2000 Sb. o ochrane verejného zdravia, v znení Nariadenia Európskeho parlamentu a Rady (ES) č.1223/2009 o kozmetických prípravkoch mať zhodnotenú bezpečnosť kozmetického prípravku, uchovávať technickú dokumentáciu po dobu 10 rokov od uvedenia poslednej šarže kozmetického prípravku na trh a previesť notifikáciu podľa zákona č. 258/2000 Sb [37].

Pri prezentovaní a ponuke kozmetického prípravku spotrebiteľovi je výrobca povinný dodržiavať ustanovenia zákona č. 634/1992 Sb. o ochrane spotrebiteľa, ktorý zahŕňa povinnosť informovať spotrebiteľa o vlastnostiach výrobku a nariadení 655/2013 o platných tvrdeniach obsiahnutých na obale kozmetického výrobku. Hodnotenie bezpečnosti a deklarovaných funkcií kozmetického prípravku vykonáva rutinne Národné referenčné centrum pre kozmetiku, Štátny zdravotný ústav v Prahe. Pre laboratórne analýzy a biologické testy sú využívané metódy Direktí EU, ČSN, ČSN EU, ISO, Cosmetics Europe Methods a Guidelines alebo techniky podľa najnovších vedecko – technických poznatkov [37].

Kozmetický výrobok uvedený na trh musí byť bezpečný pre zdravie verejnosti a správne označený. Povinné údaje musia byť uvedené v štátnom jazyku vrátane kozmetického výrobku, ktorý nie je v spotrebiteľskom balení, ale je zabalený v mieste predaja na žiadosť kupujúceho. Výrobca je tiež povinný dodržiavať správnu výrobnú prax kozmetického prípravku a zachovať požiadavky na odber vzoriek a laboratórnu analýzu. V prípade nedodržania vyššie uvedených požiadaviek je potrebné kozmetický výrobok stiahnuť z trhu, prípadne prevziať späť od spotrebiteľa a informovať o tom príslušný regionálny úrad verejného zdravotníctva a príslušné orgány členských štátov, v ktorých bol kozmetický výrobok uvedený na trh [38].

Kvalita kozmetických výrobkov je definovaná výrobcom, ktorý si berie na zodpovednosť, že kozmetický výrobok bude spĺňať všetky predom stanovené vlastnosti obsiahnuté na obale výrobku. Cieľom kontroly kvality výrobku je overiť, či sú všetky definované vlastnosti v súlade so štandardnými podmienkami bezpečnosti kozmetických výrobkov a budú zachované aj počas celej doby použiteľnosti výrobku [38].

Vzhľadom na rýchly nárast kozmetického priemyslu sú prioritou najmä účinné, rýchle a tiež lacné metódy na kontrolu kozmetických výrobkov. V súčasnosti sú bežne používanými technikami, na hodnotenie kvality kozmetických výrobkov senzorická analýza a reológia. Senzorická analýza predstavuje štatistickú analýzu na získanie informácií o produkte na základe používania spotrebiteľmi (Stone a kol., 1992). Používa sa pri výskume a vývoji nového kozmetického produktu, pri riadení výrobného procesu, ale i hodnotení kvality surovín (Isaac et al., 2012). Výhodou senzorickej analýzy je, že poskytuje komplexnú analýzu vo vzťahu ku všetkým senzorickým atribútom, ktoré môže výrobok predstavovať. Z toho vyplýva, že dobrovoľník, ktorý podstúpi senzorickú analýzu je schopný poskytnúť informácie o konzistencii, vzhľade, vône a ďalších vlastnostiach, ktoré pri používaní produktu zaznamená. Ďalšou dôležitou metódou na vyhodnotenie kvality kozmetických prípravkov využívanou vo výskumných laboratóriách a priemyselných odvetviach je reológia. Táto metóda skúma tok a deformáciu materiálu pôsobením vonkajších síl. Využíva sa ako nástroj na charakterizáciu jednotlivých zložiek určením fyzikálno – chemických vlastností produktu, z čoho je ďalej možné zistiť informácie o viskoelasticite celkového systému. Reológia sa však

najčastejšie používa na určenie stability výrobkov na základe meranej zdanlivej viskozity vystavením vzoriek stresovým podmienkam [39].

Keďže väčšina kozmetických prípravkov vykazuje neneutonské chovanie, ich tokové vlastnosti významne ovplyvňujú nielen technologické procesy v priebehu výroby, ale tiež textúru finálnych produktov. Preto je potrebné sledovať ich reologické vlastnosti a pokúsiť sa o zaistenie optimálnej konzistencie a roztierateľnosti za rôznych výrobných a aplikačných podmienok. Pomocou zrýchlených reometrických testov je teda možné efektívne predpovedať fyzikálnu stabilitu kozmetických prípravkov v priebehu celej záručnej doby [40].

Reologická štúdia opaľovacích krémov v článku (Omar a Abdulrahman, 2015) potvrdila, že pri zvyšujúcej šmykovej rýchlosti, sa vyznačujú analyzované prípravky klesajúcou viskozitou, takže sa jedná o pseudoplastické látky. Vďaka týmto vlastnostiam vytvárajú po rozotrení na pokožke súvislú ochrannú vrstvu, čo je dôležitou podmienkou u kozmetických prípravkoch na opaľovanie [24].

Termodynamická nestabilita u emulzných systémov ovplyvňuje nielen ich fyzikálnu stabilitu, ale následne aj ich kvalitu. Preto nevyhnutnou súčasťou výrobného procesu je práve sledovanie fyzikálnej stability. Jednou z možností ako rýchlo a efektívne zhodnotiť stabilitu systému je pomocou analytickej centrifugy. V štúdiu (T. M. Silva a kol.) bola analyzovaná stabilita pripravených emulzií po 30 dňoch od výroby pomocou zariadenia LUMiSizer. Sledovaný bol vplyv rýchlosti otáčok homogenizátora na stabilitu pripravovaných emulzií o rovnakom zložení. Zrýchlené testy stability pomocou LUMiSizer prebiehali 24 hodín a po 30 dňoch od výroby emulzií. Na základe nameraných výsledkov bolo možné vyhodnotiť, že u emulzií vyrobených homogenizátorom pri 3600 ot/min nedochádza k oddeľovaniu jednotlivých fáz. Na rozdiel od emulzií, ktoré boli homogenizované len pri 1800 ot/min. Je teda možné konštatovať, že vyššie indexy nestability vykazujú vzorky pripravené pri nižších otáčkach homogenizátora, čo je možné pripísať nedostatočnej homogenite systému.

### 3. EXPERIMENTÁLNA ČASŤ

Cieľom tejto diplomovej práce bolo vyvinúť prírodný BB krém, ktorý by bol stabilný z fyzikálne–chemického hľadiska, a zároveň spĺňal parametre štandardov pre certifikovanú prírodnú kozmetiku (CPK). Na základe týchto kritérií bolo vytvorených celkom 27 vzoriek, líšiacich sa rôznym zložením.

Všetky vzorky boli následne podrobené testovaniu stability v analytickej odstredivke LUMiSizer, stanoveniu viskoelastických vlastností pomocou reológie, základnej fyzikálne–chemickej charakterizácii na základe teplotných testov stability a určeni SPF faktoru. Ďalej pomocou spektrofotometru SF 600 PLUS–CT od firmy Datacolor bolo zmeraných 6 rôznych odtieňov líšiacich sa v množstve pigmentov. Nakoniec bolo vybraných 7 reprezentatívnych vzorkov, ktoré boli ďalej testované pomocou analytickej odstredivky LUMiSizer pri rôznych teplotách (15, 25, 35 a 45 °C).

#### 3.1 Použité chemikálie

Aloe vera gél (Nobilis Tilia)  
Arganový olej (Nobilis Tilia)  
Bentonit (Ekokoza)  
Deionizovaná voda (Purelab)  
Dermofeel SL (Evonik Dr. Straetmans & Care GmbH)  
Dermosoft 1388 (Evonik Dr. Straetmans)  
Ercarel TCC (Ercal Wilmar)  
Glycerol (Nobilis Tilia)  
Jojobový olej (Nobilis Tilia)  
Keltrol (CP Kelco)  
Magnézium stearát (Nobilis Tilia)  
Mokřadkový olej (Nobilis Tilia)  
Natpure Film AP (Sensient Cosmetic Technologies)  
Oxid titaničitý (Procheza)  
Ricinový olej (Nobilis Tilia)  
Ružová voda (Ayuuri natural)  
Squalan (Nobilis Tilia)  
TEGO CARE 450 (Evonik Dr. Straetmans & Care GmbH)  
Včelí vosk (Ekokoza)  
Unipure Red LC381 (Sensient Cosmetic Technologies)  
Unipure Black LC989 (Sensient Cosmetic Technologies)  
Unipure Yellow LC182 (Sensient Cosmetic Technologies)

#### 3.2 Použité pomôcky a prístroje

Bežné laboratórne sklo a pomôcky  
Magnetická miešačka s ohrevom MR Hei-Standard (Heidolph)  
Lopatkové miešadlo RW16 basic, IKA  
Spektrofotometer SF 600 PLUS–CT (Datacolor)  
Reometer AR–G2 (TA Instruments)  
Analytická odstredivka LUMiSizer (LUM GmbH)

### **3.3 Charakteristika použitých kozmetických surovín**

#### **3.3.1 Aloe vera gél**

Aloe vera je sukulentná rastlina z čelade asfodelovité, ktorá rastie v subtropických a tropických oblastiach. Na pokožke vytvára ochranný film, ktorý vďaka obsahu vitamínov A a E má schopnosť regenerácie poškodenej kože, ukladujúce a zvláčňujúce schopnosti. Vyznačuje sa tiež výbornými hydratačnými účinkami, na základe toho že na seba viaže vlhkosť. Funguje i ako antioxidant, ktorý pôsobí protizápalovo [42].

#### **3.3.2 Arganový olej**

Arganový olej sa získava z jadier *argánie trnitej*. Vďaka obsahu triglyceridov, mastných kyselín a vitamínu E sa vyznačuje značnými anti-aging účinkami, ktorými obnovuje vitalitu unavenej pokožky a tak vyhladzuje jemné vrásky. Zabraňuje tiež starnutiu kožných buniek a pomáha udržiava vodu v pokožke, čím je vhodný najmä pre zrelú pleť. Keďže sa jedná o silný antioxidant, urýchľuje hojenie povrchových poranení, ničí voľné radikály a chráni tak pleť pred poškodením [42].

#### **3.3.3 Bentonit**

Bentonit je prírodný íl s vysokým obsahom Montmorillonitu-vulkanického popolu, ktorý sa vyznačuje všestrannými vlastnosťami. Vďaka protizápalovým a absorpčným účinkom pôsobením na pleť znižuje produkciu kožného mazu, čím pleť zbavuje nečistôt a najmä zmatňuje. Podporuje tiež hojenie poškodenej pleti, zlepšuje jej vzhľad a jemne ju čistí [42].

#### **3.3.4 Deionizovaná voda**

Voda je základnou zložkou kozmetických prípravkov. Jej hlavnou úlohou je rozpúšťanie ďalších obsiahnutých zložiek. Na pokožku nemá žiadny negatívny vplyv, naopak ju zjemňuje, zvlhčuje a pomáha lepšiemu vstrebávaniu. Pri výrobe kozmetických prípravkov sa najčastejšie používa deionizovaná voda, ktorá je zbavená všetkých nečistôt, toxínov a mikrobov. Vďaka neutrálnemu pH nemá okrem zvlhčujúcich účinkov na pokožku žiadne vedľajšie účinky [42].

#### **3.3.5 Dermofeel SL**

Sodium stearoyl lactylate je syntetická látka získaná zo sodíku, kyseliny stearovej a laktylátu. V kozmetických prípravkoch sa využíva ako zahusťovadlo, ktoré zvyšuje hustotu produktu. Absorbuje vodu a má schopnosť tak stabilizovať celý produkt, čím predlžuje jeho životnosť. Nie je to alergén, takže nemá žiadne negatívne účinky na pokožku [43].

#### **3.3.6 Dermosoft 1388**

Je zmes organických kyselín pochádzajúcich z rastlín. V kozmetických prípravkoch sa používa ako konzervant pre jeho vysokú antimikrobionálnu aktivitu. Poskytuje tak vynikajúcu ochranu proti plesniam, baktériám a kvasinkám. K pokožke je šetrný, hydratuje ju a reguluje pH [44].

### 3.3.7 Ercarel TCC

Ercarel TCC je triglycerid kyseliny kaprylovej/ kaprinovej. Jedná sa o ester rastlinného pôvodu, ktorý je dobre rozpustný v tukoch. V kozmetických prípravkoch vyznačuje najmä zvlhčujúcimi účinkami, preto sa používa ako emolient [42].

### 3.3.8 Glycerin

Glycerin patrí medzi najpoužívanejšie zložky v kozmetickom priemysle. Je to číra, bezfarebná tekutina, ktorá je rozpustná vo vode. Jeho hlavnou funkciou je vysoká hygroskopia, vďaka ktorej na seba viaže vlhkosť, čím urýchľuje vstrebávanie ďalších látok do pokožky. Preto sa v kozmetike najčastejšie používa ako humektant – zvlhčujúca látka. Avšak pri vyššej koncentrácii (40 % a viac) môže pôsobiť i negatívne a to tak, že vytiahnutím vody z hlbších vrstiev kože na povrch dochádza k vysušeniu pokožky kvôli strate prirodzenej hydratácie [45].

### 3.3.9 Jojobový olej

Jojobový olej sa získava lisovaním z jadier *jojoby čínskej*. Jedná sa o kvapalný vosk, ktorý je bohatý na nenasýtené mastné kyseliny, provitamín A a vitamín E. Najvhodnejší je pre veľmi suchú až ekzematickú pokožku, ktorú svojimi zvláčňujúcimi a upokojujúcimi vlastnosťami regeneruje a udržuje ju prirodzene hydratovanú. Zmierňuje viditeľnosť jaziev a vďaka hojivým a protizápalovým účinkom je vhodný i na aknóznou pokožku [42].

### 3.3.10 Keltrol

Iným názvom xanthanová guma je látka prírodného pôvodu, ktorá sa vyznačuje zahusťovaním kozmetických prípravkov. Stabilizuje emulzie a používa sa k dosiahnutiu gelovitých, viskózných konzistencií. Je to veľmi stabilná látka, ktorá jej odolnosťou voči náročnejším podmienkam predlžuje trvanlivosť kozmetických prípravkov. Nespôsobuje alergie a nemá žiadny negatívny vplyv na pleť. Naopak tým že vytvára ochranný film zvyšuje pevnosť a pružnosť pokožky [42].

### 3.3.11 Magnézium stearát

Magnézium stearát vzniká spojením síranu horečnatého a kyseliny stearovej. Vyskytuje sa vo forme jemného, bieleho prášku, ktorý sa najčastejšie používa ako lubrikant. V kozmetických prípravkoch zlepšuje ich roztierateľnosť a zabraňuje emulziám aby dochádzalo k ich oddeľovaniu, čím ich stabilizuje [42].

### 3.3.12 Mokřadkový olej

Mokřadkový olej je získavaný zo semienok *Limnanthes Alba* za studeného lisovania. Vďaka tomu, že obsahuje dlhé reťazce nenasýtených mastných kyselín je charakteristický vysokou stabilitou a výborným vstrebávaním. Vyznačuje sa tiež vysokými vyživujúcimi, hydratačnými a antioxidantnými účinkami, čím chráni pokožku pred vonkajšími vplyvmi [42].

### 3.3.13 Natpure Film AP

Je to látka prírodného pôvodu na báze cukru. Vďaka obsahu arabskej gummy zvyšuje pružnosť a na povrchu pleti vytvára filmovú vrstvu [46, 47].

### **3.3.14 Oxid titaničitý**

Oxid titaničitý je anorganická zlúčenina, ktorá sa vyskytuje vo forme bieleho, amorfného prášku. V kozmetických prípravkoch sa používa ako biely pigment, ktorý má výrazný jas a vysoký bod lomu. Ďalej slúži ako ochrana pred UV-A i UV-B žiarením, ktorý je súčasťou najmä opaľovacích prípravkov a dekoratívnej kozmetiky. Je povolenou látkou pre prírodnú certifikovanú kozmetiku. Keďže sa nevstrebáva do pokožky ani ju nedráždi, je považovaný za bezpečnú látku [42].

### **3.3.15 Ricinový olej**

Ricinový olej sa lisuje za studena zo semien *Ricinus communis*. Je bohatým zdrojom nenasýtených mastných kyselín. Kvôli silne premasťujúcim účinkom je vhodný najmä pre veľmi suchú pokožku. Je vhodný k regenerácii pooperačných jaziev. Pokožku zmäkčuje, mierni jej podráždenie a napomáha jej hydratácii, tým že v nej viaže vlhkosť [42].

### **3.3.16 Ružová voda**

Ružová voda sa získava destiláciou z čerstvých lupeňov ruže *damascénskej* ako vedľajší produkt. Obsahuje prchavé a vonné látky z ruží, ktoré sú rozpustné vo vode. Na pokožku má veľa priaznivých účinkov vďaka jej zjemňujúcim, dezinfekčným, protizápalovým a antioxidačným účinkom [42].

### **3.3.17 Squalan**

Skvalen je získavaný z rastlinných ale i živočíšnych olejov. Je to tzv. suchý olej, ktorý sa vďaka svojej štruktúre veľmi ľahko a rýchlo vstrebáva do pokožky. Má antioxidačné účinky a pomáha pokožku chrániť proti slnečnému žiareniu. Svojím zložením je podobný prirodzenému kožnému mazu. Absorbuje toxíny i ťažké kovy, čím pomáha chrániť pokožku proti vonkajšiemu prostrediu. Pokožku hydratuje, zjemňuje a napomáha ďalším účinným látkam lepšie sa vstrebávať [48].

### **3.3.18 TEGO CARE 450**

Polyglyceryl-3 methylglucose distearate je univerzálny emulgátor vyrobený na rastlinnej báze, ktorý vytvára veľmi stabilné emulzie. Vyznačuje sa tiež zjemňujúcimi a hydratačnými účinkami [49].

### **3.3.19 Včelí vosk**

Včelí vosk je najpoužívanejším prírodným voskom v kozmetike, kde plní najmä funkciu emulgátoru a zahusťovadla. V čistej podobe má pevné skupenstvo. Na pleti vytvára ochrannú vrstvu, vďaka ktorej chráni pokožku proti vonkajším vplyvom. Má tiež regeneračné, upokojujúce, vyživujúce a zvláčňujúce účinky [50].

### **3.3.20 Unipure Red LC381, Yellow LC182, Black LC989**

Jedná sa o červený, žltý a čierny oxid železitý, ktoré sú využívané ako farebné pigmenty v kozmetickom priemysle pre ich vysokú čistotu. Dodávané sú vo forme prášku, nerozpustnom vo vode, avšak s dobrou stálosťou na svetle [51].

### 3.4 Príprava vzorkov

V tejto diplomovej práci bolo pripravených celkom 27 vzoriek líšiacich sa v zložení. Receptúra bola navrhnutá firmou, ktorá dodala i potrebný materiál. Na základe konzultácie s danou firmou došlo k optimalizácii tejto receptúry tak, aby výsledný produkt bol z fyzikálne–chemického hľadiska stabilný a zároveň spĺňal parametre štandardov pre certifikovanú prírodnú kozmetiku (CPK).

Začiatok vývoja spočíval v zoznámení sa s postupom prípravy samotného krému bez použitia pigmentov a oxidu titaničitého. Ďalším krokom bola príprava vzorku č. 5 na základe dodanej receptúry (*Tabuľka 3*). Kvôli vysokému obsahu oxidu titaničitého a pigmentov, došlo u vzorku č. 6 (*Tabuľka 3*) k optimalizácii receptúry znížením ich koncentrácie a vytvorením tak svetlého odtieňu.

*Tabuľka 3: Receptúra vzorku č. 5 a 6*

| Látka                        | VZORKA 5             | VZORKA 6             |
|------------------------------|----------------------|----------------------|
|                              | Koncentrácia [hm. %] | Koncentrácia [hm. %] |
| <i>Vodná fáza</i>            |                      |                      |
| Aloe Vera gel                | 44,4                 | 46,4                 |
| Glycerol                     |                      |                      |
| Keltrol                      | 4,3                  | 4,3                  |
| Dermosoft 1358               |                      |                      |
| Natpurefilm AP               |                      |                      |
| <b>Celkom vodnej fáze:</b>   | <b>48,7</b>          | <b>50,7</b>          |
| <i>Olejová fáza</i>          |                      |                      |
| Ricinový olej                | 30,0                 | 30                   |
| Mokřadkový olej              |                      |                      |
| Jojobový olej                |                      |                      |
| Arganový olej                |                      |                      |
| Squalan                      |                      |                      |
| Magnesium stearát            | 11,3                 | 11,3                 |
| TEGO CARE 450                |                      |                      |
| Dermofeel SL                 |                      |                      |
| Ercarel TCC                  |                      |                      |
| Včelí vosk                   |                      |                      |
| TiO <sub>2</sub>             | 10,0                 | 8,0                  |
| Žlutý pigment                |                      |                      |
| červený pigment              |                      |                      |
| Černý pigment                |                      |                      |
| <b>Celkom olejovej fáze:</b> | <b>41,3</b>          | <b>49,3</b>          |

Ďalším postupom v optimalizácii receptúry bolo pridanie ultračistej deionizovanej vody do vodnej fáze u vzorku č. 8 (*Tabuľka 4*) s cieľom vytvoriť menej tuhú konzistenciu.

U vzorku č. 20 (*Tabuľka 4*) bola pridaná do vodnej fáze ružová voda z extraktu lupeňov ruží pre jej čistiace a dezinfekčné vlastnosti a znížený obsah olejov oproti vzorku č. 8 v olejovej fáze, kvôli príliš masnému pocitu po nanosení na pokožku pleti.

*Tabuľka 4: Receptúra vzorku č. 8 a 20*

| Látka                        | VZORKA 8             | VZORKA 20            |
|------------------------------|----------------------|----------------------|
|                              | Koncentrácia [hm. %] | Koncentrácia [hm. %] |
| <i>Vodná fáza</i>            |                      |                      |
| Voda / Ružová voda           | 46,1                 | 52,9                 |
| Aloe Vera gel                |                      |                      |
| Glycerol                     |                      |                      |
| Keltrol                      | 4,3                  | 4,3                  |
| Dermosoft 1358               |                      |                      |
| Natpurefilm AP               |                      |                      |
| <b>Celkom vodnej fáze:</b>   | <b>50,4</b>          | <b>57,2</b>          |
| <i>Olejová fáza</i>          |                      |                      |
| Ricinový olej                | 30,0                 | 23,5                 |
| Mokřadkový olej              |                      |                      |
| Jojobový olej                |                      |                      |
| Arganový olej                |                      |                      |
| Squalan                      |                      |                      |
| Magnesium stearát            | 11,3                 | 11,3                 |
| TEGO CARE 450                |                      |                      |
| Dermofeel SL                 |                      |                      |
| Ercarel TCC                  |                      |                      |
| Včelí vosk                   |                      |                      |
| TiO <sub>2</sub>             | 8,3                  | 8,0                  |
| Žlutý pigment                |                      |                      |
| červený pigment              |                      |                      |
| Černý pigment                |                      |                      |
| <b>Celkom olejovej fáze:</b> | <b>49,6</b>          | <b>42,8</b>          |

Vyhovujúca konzistencia bola vytvorená znížením množstva olejov v olejovej fáze na 4 hm. % u vzorku č. 9 (*Tabuľka 5*).

Ďalšou optimalizáciou bolo množstvo pigmentov. Zdvojnásobnením čierneho pigmentu u vzorku č. 14 (*Tabuľka 5*) bolo dosiahnuté vyrobenie vhodného svetlého odtieňu, ktorý viac splýva s odtieňom stredoeurópskej pokožky pleti.

Tabuľka 5: Receptúra vzorku č. 9 a 14

| Látka                        | VZORKA 9             | VZORKA 14            |
|------------------------------|----------------------|----------------------|
|                              | Koncentrácia [hm. %] | Koncentrácia [hm. %] |
| <i>Vodná fáza</i>            |                      |                      |
| Aloe Vera gel                | 56,4                 | 56,3                 |
| Glycerol                     |                      |                      |
| Keltrol                      | 4,3                  | 4,3                  |
| Dermosoft 1358               |                      |                      |
| Natpurefilm AP               |                      |                      |
| <b>Celkom vodnej fáze:</b>   | <b>60,7</b>          | <b>60,6</b>          |
| <i>Olejová fáza</i>          |                      |                      |
| Ricinový olej                | 20,0                 | 20,0                 |
| Mokřadkový olej              |                      |                      |
| Jojobový olej                |                      |                      |
| Arganový olej                |                      |                      |
| Squalan                      |                      |                      |
| Magnesium stearát            | 11,3                 | 11,3                 |
| TEGO CARE 450                |                      |                      |
| Dermofeel SL                 |                      |                      |
| Ercarel TCC                  |                      |                      |
| Včelí vosk                   |                      |                      |
| TiO <sub>2</sub>             | 8,0                  | 8,1                  |
| Žlutý pigment                |                      |                      |
| červený pigment              |                      |                      |
| Černý pigment                |                      |                      |
| <b>Celkom olejovej fáze:</b> | <b>39,3</b>          | <b>39,4</b>          |

Nasledujúcim problémom bolo drolenie sa po nanosení vytvorených BB krémov na pokožku pleti. To bolo vyriešené u vzorku č. 25 (Tabuľka 6) vynechaním látky Natpurefilm AP vo vodnej fáze, ktorá vytvára v kozmetických prípravkoch filmovú vrstvu a tak spôsobuje drolenie.

Poslednou optimalizáciou receptúry bolo vytvorenie vzorku č. 26 (Tabuľka 6), ktorý vďaka obsahu 2 hm. % bentonitu v olejovej fáze nevytvára na povrchu pokožke pleti lesklý film a plet' zmatňuje.

Tabuľka 6: Receptúra vzorku č. 25 a 26

| Látka                        | VZORKA 25            | VZORKA 26            |
|------------------------------|----------------------|----------------------|
|                              | Koncentrácia [hm. %] | Koncentrácia [hm. %] |
| <i>Vodná fáza</i>            |                      |                      |
| Aloe Vera gel                | 57,4                 | 55,4                 |
| Glycerol                     |                      |                      |
| Keltrol                      | 3,3                  | 3,3                  |
| Dermosoft 1358               |                      |                      |
| <b>Celkom vodnej fáze:</b>   | <b>60,7</b>          | <b>58,7</b>          |
| <i>Olejová fáza</i>          |                      |                      |
| Ricinový olej                | 20,0                 | 20,0                 |
| Mokřadkový olej              |                      |                      |
| Jojobový olej                |                      |                      |
| Arganový olej                |                      |                      |
| Squalan                      |                      |                      |
| Magnesium stearát            | 11,3                 | 13,3                 |
| TEGO CARE 450                |                      |                      |
| Dermofeel SL                 |                      |                      |
| Ercarel TCC                  |                      |                      |
| Včelí vosk                   |                      |                      |
| Bentonit                     | 8,1                  | 8,1                  |
| TiO <sub>2</sub>             |                      |                      |
| Žlutý pigment                |                      |                      |
| červený pigment              |                      |                      |
| Černý pigment                |                      |                      |
| <b>Celkom olejovej fáze:</b> | <b>39,4</b>          | <b>41,4</b>          |

Po vytvorení vhodného svetlého odtieňu, bolo potrebné na základe ďalších optimalizácií vyvinúť odtieň tmavý. Postupnými zmenami pôvodnej receptúry sa nakoniec podarilo vytvoriť najviac vyhovujúci tmavý odtieň u vzorku č. 27 (Tabuľka 7).

Ostatné receptúry BB krémov tmavého odtieňu vykazujúce rovnaké vlastnosti v konzistencii, zmatnení a drobení ako BB krémy svetlého odtieňu, líšiacie sa len množstvom pigmentov sa nachádzajú v Prílohách.

Tabuľka 7: Receptúra vzorku č. 10 a 27

| Látka                        | VZORKA 10            | VZORKA 27            |
|------------------------------|----------------------|----------------------|
|                              | Koncentrácia [hm. %] | Koncentrácia [hm. %] |
| <i>Vodná fáza</i>            |                      |                      |
| Aloe Vera gel                | 45,8                 | 59,1                 |
| Glycerol                     |                      |                      |
| Keltrol                      | 4,3                  | 3,3                  |
| Dermosoft 1358               |                      |                      |
| Natpurefilm AP               |                      |                      |
| <b>Celkom vodnej fáze:</b>   |                      |                      |
| <i>Olejová fáza</i>          |                      |                      |
| Ricinový olej                | 30,0                 | 20,0                 |
| Mokřadkový olej              |                      |                      |
| Jojobový olej                |                      |                      |
| Arganový olej                |                      |                      |
| Squalan                      |                      |                      |
| Magnesium stearát            | 11,3                 | 11,3                 |
| TEGO CARE 450                |                      |                      |
| Dermofeel SL                 |                      |                      |
| Ercarel TCC                  |                      |                      |
| Včelí vosk                   |                      |                      |
| TiO <sub>2</sub>             | 8,6                  | 6,3                  |
| Žltý pigment                 |                      |                      |
| červený pigment              |                      |                      |
| Černý pigment                |                      |                      |
| <b>Celkom olejovej fáze:</b> | <b>49,9</b>          | <b>37,6</b>          |

### 3.5 Postup prípravy

- Najprv boli navážené na analytických váhach jednotlivé fázy zvlášť vodná a olejová do dvoch sklenených kadičiek.
- Následne boli obe kadičky zahrievané vo vodnom kúpeli za neustáleho miešania pomocou magnetickej miešačky po dobu 15 minút pri 50 °C.
- Medzitým boli navážené jednotlivé pigmenty (žltý, červený a čierny) spolu s oxidom titaničitým. Dôležité bolo ich dôkladné zmiešanie.
- Po rozpustení jednotlivých zložiek bola zmes pigmentov spolu s oxidom titaničitým postupne pridané do olejovej fáze.
- Bolo potrebné zahrievanie ďalších 15 minút pri teplote 65 °C za dôkladného miešania olejovej fáze.
- Po rozpustení pigmentov bola pri vyššej intenzite miešania postupne prikvapkávaná vodná fáza do olejovej fáze.
- Po spojení oboch fáz bola emulzia homogenizovaná pomocou lopatkového miešadla pri 6000 ot/min.

### **3.6 Stanovenie farebného odtieňu**

Pomocou spektrofotometru SF600 PLUS–CT od firmy Datacolor bol porovnaný farebný odtieň pripravených BB krémov s dodanými komerčnými vzorkami, pokladanými za vzorové. Pred samotným spustením merania bola dôležitá kalibrácia prístroja pomocou kalibračných dosiek o presne definovaných odtieňoch bielej. Príprava vzorku spočívala v nanosení malého množstva, približne 1 g BB krému na plastovú Petriho misku a jeho rovnomernom rozotrení pomocou priehľadnej potravinárskej fólie. Dôraz bol kladený na to, aby pod potravinárskou fóliou nevznikali vzduchové bubliny. Zmeraním takto pripravených vzoriek pomocou spektrofotometru SF600 PLUS–CT vo viacerých polohách bola na základe nameraných hodnôt farebných koordinát a vizuálneho porovnania zhodnotená podobnosť farebného odtieňu pripravených BB krémov s dodanými komerčnými vzorkami.

### **3.7 Stanovenie SPF faktoru**

Ďalší dôležitý faktor sledovaný v kozmetickom priemysle je účinnosť ochrany pred slnečným žiarením (SPF). Vývoj nových efektívnych metód pre stanovenie faktoru ochrany pred slnečným žiarením je podmienenou súčasťou pri výrobe či už opaľovacích prostriedkov, ale i denných a BB krémov ktoré majú chrániť pokožku pred slnečným žiarením. Najčastejším testom hodnotenia účinnosti týchto prípravkov je in vivo testovanie. Vzhľadom na vysoké náklady a časovú náročnosť stanovenia SPF in vivo sú však preferované in vitro metódy. Meranie in vitro je rýchle, praktické a ekonomické, avšak nie vždy úplne presné. V tejto diplomovej práci bolo stanovené SPF pripravených BB krémov in vitro. Prvý spôsob stanovenia spočíval v zriedení pripravených BB krémov etanolom na požadovanú koncentráciu a následnom zmeraní absorčného spektra na UV-VIS spektrofotometre. Druhý spôsob stanovenia prebiehal nanosením vzoriek na polymetametakrylátové (PMMA) dosičky. U tejto metódy bola hodnotená priepustnosť UV žiarenia tenkou vrstvou pomocou spektrofotometra pred a po UV ožiarení. V oboch prípadoch bolo stanovené SPF vyhodnotením nameraných hodnôt pomocou Mansurovej rovnice.

### **3.8 Stanovenie reologických vlastností pomocou reometru AR-G2**

Charakterizácia viskoelastických vlastností u pripravených BB krémov prebiehala na základe reologického merania pomocou reometru AR–G2 od firmy TA Instruments. Pre meranie bolo potrebné zvoliť vhodnú geometriu, v našom prípade doska–doska. Po kalibrácii a následnom vytemperovaní prístroja na požadovanú teplotu 25 °C nasledovalo rotačné mapovanie pohyblivej časti geometrie a jej nastavenie do nulovej pozície. Samotné meranie spočívalo v nanosení približne 1 g BB krému na peltier plate reometru a následnom zmeraní závislosti zdanlivej viskozity na šmykovej rýchlosti pomocou pohyblivého oceľového senzoru. Medzi jednotlivými meraniami bolo dôležité dôkladné očistenie oboch dosiek pomocou destilovanej vody a ethanolu. Každé meranie bolo zopakované najmenej dvakrát. Namerané dáta boli vyhodnotené pomocou programu TA Data Analysis a následne spracované v Microsoft Excel. Na základe vyhodnotených tokových kriviek bol charakterizovaný typ materiálu pripravených BB krémov.

### **3.9 Stanovenie stability pomocou analytickej odstredivky LUMiSizer**

Stabilita pripravených BB krémov bola stanovená pomocou analytickej odstredivky LUMiSizer, ktorá umožňuje urýchlené vyhodnotenie procesov prebiehajúcich vnútri disperzných sústav. Pred samotným spustením merania bolo potrebné nadávkovať pripravené BB krémy pomocou injekčnej striekačky po rysku polykarbonátových kyviet. Správne nadávkované kyvety bez prítomnosti vzduchových bublín boli uzavreté zátkou a vložené do rotoru prístroja. Ďalej bolo potrebné nastaviť počet otáčok za minútu na 4000 a vytemperovať prístroj na požadovanú teplotu. Samotné meranie prebiehalo súčasne v 12 kyvetách pri teplote 15, 25, 35 a 45 °C po dobu 17 hodín. Namerané transmitančné profily predstavujúce závislosť transmitancie na vzdialenosti od stredu rotoru boli následne vyhodnotené pomocou programu SEView. Na základe tvaru transmitančných kriviek a nameraných hodnôt indexu nestability bola vyhodnotená stabilita jednotlivých BB krémov.

### **3.10 Teplotné testy stability**

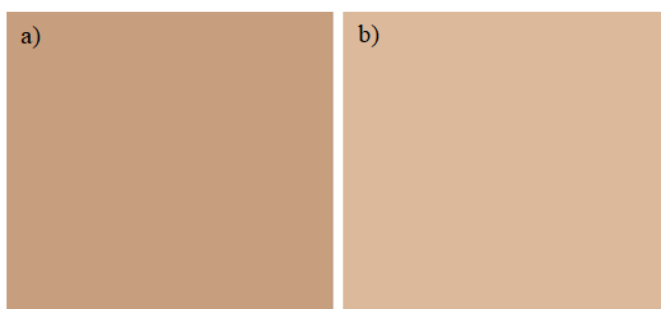
Výhodou teplotných testov stability je, že vystavením vzoriek zvýšenej teplote dôjde k urýchleniu prebiehajúcich procesov vnútri emulzie a možnosti vyhodnotiť tak celkovú stabilitu systému. Obecné platí, že ak produkt skladovaný pri teplote 40 °C vykazuje po dobu troch mesiacov stabilitu je možné predpokladať, že bude stabilný pri izbovej teplote 25 °C po dobu dvoch rokov. Teplotné testy stability prebiehali nadávkovaním pripravených BB krémov do sklenených skúmaviek s objemom 5 ml, ich následnom umiestnení do sušiarne pri teplote 40 °C a sledovaní zmien po dobu 6 mesiacov.

## 4. VÝSLEDKY A DISKUSIE

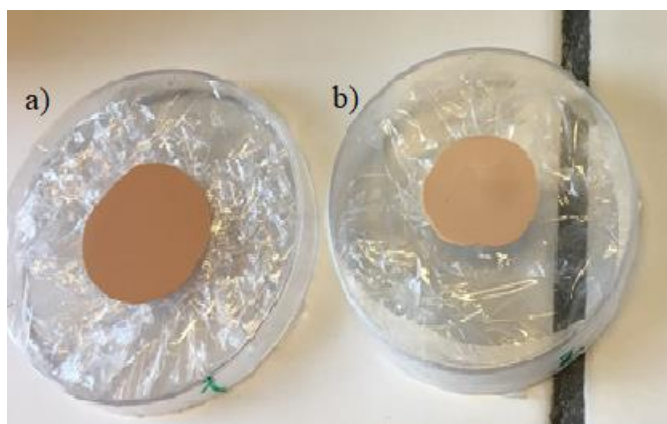
### 4.1 Meranie farebného odtieňu

Meranie farebného odtieňu vybraných 6 vzoriek prebiehalo za účelom porovnania s odtieňmi 2 komerčných vzoriek, ktoré boli dodané firmou a pokladané za vzorové. Namerané hodnoty farebných koordinát všetkých 8 vzoriek sú v *Tabuľke 8*.

Vizuálnym porovnaním komerčných vzoriek na *Obrázku 8* je vidieť, že vzorka č. 1 (a) predstavuje tmavý odtieň na rozdiel od vzorku č. 2 (b), ktorý má odtieň svetlý. Meraním farebných koordinát u komerčných vzoriek boli potvrdené tieto predpoklady, na základe výsledných hodnôt jasnosti, belosti a žltosti. Tmavý odtieň (a) má nižšiu hodnotu jasnosti a belosti, ale vyššiu hodnotu žltosti v porovnaní so svetlým odtieňom (b).



*Obrázok 8: Porovnanie odtieňov komerčných BB krémov vzorku č. 1 (a) a vzorku č. 2 (b) pomocou DATACOLOR*



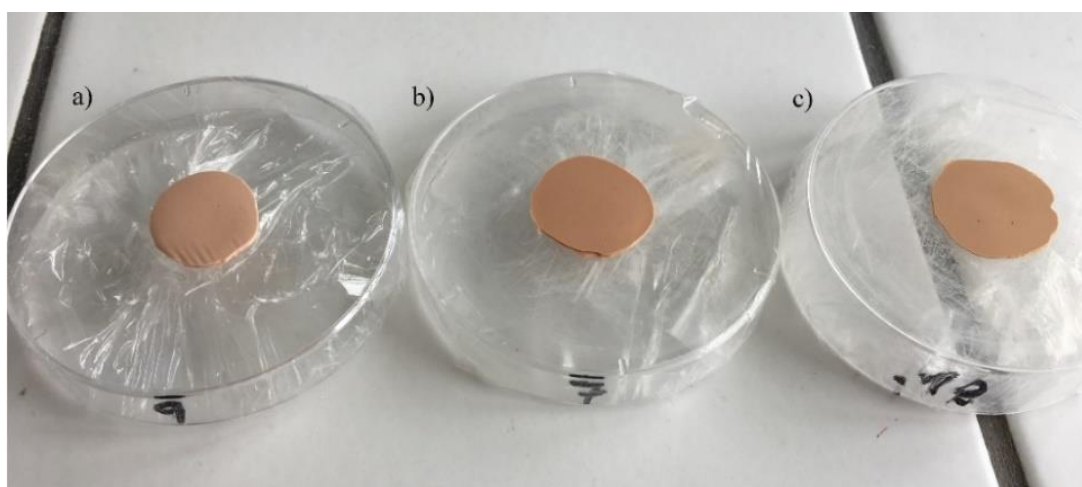
*Obrázok 9: Porovnanie odtieňov komerčných BB krémov vzorku 1 (a) a vzorku 2 (b) pomocou DATACOLOR*

Meraním pripravených vzoriek bolo vidieť, že svetlý odtieň vzorku č. 9 má veľmi podobné hodnoty jasnosti, belosti i žltosti ako komerčná vzorka č. 2. Avšak svetlý odtieň vzorku č. 14 sa líši od vzorku č. 2 a 9 v hodnotách belosti a žltosti, čo môže byť spôsobené obsahom dvojnásobne väčšieho množstva čierneho pigmentu.

Tmavý odtieň vzorku č. 7, 12 a 27 opäť vykazujú veľmi podobné hodnoty farebných koordinát ako komerčná vzorka č. 1. Rozdiel spočíva len v belosti a žltosti u vzorku č. 13, kde je opäť obsah čierneho pigmentu dvojnásobne väčší.



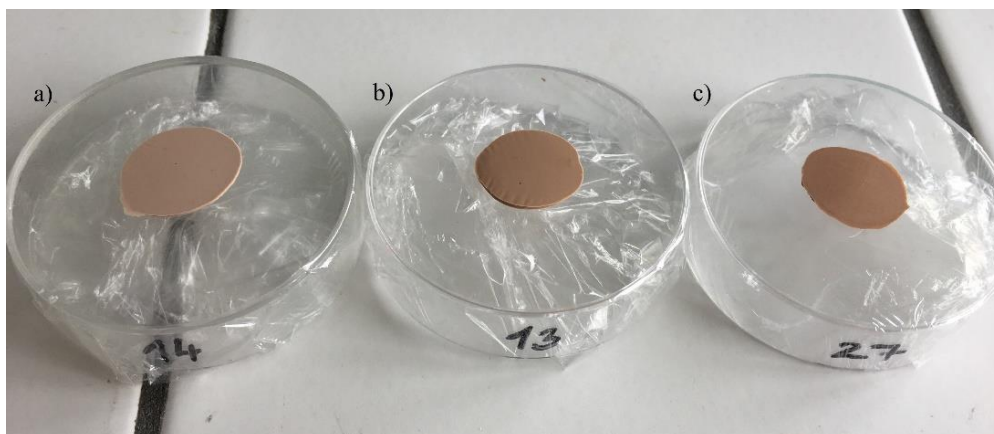
Obrázok 10: Porovnanie odtieňov BB krémov vzorku č. 9 (a), vzorku č. 7 (b) a vzorku č. 12 (c) pomocou DATACOLOR



Obrázok 11: Porovnanie odtieňov BB krémov vzorku č. 9 (a), vzorku č. 7 (b) a vzorku č. 12 (c) pomocou DATACOLOR



Obrázok 12: Porovnanie odtieňov BB krémov vzorku č. 14 (a), vzorku č. 13 (b) a vzorku č. 27 (c) pomocou DATACOLOR



Obrázok 13: Porovnanie odtieňov BB krémov vzorku č. 14 (a), vzorku č. 13 (b) a vzorku č. 27 (c) pomocou DATACOLOR

Porovnaním nameraných farebných koordinát je možné zhodnotiť, že najviac podobné komerčným BB krémom sú odtiene pripravených BB krémov vzoriek č. 7, 9 a 12. Vzorky č. 13, 14 a 27 kvôli vyššiemu obsahu čierneho pigmentu sa líšia v hodnotách belosti a žltosti.

Na základe vizuálneho pozorovania je tiež vidieť, že Obrázok 8 má väčšiu podobnosť s Obrázkom 10 ako v prípade Obrázku 12, ktorého farby vykazujú skôr odtiene studenej hnedej až sivej.

Tabuľka 8: Namerané hodnoty farebných koordinát pomocou DATACOLOR

| Vzorok | Jas   | Belosť | Žltosť | a*    | b*    | L*    |
|--------|-------|--------|--------|-------|-------|-------|
| 1      | 22,91 | -82,19 | 59,70  | 12,90 | 20,37 | 66,49 |
| 2      | 32,81 | -52,97 | 49,15  | 10,11 | 18,76 | 74,62 |
| 7      | 22,81 | -76,32 | 60,01  | 14,84 | 19,18 | 65,85 |
| 9      | 30,95 | -47,77 | 49,04  | 12,56 | 16,67 | 71,98 |
| 12     | 24,33 | -79,96 | 60,30  | 13,61 | 20,90 | 68,33 |
| 13     | 23,16 | -57,45 | 47,95  | 10,86 | 14,88 | 63,75 |
| 14     | 31,59 | -26,04 | 35,24  | 8,35  | 11,51 | 69,59 |
| 27     | 19,36 | -72,94 | 54,07  | 12,01 | 16,14 | 60,33 |

## 4.2 Stanovenie SPF faktoru

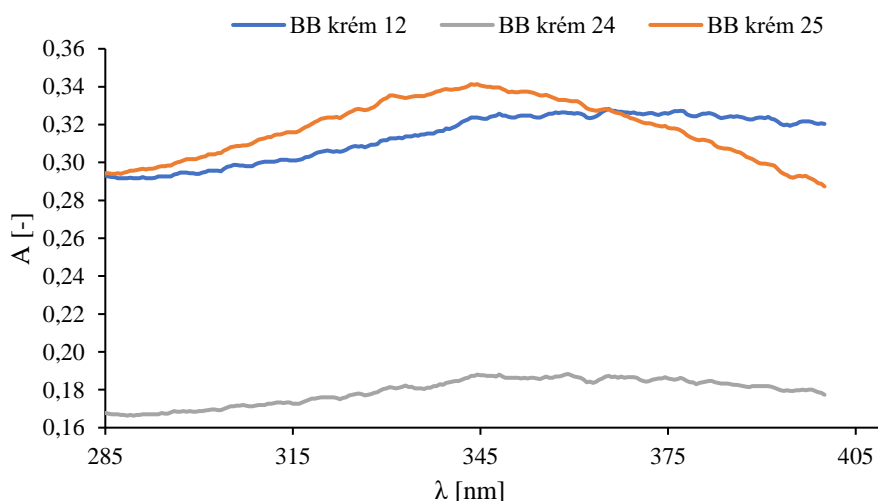
SPF faktor pripravených BB krémov bol najprv vypočítaný pomocou BASF Sunscreen Simulator [52]. Vzorky s obsahom 5 hm. % oxidu titaničitého predstavujú SPF 9. Zvýšením obsahu oxidu titaničitého na 7,5 hm. % došlo i k zvýšeniu hodnoty SPF na 14.

Experimentálne stanovenie SPF prebiehalo zriedením pripravených BB krémov etanolom na koncentráciu 200 µg/ml a následným zmeraním absorpčného spektra na UV-VIS spektrofotometre v rozmedzí 200–800 nm s krokom 5 nm. Z nameraných dát boli vybrané hodnoty absorbancií pre hodnoty vlnovej dĺžky v rozmedzí 290–320 nm, z ktorých bolo vypočítané SPF pomocou Mansurovej rovnice. Výsledky sú uvedené v *Tabuľke 9*.

Tabuľka 9: Vypočítané hodnoty SPF u vzoriek č. 12, 24 a 25

| Vzorka | 1. meranie | 2. meranie | 3. meranie | SPF |
|--------|------------|------------|------------|-----|
| 12     | 3,02       | 2,90       | 3,00       | 3   |
| 24     | 1,70       | 1,72       | 1,69       | 2   |
| 25     | 3,08       | 3,05       | 3,09       | 3   |

Vynesením nameraných absorbancií pri vlnovej dĺžke 280–400 nm do grafu je možné vidieť, že vzorky č. 12 a 25 s rovnakým obsahom oxidu titaničitého 7,5 hm. % sa vyznačujú podobným absorpčným spektrom. Naopak absorpčné spektrum vzorky č. 24 s obsahom oxidu titaničitého 5 hm. % sa nachádza pri o polovicu nižšej absorbancii ako vzorky č. 12 a 25. Rozdiel je vidieť i vo vypočítanom SPF faktore pomocou Mansurovej rovnice, kde vzorky č. 12 a 25 sa vyznačujú dvojnásobne vyššou hodnotou SPF faktoru ako vzorka č. 24.



Obrázok 14: Absorpčné UV-VIS spektrum pre BB krém 12, 24 a 25

Druhý spôsob stanovenia SPF prebiehal podľa normy ISO 2443. Pripravené BB krémy boli nanosené na drsnú stranu polymetylmakrylátovej (PMMA) dosičky. Po rovnomernom rozotrení nasledovalo ich zmeranie pomocou UV-VIS spektrofotometru v rozmedzí vlnových dĺžok 290–400 nm s krokom 5 nm pred a po vystavení UV žiareniu. Namerané hodnoty boli následne prevedené do výpočtového programu, kde pomocou Mansurovej rovnice bol stanovený SPF faktor.

Tabuľka 10: Vypočítané hodnoty SPF pred a po UV ožiarení u vzorky č. 24

| Meranie pred UV ožiarením |     |      |     |      |     | Meranie po UV ožiarením |     |      |     |      |     |
|---------------------------|-----|------|-----|------|-----|-------------------------|-----|------|-----|------|-----|
| 1.                        | SPF | 2.   | SPF | 3.   | SPF | 1.                      | SPF | 2.   | SPF | 3.   | SPF |
| 5,41                      | 5   | 6,77 | 6   | 6,39 | 6   | 5,61                    | 5   | 5,76 | 5   | 6,52 | 6   |
| 6,05                      | 6   | 6,68 | 6   | 6,88 | 6   | 5,48                    | 5   | 5,75 | 5   | 6,27 | 6   |
| 6,41                      | 6   | 6,28 | 6   | 6,72 | 6   | 5,81                    | 5   | 6,14 | 6   | 5,91 | 5   |
| 7,22                      | 7   | 6,58 | 6   | 6,49 | 6   | 5,59                    | 5   | 6,66 | 6   | 5,79 | 5   |
| 6,45                      | 6   | 6,37 | 6   | 6,92 | 6   | 5,53                    | 5   | 5,80 | 5   | 6,30 | 6   |

Tabuľka 11: Vypočítané hodnoty SPF pred a po UV ožiarení u vzorky č. 25

| Meranie pred UV ožiarením |     |      |     |      |     | Meranie po UV ožiarením |     |      |     |      |     |
|---------------------------|-----|------|-----|------|-----|-------------------------|-----|------|-----|------|-----|
| 1.                        | SPF | 2.   | SPF | 3.   | SPF | 1.                      | SPF | 2.   | SPF | 3.   | SPF |
| 9,08                      | 9   | 9,66 | 9   | 9,67 | 9   | 8,41                    | 8   | 8,47 | 8   | 9,02 | 9   |
| 9,50                      | 9   | 9,89 | 9   | 9,76 | 9   | 8,47                    | 8   | 9,06 | 9   | 8,91 | 8   |
| 9,09                      | 9   | 9,15 | 9   | 9,03 | 9   | 8,96                    | 8   | 8,60 | 8   | 8,90 | 8   |
| 8,94                      | 8   | 9,01 | 9   | 9,30 | 9   | 9,13                    | 9   | 8,45 | 8   | 8,83 | 8   |
| 9,50                      | 9   | 9,39 | 9   | 9,62 | 9   | 8,17                    | 8   | 8,68 | 8   | 9,67 | 9   |

Tabuľka 12: Zaokrúhlené hodnoty SPF pred a po UV ožiarení u vzoriek č. 24 a 25

| Vzorka | Meranie           | 1.   | 2.   | 3.   | SPF |
|--------|-------------------|------|------|------|-----|
| 24     | Pred UV ožiarením | 6,31 | 6,53 | 6,68 | 6   |
|        | Po UV ožiarením   | 5,60 | 6,02 | 6,16 | 6   |
| 25     | Pred UV ožiarením | 9,22 | 9,42 | 9,47 | 9   |
|        | Po UV ožiarením   | 8,63 | 8,65 | 9,07 | 9   |

Z vyhodnotených výsledkov SPF je vidieť, že vzorka č. 25, ktorá obsahuje väčšie množstvo oxidu titaničitého nadobúda vyššie hodnoty SPF na rozdiel od vzorky č. 24. Ďalej je vidieť rozdiel v hodnotách pred a po vystavení vzoriek UV žiareniu. V oboch prípadoch dochádza k poklesu hodnôt SPF po ožiarení vzoriek UV žiarením.

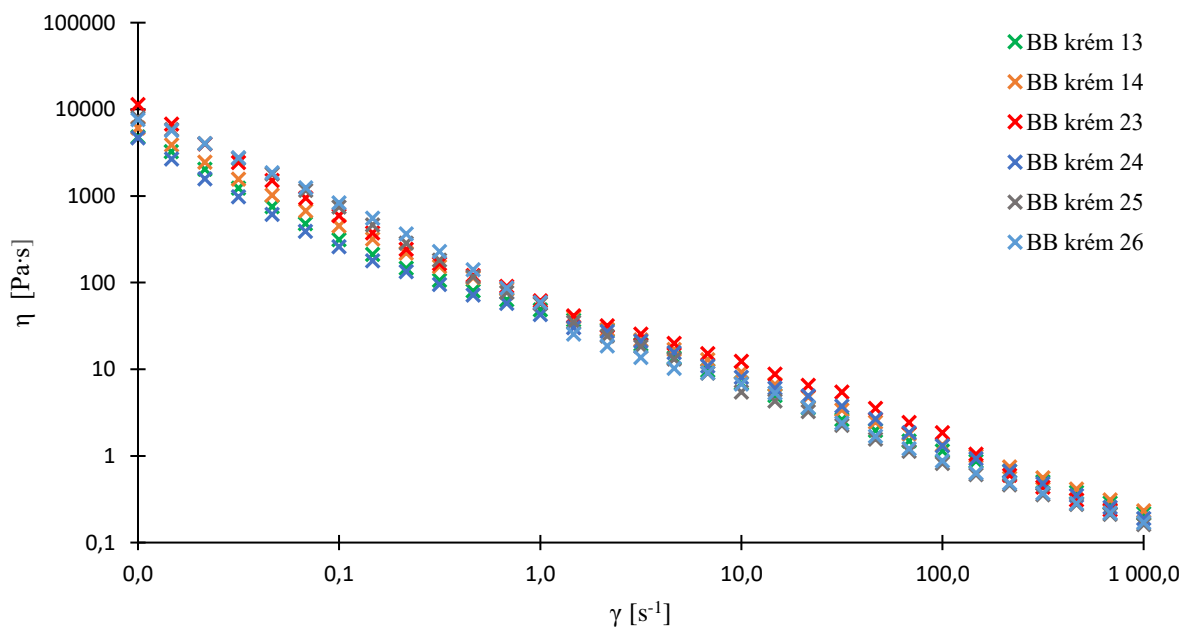
Porovnaním výsledkov z meraní v prvom prípade pomocou riedenia etanolom a v druhom prípade, kde bola skúmaná priepustnosť UV žiarenia tenkou vrstvou vzoriek proti slnečnému žiareniu je vidieť, že napriek tomu že sa jednalo o rovnaké vzorky výsledné hodnoty SPF sú odlišné. Nízke hodnoty SPF v prvom spôsobe merania môžu byť spôsobené problematickým rozpúšťaním vzoriek BB krémov v etanole. Hodnoty SPF v druhom spôsobe merania sa viac blížia teoretickým hodnotám nameraných pomocou BASF Sunscreen Simulator [52]. Preto je možné zhodnotiť, že spôsob merania v ktorom je potrebné riedenie nie je úplne vhodné. Na základe toho sa dá predpokladať druhý spôsob merania za presnejší.

### 4.3 Meranie reologických vlastností

Výsledkom reologického merania viskoelastických vlastností pomocou reometru AR–G2 pri 25 °C sú tokové krivky v závislosti zdanlivej viskozity na šmykovej rýchlosti, ktoré charakterizujú typ materiálu.

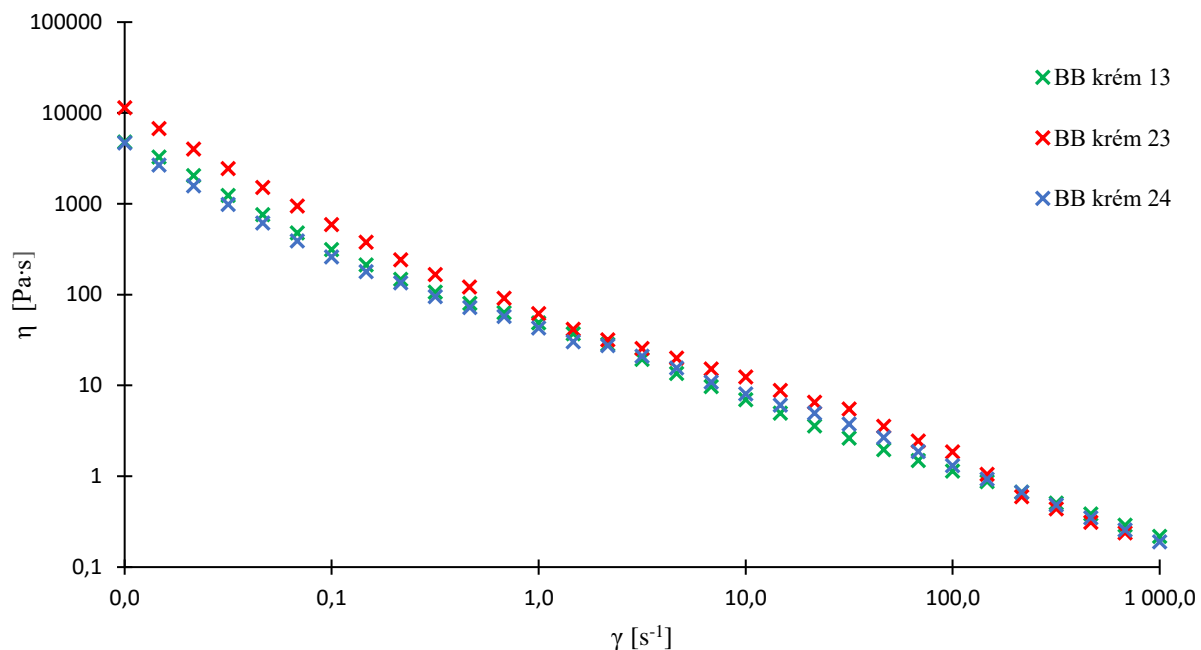
Z nameraných dát vybraných 6 reprezentatívnych vzoriek na *Obrázku 15* je vidieť, že viskozita vo všetkých prípadoch klesala so zvyšujúcou sa rýchlosťou šmykovej deformácie. Na základe tokových kriviek je teda možné potvrdiť, že všetky pripravené BB krémy patria medzi pseudoplastické materiály, ktoré sa vyznačujú neneutonským tokovým chovaním. Vďaka týmto vlastnostiam je BB krém schopný po rozotrení na pokožke vytvoriť súvislú ochrannú a zároveň kryciu vrstvu.

Porovnaním vzoriek tmavého odtieňu na *Obrázku 16* je vidieť, že vzorka č. 24 bez obsahu Natpure film AP má podobnú zdanlivú viskozitu pri minimálnom namáhaní ako vzorka č. 13, ktorej Natpure film AP je súčasťou vodnej fázy. Naopak vzorka č. 23, ktorá neobsahuje Natpure film AP, ale pozostáva z pridaného bentonitu do olejovej fázy vykazuje dvojnásobne vyššiu hodnotu zdanlivej viskozity pri minimálnom namáhaní ako vzorka č. 13 a 24.



*Obrázok 15: Závislosť zdanlivej viskozity na šmykovej rýchlosti BB krémov 13, 14, 23, 24, 25 a 26*

Z toho vyplýva, že Natpure film AP nemá vplyv na viskozitu na rozdiel od bentonitu, čo je možné potvrdiť i z hľadiska konzistencie. Vzorky č. 23 a 26 s obsahom bentonitu, ktoré vykazujú vyššiu zdanlivú viskozitu pri minimálnej šmykovej deformácii sa vyznačujú i oveľa tuhšou konzistenciou ako vzorky, ktorých bentonit nie je súčasťou. Podobné výsledky je možné vidieť i u svetlých odtieňov na *Obrázku 1* v Prílohe.

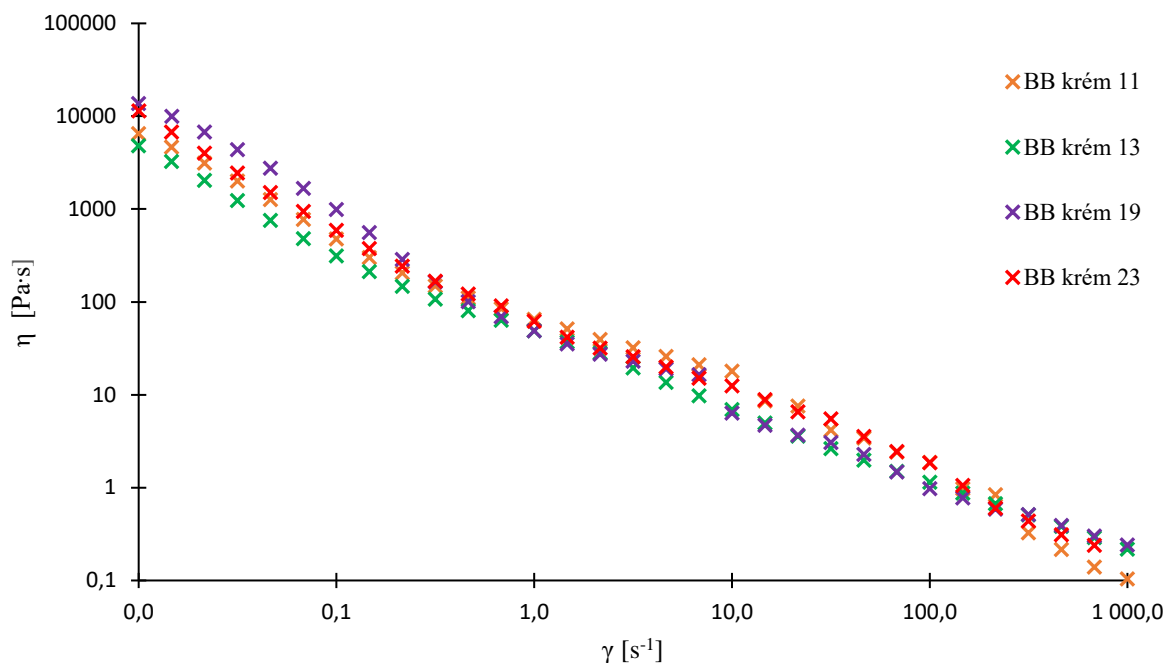


Obrázok 16: Závislosť zdanlivej viskozity na šmykovej rýchlosti BB krémov 13, 23 a 24

Na základe tokových kriviek na *Obrázku 17* je možné zhodnotiť, že prídavok ultračistej deionizovanej vody do vodnej fázy u vzorku č. 11 má za následok najnižšiu hodnotu zdanlivej viskozity pri maximálnom mechanickom namáhaní oproti ostatným vzorkám. Z toho vyplýva, že pri vyššej šmykovej deformácii dochádza k oddeleniu vody, čo bolo potvrdené i pri stanovení stability pomocou analytickej odstredivky LUMiSizer v kapitole 5.4.

Zmenou pomeru olejov v olejovej fáze u vzorku č. 19 bola naopak pozorovaná najvyššia hodnota zdanlivej viskozity pri minimálnom mechanickom namáhaní, ktorá nadobúdala takmer trojnásobne vyššiu hodnotu ako napríklad u vzorku č. 13. Táto vzorka sa vyznačuje tiež pomerne vysokou hodnotou zdanlivej viskozity i pri maximálnej šmykovej deformácii. Z čoho vyplýva, že i po mechanickom namáhaní bola zachovaná pomerne tuhá konzistencia, čo bolo potvrdené i na základe optického pozorovania.

Porovnaním nameraných hodnôt zdanlivej viskozity pri najnižšej a maximálnej šmykovej deformácii v *Tabuľke 13* je vidieť, že mechanickým namáhaním dochádza k rednutiu pripravených BB krémov. Avšak na rozdiel od viskozity pri najmenšom mechanickom namáhaní, ktorá nie je vo všetkých prípadoch rovnaká, tak pri maximálnej šmykovej deformácii sa hodnoty viskozity vo väčšine prípadov od seba výrazne nelíšia.



Obrázok 17: Závislosť zdanlivej viskozity na šmykovej rýchlosti BB krémov 11, 13, 19 a 23

Najvyššiu zdanlivú viskozitu vykazujú vzorky č. 9, 16, 18 a 20 u svetlých odtieňov a u vzoriek č. 7, 19 a 23 u tmavých odtieňov. Tieto vzorky sa tiež vyznačujú tuhšou konzistenciou na rozdiel od ostatných, ktorých zdanlivá viskozita vykazuje nižšie hodnoty.

Porovnaním svetlých a tmavých odtieňov je možné zhodnotiť, že vzorky svetlého odtieňu nadobúdajú častejšie vyššie hodnoty zdanlivej viskozity pri minimálnej šmykovej deformácii a vyznačujú sa tiež tuhšou konzistenciou na rozdiel od vzoriek tmavého odtieňu, čo môže byť spôsobené dvojnásobne väčším množstvom oxidu titaničitého nachádzajúceho sa v olejovej fáze, ktorý má značný vplyv na konzistenciu pripravených vzoriek.

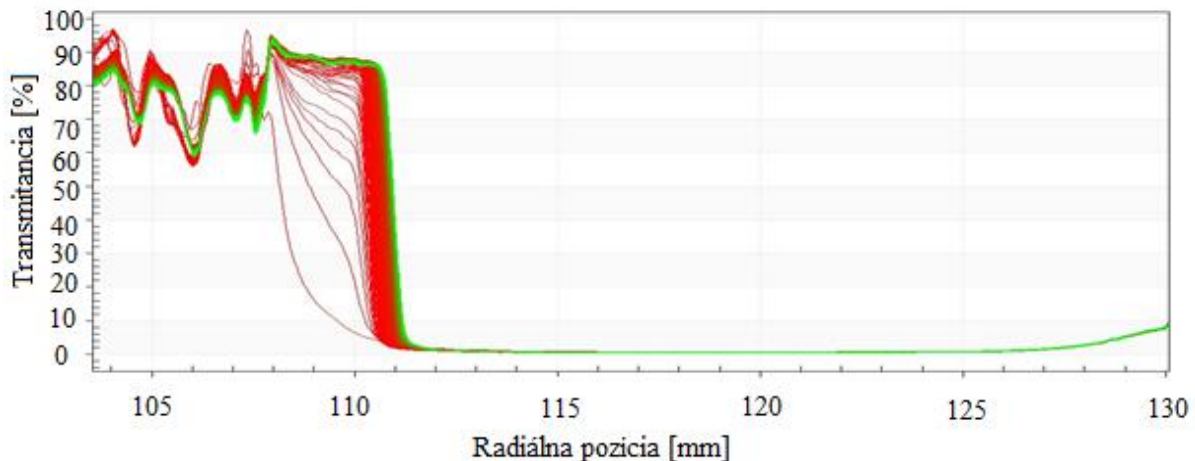
Tabuľka 13: Hodnoty zdanlivej viskozity pri minimálnej a maximálnej šmykovej rýchlosti

| Vzorka    | $\gamma = 0,01 \text{ s}^{-1}$   | $\gamma = 1000 \text{ s}^{-1}$   | Vzorka    | $\gamma = 0,01 \text{ s}^{-1}$   | $\gamma = 1000 \text{ s}^{-1}$   |
|-----------|----------------------------------|----------------------------------|-----------|----------------------------------|----------------------------------|
|           | $\eta \text{ [Pa}\cdot\text{s]}$ | $\eta \text{ [Pa}\cdot\text{s]}$ |           | $\eta \text{ [Pa}\cdot\text{s]}$ | $\eta \text{ [Pa}\cdot\text{s]}$ |
| <b>7</b>  | 16320                            | 0,2280                           | <b>18</b> | 15880                            | 0,2355                           |
| <b>9</b>  | 26150                            | 0,2611                           | <b>19</b> | 13680                            | 0,3011                           |
| <b>11</b> | 6476                             | 0,1037                           | <b>20</b> | 24320                            | 0,3218                           |
| <b>12</b> | 18250                            | 0,3721                           | <b>21</b> | 5200                             | 0,2442                           |
| <b>13</b> | 4804                             | 0,2179                           | <b>23</b> | 11390                            | 0,1897                           |
| <b>14</b> | 6088                             | 0,2320                           | <b>24</b> | 4690                             | 0,1893                           |
| <b>15</b> | 8532                             | 0,2463                           | <b>25</b> | 8206                             | 0,1636                           |
| <b>16</b> | 22790                            | 0,2833                           | <b>26</b> | 10320                            | 0,1680                           |
| <b>17</b> | 12940                            | 0,2457                           | <b>27</b> | 5956                             | 0,2147                           |

#### 4.4 Stanovenie stability pomocou analytickej odstredivky

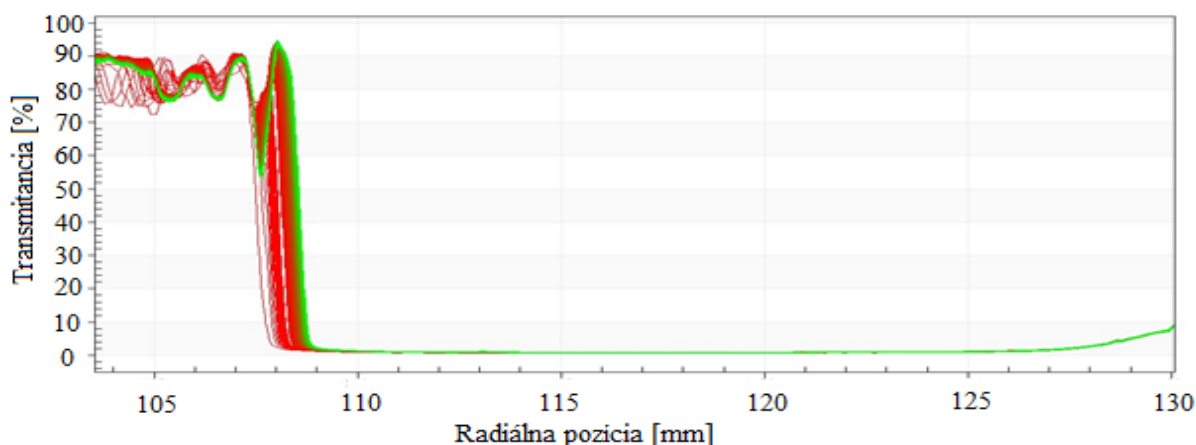
Meranie stability prebiehalo pomocou analytickej odstredivky LUMiSizer, ktorá je schopná určiť na základe tvaru a priebehu transmittančných kriviek stabilitu celého systému. Analýza prebiehala pri 25 °C a rýchlosti 4000 otáčok za minútu po dobu 17 hodín. Po zmeraní vzorkov na LUMiSizere boli namerané výsledky následne vyhodnotené pomocou programu SEPview. Pre zistenie miery stability bol ďalším dôležitým faktorom hodnota indexu nestability. Platí, že čím menšie hodnoty indexu nestability nadobúda, tým je možné pokladať systém za viac stabilný.

Na základe transmittančného profilu na *Obrázku 18* je zrejmé, že vzorka č. 5 pripravená podľa pôvodnej receptúry navrhnutej firmou s ktorou prebiehala spolupráca je nestabilná. Prvý transmittančný profil bol zaznamenaný v oblasti 108 nm, následným zmenšením vzdialenosti medzi transmittančnými profilmi je možné potvrdiť oddeľovanie jednotlivých fáz. To má za následok nestabilitu systému, ktorú je možné potvrdiť aj vysokou hodnotou indexu nestability v *Tabuľke 14*.



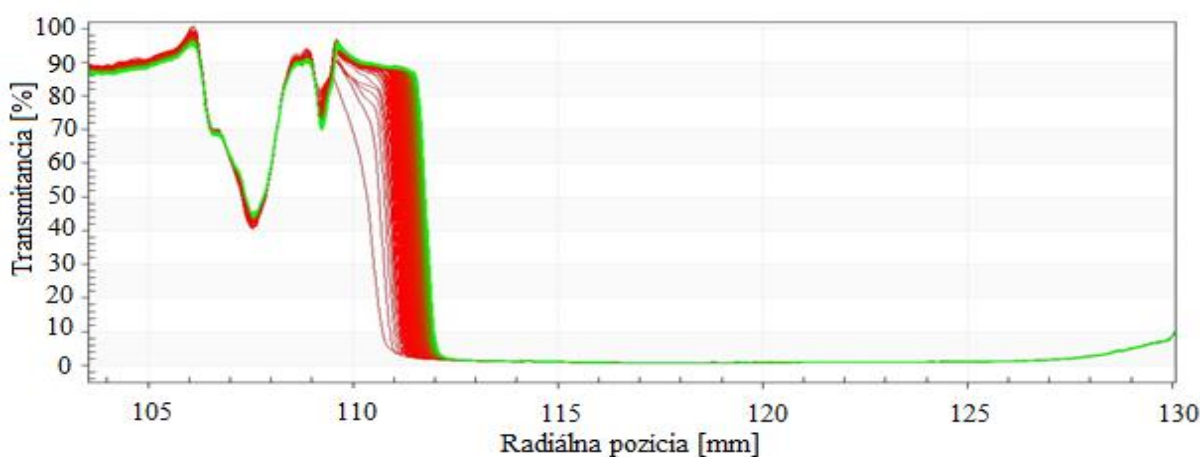
*Obrázok 18: Vyhodnotenie stability pomocou LUMiSizer vzorku č. 5 pri 25 °C*

Vzorka č. 6 vykazuje rovnako značnú nestabilitu, ale na rozdiel od vzorku č. 5 je vzdialenosť transmittančného profilu oddeľovania jednotlivých fáz menšia. To znamená, že separácia jednotlivých fáz a následná sedimentácia častíc vo vzorku bola menej intenzívna. Porovnaním hodnôt indexu nestability je možné potvrdiť, že sa jedná o menej nestabilný systém ako v prípade vzorku č. 5. To môže byť spôsobené menším množstvom pigmentov a oxidu titaničitého, ktoré ovplyvňujú stabilitu celého systému.



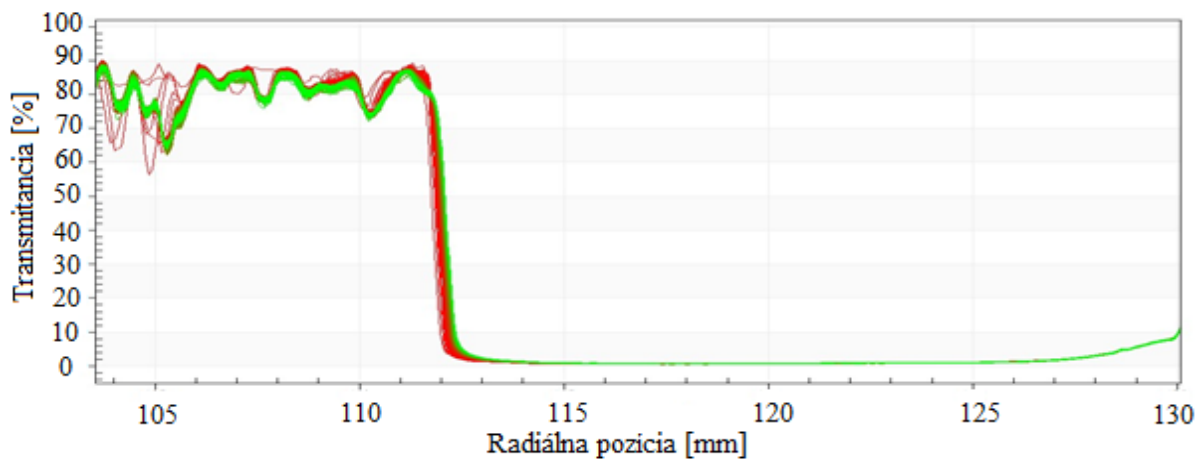
Obrázok 19: Vyhodnotenie stability pomocou LUMiSizer vzorku č. 8 pri 25 °C

Pridaním ultračistej deionizovanej vody do vodnej fázy vzorku č. 8 je opäť vidieť na Obrázku 19, že sa nejedná o stabilný systém. Avšak na rozdiel od predchádzajúcich vzoriek č. 5 a 6 dochádza k prvému transmittančnému profilu až v oblasti 110 nm. Nestabilita tohto vzorku bola viditeľná už pri laboratórnych podmienkach po 14 dňoch.

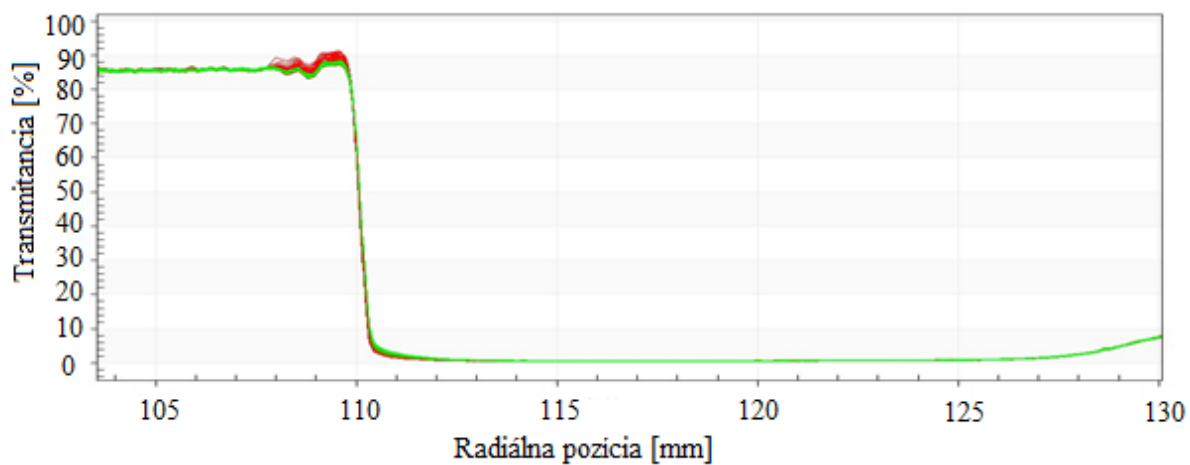


Obrázok 20: Vyhodnotenie stability pomocou LUMiSizer vzorku č. 6 pri 25 °C

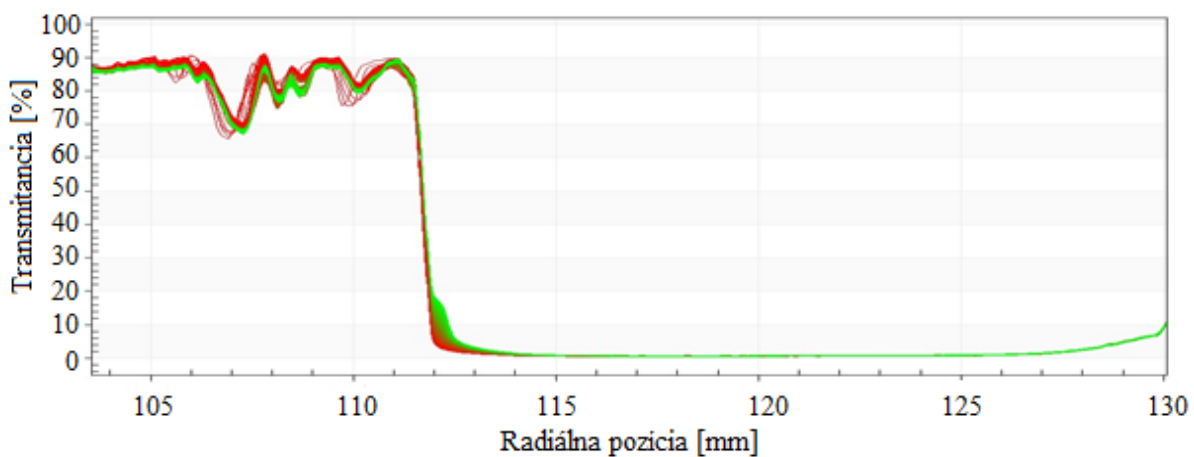
Zmeraním vzoriek č. 9, 14, 20 a 25 u ktorých bola výrazne upravená receptúra je na základe Obrázku 21, 22 a 23 vidieť, že nedochádza u transmittančného profilu k oddeľovaniu jednotlivých fáz, takže je možné hodnotiť tieto systémy ako stabilné. Hodnoty indexu nestability sú tiež v porovnaní s predchádzajúcimi vzorkami nižšie. Z nasledujúcich výsledkov je teda zrejmé, že množstvo olejov v olejovej fáze má najväčší vplyv na stabilitu daného systému.



Obrázok 21: Vyhodnotenie stability pomocou LUMiSizer vzorku č. 9 pri 25 °C

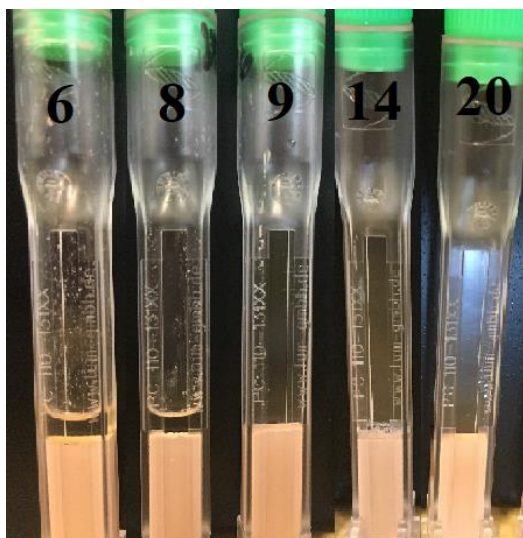


Obrázok 22: Vyhodnotenie stability pomocou LUMiSizer vzorku č. 14 pri 25 °C



Obrázok 23: Vyhodnotenie stability pomocou LUMiSizer vzorku č. 20 pri 25 °C

Ďalej boli tieto vzorky vyhodnotené pomocou vizuálneho pozorovania. Po odstredení pri 4000 ot/min a 25 °C je na základe vyčerenia v polykarbonátových kyvetách tiež možné určiť stabilitu systému. Pretože zatiaľ čo u nestabilných vzoriek č. 6 a 8 dochádza k rozdeleniu systému do dvoch fáz, kde na dne kyvety sa nachádza vodná fáza a nad ňou oddelená olejová fáza. U stabilných vzoriek č. 9, 14 a 20 k oddeleniu jednotlivých fáz nedochádza.



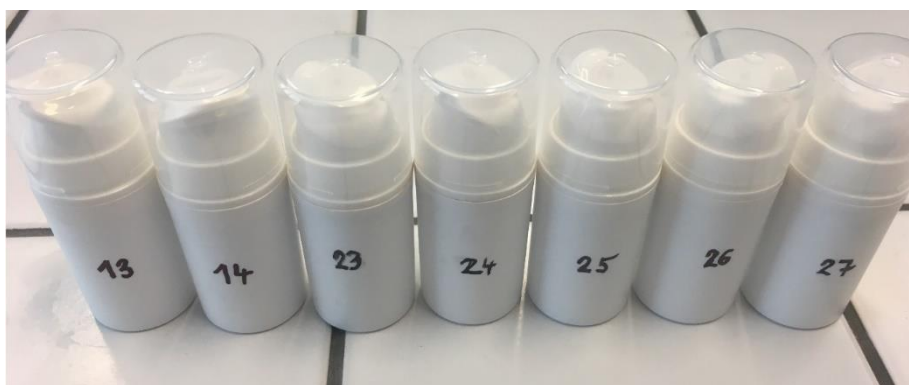
Obrázok 24: Výsledky stability vzoriek č. 6, 8, 9, 14 a 20 z LUMiSizer pri 25 °C

Porovnaním nameraných hodnôt indexu nestability všetkých pripravených vzoriek v *Tabuľke 14* je vidieť, že najviac stabilné sú vzorky č. 7, 15, 19, 20 a 21, ktoré nadobúdajú hodnoty menšie ako 0,010. Naopak za najviac nestabilný systém je možné pokladať vzorky č. 5, 6 a 8, ktorých hodnota indexu nestability je rádovo vyššia.

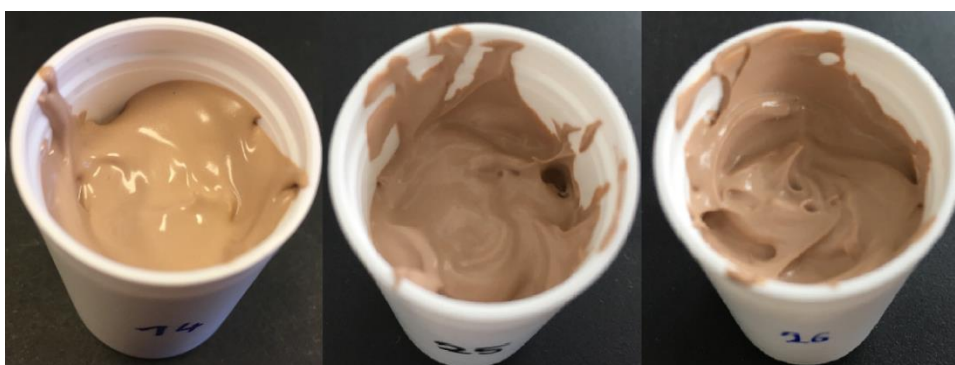
Tabuľka 14: Namerané hodnoty indexu nestability

| Vzorka | Index nestability | Vzorka | Index nestability |
|--------|-------------------|--------|-------------------|
| 5      | 0,113             | 15     | 0,006             |
| 6      | 0,079             | 16     | 0,018             |
| 7      | 0,008             | 17     | 0,013             |
| 8      | 0,096             | 18     | 0,011             |
| 9      | 0,016             | 19     | 0,004             |
| 11     | 0,014             | 20     | 0,009             |
| 12     | 0,018             | 21     | 0,008             |

Zo všetkých pripravených vzoriek bolo vybraných 7 reprezentatívnych (13, 14, 23, 24, 25, 26 a 27) vyobrazené na *Obrázku 25*, ktoré boli ďalej podrobené testovaniu stability pomocou analytickej odstredivky LUMiSizer pri rôznych teplotách (15, 25, 35 a 45 °C).



Obrázok 25: Vybrané reprezentatívne BB krémy 13, 14, 23, 24, 25, 26 a 27



Obrázok 26: Vybrané BB krémy 14, 25 a 26 – svetlý odtieň



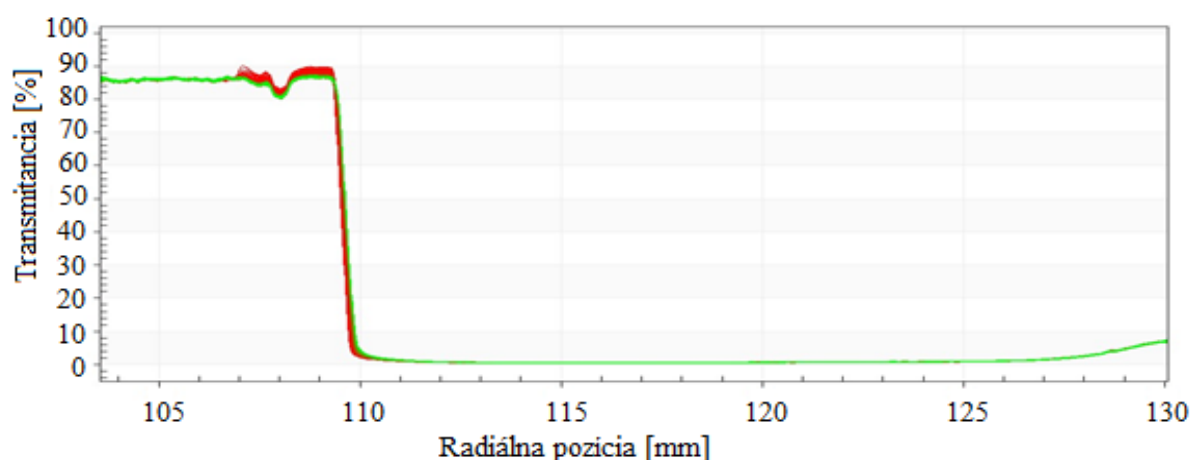
Obrázok 27: Vybrané BB krémy 13, 23, 24 a 27 – tmavý odtieň

Všetky merania prebiehali štandardne pri 4000 otáčkach za minútu po dobu 17 hodín. Vyhodnotením nameraných výsledkov pomocou programu SEPview boli stanovené hodnoty indexu nestability pre jednotlivé vzorky. Na základe nízkeho indexu nestability je zrejmé, že všetkých 7 vzoriek pri teplote 15 a 25 °C sú stabilné. Rozdiel spočíval u vzoriek pri vyššej teplote 45 °C, ktoré naopak vyššími hodnotami indexu nestability vykazujú značnú nestabilitu. Pri 35 °C vykazovali najväčšiu stabilitu vzorky č. 14, 26 a 27, naopak najmenej stabilné boli vzorky č. 13 a 24.

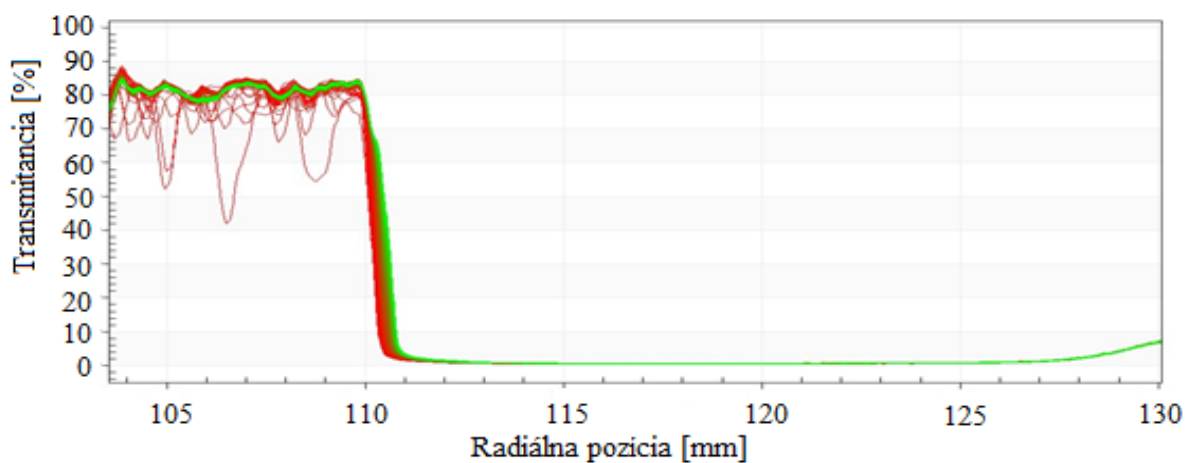
Tabuľka 15: Namerané hodnoty indexu nestability pri rôznych teplotách (15, 25, 35 a 45 °C)

| Vzorka | Meranie       | Index nestability | Vzorka | Meranie       | Index nestability |
|--------|---------------|-------------------|--------|---------------|-------------------|
| 13     | 17 hod, 15 °C | 0,005             | 14     | 17 hod, 15 °C | 0,007             |
|        | 17 hod, 25 °C | 0,003             |        | 17 hod, 25 °C | 0,003             |
|        | 17 hod, 35 °C | 0,168             |        | 17 hod, 35 °C | 0,019             |
|        | 17 hod, 45 °C | 0,535             |        | 17 hod, 45 °C | 0,540             |
| 23     | 17 hod, 15 °C | 0,022             | 24     | 17 hod, 15 °C | 0,020             |
|        | 17 hod, 25 °C | 0,014             |        | 17 hod, 25 °C | 0,008             |
|        | 17 hod, 35 °C | 0,040             |        | 17 hod, 35 °C | 0,101             |
|        | 17 hod, 45 °C | 0,417             |        | 17 hod, 45 °C | 0,416             |
| 25     | 17 hod, 15 °C | 0,016             | 26     | 17 hod, 15 °C | 0,017             |
|        | 17 hod, 25 °C | 0,008             |        | 17 hod, 25 °C | 0,026             |
|        | 17 hod, 35 °C | 0,049             |        | 17 hod, 35 °C | 0,034             |
|        | 17 hod, 45 °C | 0,598             |        | 17 hod, 45 °C | 0,479             |
| 27     | 17 hod, 15 °C | 0,007             | 27     | 17 hod, 35 °C | 0,029             |
|        | 17 hod, 25 °C | 0,006             |        | 17 hod, 45 °C | 0,641             |

Porovnaním nasledujúcich grafov vzorku č. 14 je vidieť vplyv teploty na stabilitu celého systému. Táto vzorka vykazuje na základe indexov nestability a transmittančného profilu na *Obrázku 28* a *29* najvyššiu stabilitu pri 25 a 15 °C, kedy nedochádza u transmittančného profilu k oddeľovaniu jednotlivých fáz. Naopak na *Obrázku 30* je možné pozorovať značnú nestabilitu systému pri 45 °C, kedy dochádza k výraznému oddeľovaniu jednotlivých fáz u transmittančného profilu. To môže byť spôsobené práve príliš vysokou teplotou, pretože pri 45 °C dochádza pri príprave samotných BB krémov k zahrievaniu jednotlivých fáz a tým pádom k rozpusteniu analyzovaného BB krému.

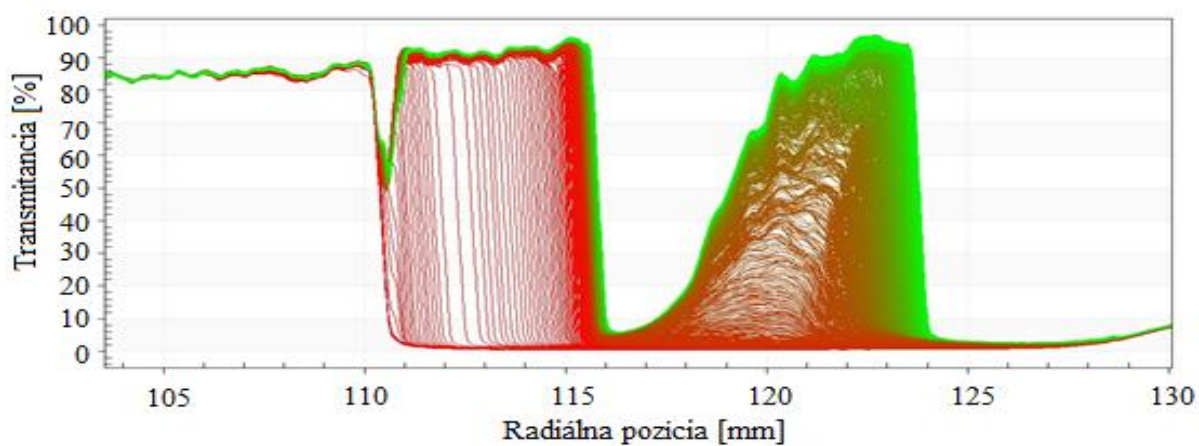


Obrázok 28: Vyhodnotenie stability pomocou LUMiSizer vzorku č. 14 pri 15 °C

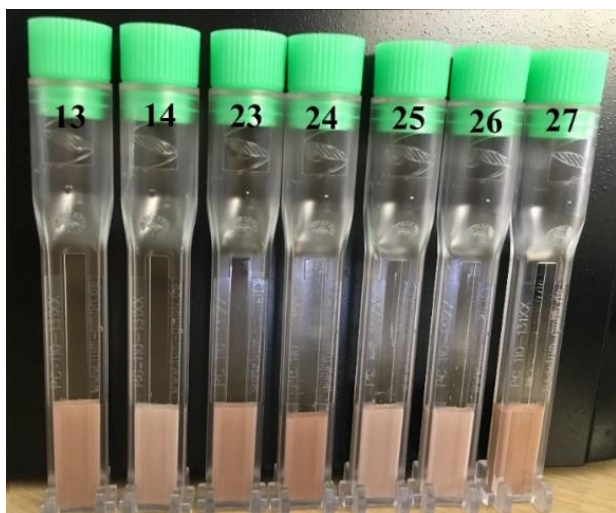


Obrázok 29: Vyhodnotenie stability pomocou LUMiSizer vzorku č. 14 pri 35 °C

Rozdiel v stabilite systému pri rôznej teplote bol následne opäť vyhodnotený i na základe vizuálneho pozorovania. Kde na Obrázku 31 je vidieť, že pri 15 a 25 °C sú všetky vzorky v kvetách stabilné.

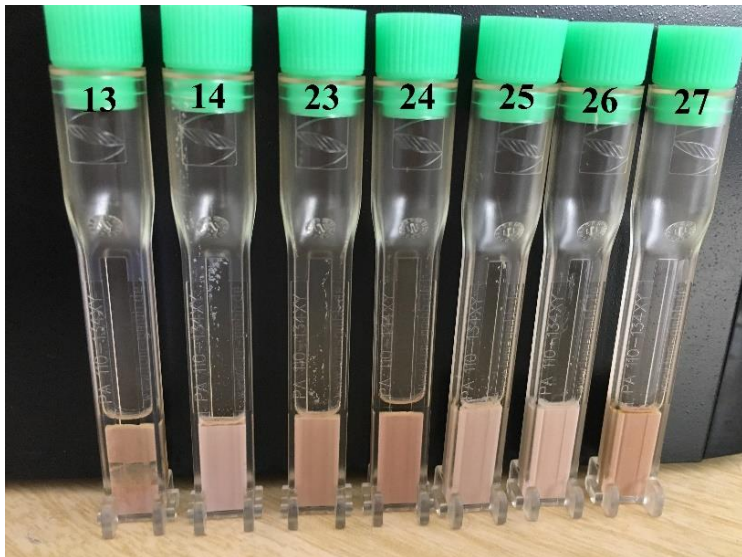


Obrázok 30: Vyhodnotenie stability pomocou LUMiSizer vzorku č. 14 pri 45 °C



Obrázok 31: Výsledky stability vzoriek č. 13, 14, 23, 24, 25, 26 a 27 z LUMiSizer pri 15 a 25 °C

Naopak na *Obrázku 32* je možné pozorovať u vzoriek č. 13, 23 a 24 pri 35 °C výrazné rozdeleniu systému do dvoch fáz, kde na dne kyvety sa nachádza vodná fáza a nad ňou oddelená olejová fáza. Ostatné vzorky je možné na základe indexov nestability a profilov transmittančných kriviek pokladať za pomerne stabilné.



*Obrázok 32: Výsledky stability vzoriek č. 13, 14, 23, 24, 25, 26 a 27 z LUMiSizer pri 35 °C*

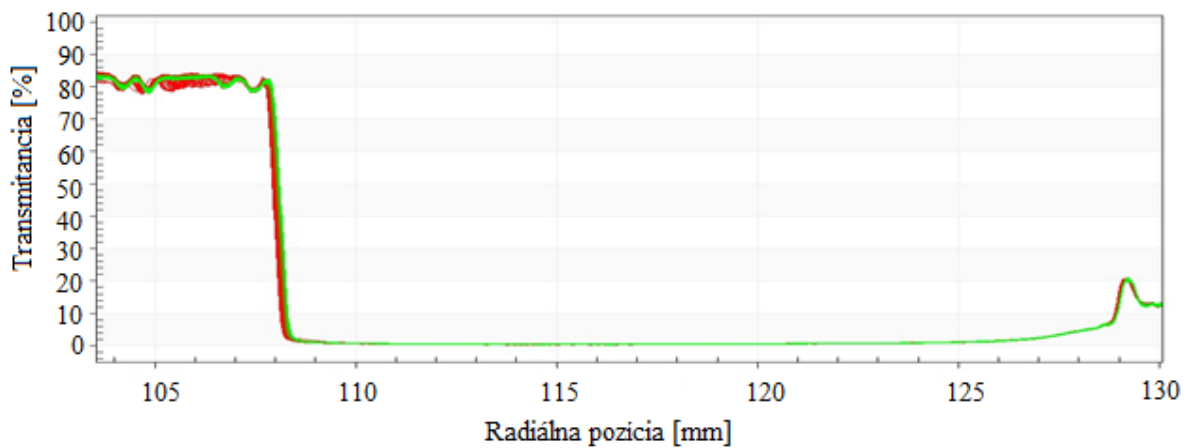
Zvýšením teploty na 45 °C došlo k výraznej nestabilite celého systému u všetkých analyzovaných vzoriek. To bolo potvrdené výrazným oddeľovaním jednotlivých fáz u transmittančného profilu, vysokých indexov nestability, ale i samotným vizuálnym pozorovaním.



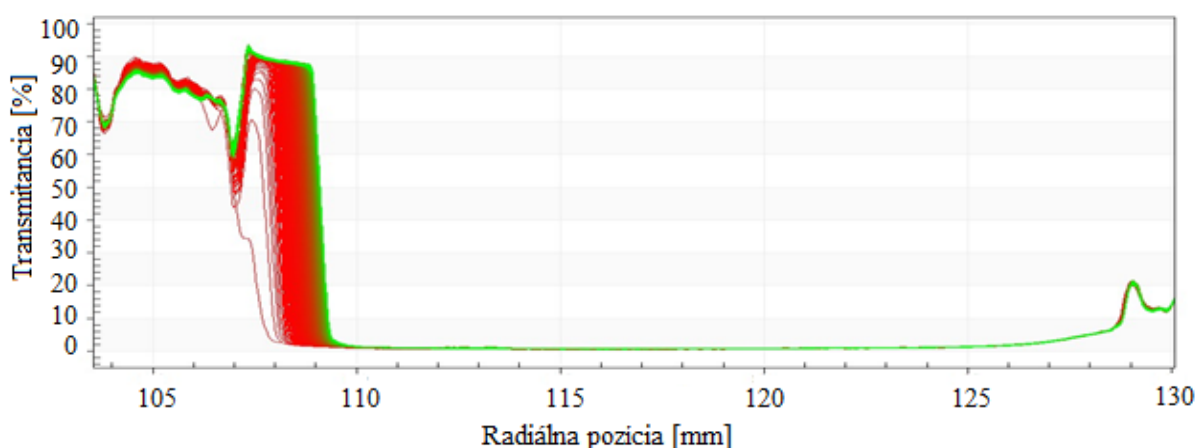
*Obrázok 33: Výsledky stability vzoriek č. 13, 14, 23, 24, 25, 26 a 27 z LUMiSizer pri 45 °C*

Všetkých 7 reprezentatívnych BB krémov bolo následne uchovaných v plastových nádobách s pumpičkou pri laboratórnej teplote (25 °C) po dobu 6 mesiacov. Po uplynutí 6 mesiacov bola opätovne testovaná ich stabilita pomocou analytickej odstredivky LUMiSizer pri 4000 ot/min a 25 °C po dobu 17 hodín. Zatiaľ čo u vzoriek bez obsahu bentonitu neboli pozorované na prvý pohľad žiadne zmeny v konzistencii, rozdiel spočíval u vzoriek č. 23 a 26, ktorých súčasťou receptúry bolo 2 hm. % bentonitu. Tieto vzorky vykazovali oveľa tuhšiu konzistenciu ako pôvodne mali a kvôli tomu bolo problematické ich nadávkovanie cez pumpičku. Tým pádom nebolo umožnené ani ich zmeranie na LUMiSizeri.

Naopak u vzoriek č. 13 a 14 bolo na základe tvaru transmittančnej krivky na *Obrázku 34* a nízkych hodnôt indexu nestability možné potvrdiť, že v priebehu času nedošlo k žiadnym zmenám ich konzistencie a sú naďalej stabilné. V prípade vzoriek č. 24, 25 a 27, ktoré sa od vzoriek č. 13 a 14 líšili len v tom, že neobsahovali filmotvornú látku Natpurefilm je vidieť, že počas tejto doby došlo k istej zmene konzistencie.



Obrázok 34: Vyhodnotenie stability pomocou LUMiSizer vzorku č. 13 pri 25 °C po době 6 mesiacov



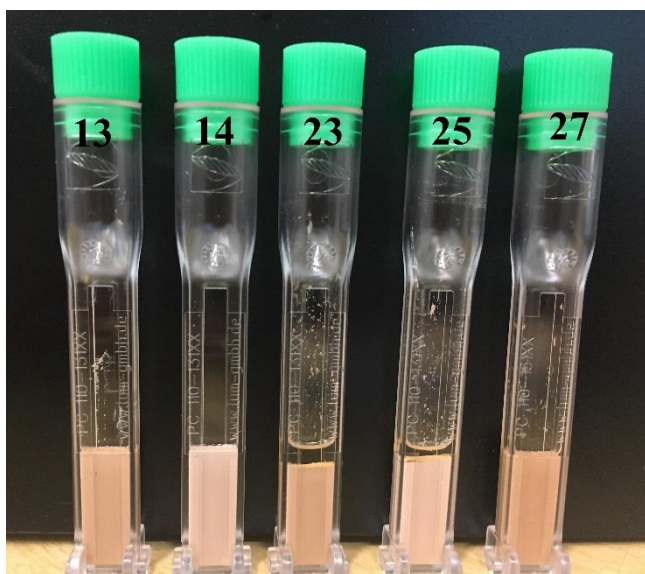
Obrázok 35: Vyhodnotenie stability pomocou LUMiSizer vzorku č. 25 pri 25 °C po době 6 mesiacov

Na *Obrázku 35* u vzorku č. 25 je vidieť, že u transmitančného profilu dochádza k oddeľovaniu jednotlivých fáz, takže je možné zhodnotiť tento systém za nestabilný. Rovnako tomu bolo i u vzoriek č. 24 a 27, čo potvrdzujú i vysoké hodnoty indexu nestability v *Tabuľke 16*.

*Tabuľka 16: Namerané hodnoty indexu nestability*

| Vzorok | Index nestability |
|--------|-------------------|
| 13     | 0,008             |
| 14     | 0,010             |
| 24     | 0,147             |
| 25     | 0,083             |
| 27     | 0,018             |

Následne boli tieto vzorky vyhodnotené pomocou vizuálneho pozorovania. Pretože zatiaľ čo u nestabilných vzoriek č. 23 a 25 je vidieť, že dochádza k rozdeleniu systému do dvoch fáz, keďže na dne kvety sa nachádza vodná fáza a nad ňou oddelená olejová fáza. U stabilných vzoriek č. 13, 14 a 27 k oddeleniu jednotlivých fáz nedochádza.



*Obrázok 36: Výsledky stability vzoriek č. 13, 14, 23, 25 a 27 z LUMiSizer pri 25 °C*

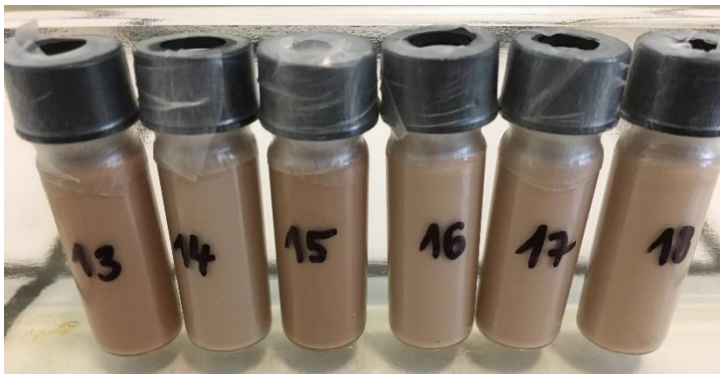
## 4.5 Teplotné testy stability

Všetkých 27 pripravených vzoriek bolo po nadávkovaní do sklenených skúmaviek s objemom 5 ml umiestnených do sušiarne pri stálej teplote 40 °C. Po dobu 6 mesiacov boli priebežne sledované ich zmeny.

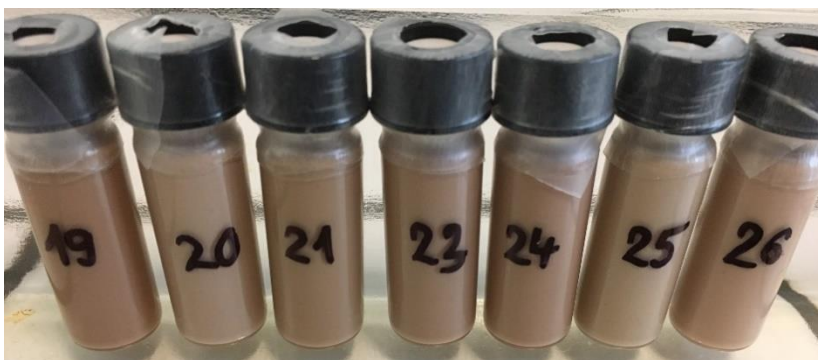
Kontrola prebehla na 2. deň kedy bolo vidieť výraznejšie oddeľovanie vzorku č. 8, ktorého oddeľovanie začalo už pri laboratórnych podmienkach. Po 5. dňoch bolo pozorované postupné oddeľovanie jednotlivých fáz už i u vzorku č. 6.



Obrázok 37: Vzorky č. 6, 7, 8, 9, 11 a 12 po 1. dni v sušiarne

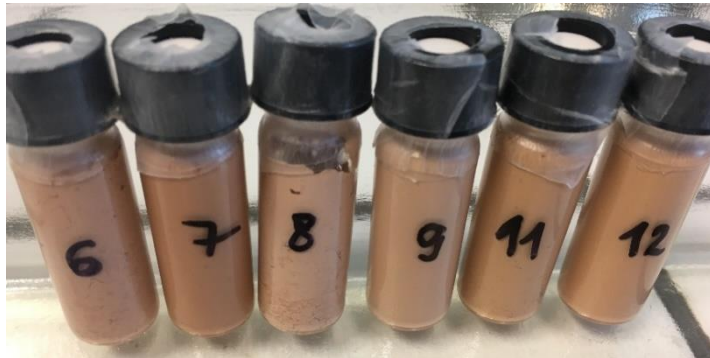


Obrázok 38: Vzorky č. 13, 14, 15, 16, 17 a 18 po 1. dni v sušiarne

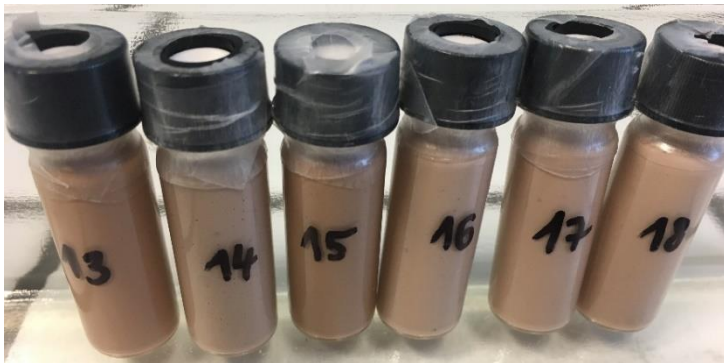


Obrázok 39: Vzorky č. 19, 20, 21, 23, 24, 25 a 26 po 1. dni v sušiarne

Ďalšia kontrola prebiehala po 14. dňoch, kedy bolo spozorované oddeľovanie i vzorku č. 11. Porovnaním výsledkov z analytickej odstredivky LUMiSizer je u týchto vzoriek zrejmä zhoda a je možné potvrdiť, že vzorky č. 6, 8 a 11 sú nestabilné.



Obrázok 40: Vzorky č. 6, 7, 8, 9, 11 a 12 v sušiarni po 30. dňoch



Obrázok 41: Vzorky č. 13, 14, 15, 16, 17 a 18 v sušiarni po 30. dňoch



Obrázok 42: Vzorky č. 19, 20, 21, 23, 24, 25 a 26 v sušiarni po 30. dňoch

Po uplynutí 6. mesiacov nedošlo k žiadnym ďalším zmenám. Preto je možné vyhodnotiť ostatné vzorky okrem vzoriek č. 6, 8 a 11 ako stabilné. Na základe týchto výsledkov je teda možné predpokladať, že pripravené BB krémy budú pri izbovej teplote 25 °C stabilné po dobu 2 rokov.

## 5. ZÁVER

Cieľom tejto diplomovej práce bolo navrhnúť receptúru prírodného BB krému, ktorý by spĺňal normu certifikovanej prírodnej kozmetiky (CPK), a zároveň by bol stabilný po dobu minimálne 12 mesiacov. Všetky kroky v optimalizácii danej receptúry prebiehali na základe konzultácie s firmou, ktorá dodala i potrebný materiál. Dôraz bol kladený na použitie prírodných surovín, fyzikálnych UV filtrov a prírodných farebných pigmentov, vyhovujúcich štandardom certifikovanej prírodnej kozmetiky (CPK). Ďalšou podmienkou bolo priblížiť sa vlastnosťami dodaným komerčným BB krémom, ktoré by plnili okrem hydratačného účinku i ochrannú funkciu.

Za týchto kritérií bolo pripravených celkom 27 vzoriek líšiacich sa v ich zložení. Pripravené vzorky bolo ďalej potrebné podrobiť testom stability pomocou analytickej odstredivky LUMiSizer, a súčasne záťažovým testom v sušiarňi. Po zhodnotení ich stability nasledovala charakterizácia tokových vlastností, stanovenie SPF faktoru a porovnanie farebného odtieňu s komerčne dostupnými BB krémami.

Návrh receptúry spočíval v postupnej optimalizácii množstva olejov, UV filtrov, farebných pigmentov, filmotvorných, zmatňujúcich a vonných látok. Postupnými zmenami v receptúre sa tak podarilo vytvoriť 7 reprezentatívnych vzoriek o troch rôznych odtieňoch, ktoré boli podrobené rozšírenému testovaniu stability pomocou analytickej odstredivky LUMiSizer pri rôznych teplotách (15, 25, 35 a 45 °C).

Pomocou spektrofotometru SF600 PLUS–CT od firmy Datacolor bolo porovnaných šesť pripravených farebných odtieňov s komerčne dodanými vzorkami, ktoré boli pokladané za vzorové. Na základe vizuálneho porovnania a nameraných hodnôt farebných koordinát: jas, belosti a žltosti bola zhodnotená podobnosť svetlého a tmavého farebného odtieňu pripravených BB krémov s komerčne dodanými.

Po určení farebného odtieňa nasledovalo stanovenie ochranného faktoru pred slnečným žiarením (SPF). SPF faktor bol stanovený najprv zriedením pripravených BB krémov etanolom na požadovanú koncentráciu a následnom zmeraní absorčného spektra na UV-VIS spektrofotometre. Výsledky tohto merania nadobúdali však veľmi nízke hodnoty SPF faktoru, na základe čoho bolo prevedené opakované stanovenie SPF faktoru nanosením vzoriek na polymetametakrylátové (PMMA) dostičky a zmeraní absorčného spektra na UV-VIS spektrofotometre pred a po UV ožiarení. Napriek tomu, že sa jednalo o rovnaké vzorky výsledky v druhom meraní dosahovali reálnejšie hodnoty a blížili sa teoreticky stanoveným hodnotám z BASF Sunscreen Simulator. Kvôli problematickému rozpúšťaniu BB krémov v etanole v prvom meraní bolo preto možné pokladať toto stanovenie za nepresné. Z oboch nameraných výsledkov bolo však možné potvrdiť, že so zvýšením množstva oxidu titaničitého z 5 hm. % na 7,5 hm. % dochádza k navýšeniu hodnoty SPF o polovicu. Ďalším dôležitým faktorom bola charakterizácia viskoelastických vlastností pomocou reologického merania. Na základe tokových kriviek, ktoré sa vyznačovali klesajúcou viskozitou pri zvyšujúcej sa rýchlosti šmykovej deformácie bolo možné určiť, že sa jedná o pseudoplastický materiál. Rozdiel spočíval len v hodnotách zdanlivej viskozity pri minimálnom namáhaní v závislosti na zložení a konzistencii pripravených vzoriek. BB krémy o tuhšej konzistencii vykazovali vyššie hodnoty zdanlivej viskozity pri minimálnom namáhaní na rozdiel od ostatných vzoriek. Naopak pri maximálnej šmykovej deformácie bola zdanlivá viskozita vo všetkých prípadoch rovnaká.

Z nameraných výsledkov je teda možné potvrdiť, že mechanickým namáhaním dochádza k rednutiu pripravených BB krémov a že po rozotrení na pokožke dôjde k vytvoreniu súvislej vrstvy.

Jednou z najdôležitejších kritérií však bola stabilita pripravených BB krémov, ktorá bola testovaná zároveň niekoľkými spôsobmi. Prvým spôsobom boli zrýchlené testy pomocou analytickej odstredivky LUMiSizer pri 25 °C a 4000 ot/min po dobu 17 hodín. Z vyhodnotených dát na základe tvaru a priebehu transmitančných kriviek bola vyhodnotená stabilita všetkých pripravených vzoriek. Výsledky ukázali, že všetky BB krémy okrem vzoriek č. 5, 6, 8 a 11 vykazujú za týchto podmienok značnú stabilitu. Súčasne prebiehali teplotné testy stability v sušiarňi pri 40 °C po dobu 6 mesiacov, vďaka ktorým boli potvrdené výsledky z LUMiSizeru a už počas prvých dní bolo pozorované postupné oddeľovanie jednotlivých fáz u vzoriek č. 6, 8 a 11.

Zo všetkých pripravených BB krémov bolo vybraných 7 reprezentatívnych, ktoré boli podrobené ďalším testom stability pomocou analytickej odstredivky LUMiSizer pri rôznych teplotách (15, 35 a 45 °C). Výsledky preukázali stabilitu vybraných vzoriek pri 15 °C. Naopak tomu bolo pri teplote 35 a 45 °C. Kedy zvýšením teploty na 35 °C došlo k postupnému oddeľovaniu jednotlivých fáz u vzoriek č. 13, 23 a 24, zatiaľ čo ostatné vzorky č. 14, 25 a 27 boli stále pomerne stabilné. Ďalším zvýšením teploty na 45 °C bolo pozorované výrazné oddeľovanie jednotlivých fáz u všetkých vzoriek, čo súviselo s tým, že pri tejto teplote dochádza pri príprave samotných BB krémov k zahrievaniu jednotlivých fáz a tým pádom k rozpusteniu analyzovaného BB krému.

Všetkých 7 reprezentatívnych BB krémov bolo uschovaných pri laboratórnej teplote (25 °C) a opakovane testovaných na LUMiSizeri po uplynutí 6 mesiacov. Už na prvý pohľad bolo vidieť, že došlo k zmene konzistencie u vzoriek č. 24 a 26 s obsahom bentonitu. Kvôli príliš tuhej konzistencii nebolo možné ich nadávkovanie a zmeranie na LUMiSizeri. Testované boli preto len vzorky č. 13, 14, 23, 25 a 27. Výsledky preukázali značnú nestabilitu u vzoriek č. 23, 25 a 27 bez obsahu filmotvornej látky Natpurefilm. Naopak tomu bolo u vzoriek č. 13 a 14, ktoré túto látku obsahovali. Napriek uplynutí 6 mesiacov, vykazovali naďalej nízke hodnoty indexu nestability a nedochádzalo k žiadnemu oddeľovaniu fáz. Na základe všetkých vykonaných testov je preto možné pokladať tieto dva vzorky za najviac vyhovujúce, čo sa týka ich konzistencie i stability.

V diplomovej práci bolo dosiahnuté všetkých predom stanovených cieľov. Podarilo sa vyvinúť prírodný BB krém o svetlom a tmavom odtieni, ktorý spĺňa parametre certifikovanej prírodnej kozmetiky (CPK), vlastnosťami je podobný komerčne dodaným vzorkám, a zároveň je stabilný i po dobe 6 mesiacov. Cieľom ďalšej práce by mohlo byť opakované testovanie stability po 12 mesiacoch. Ďalším návrhom by mohlo byť tiež prevedenie senzorickej analýzy na základe vypracovaného dotazníka a mikrobiálne testy.

## 6. CITÁCIE

- [1] POUCHLÝ, Julius, 2008. *Fyzikální chemie makromolekulárních a koloidních soustav*. Vyd. 3. Praha: Vydavatelství VŠCHT. ISBN 978-80-7080-674-6.
- [2] BARTOVSKÁ, Lidmila a Marie ŠIŠKOVÁ, 2005. *Fyzikální chemie povrchů a koloidních soustav*. Vyd. 5., přeprac. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická. ISBN 80-708-0579-X.
- [3] ONDREJKOVIČOVÁ, Iveta, 2008. *Pokroky v chemii a biologii, vyššia kvalita života*. Bratislava: Slovenská technická univerzita v Bratislave. ISBN 978-80-227-2932-1.
- [4] KVÍTEK, Libor a Aleš PANÁČEK, 2007. *Základy koloidní chemie*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-1669-4.
- [5] SCHRAMM, Laurier Lincoln, 2005. *Emulsions, foams, and suspensions: fundamentals and applications*. Weinheim: Wiley-VCH. ISBN 35-273-0743-5.
- [6] MCCLEMENTS, D. J., c2005. *Food emulsions: principles, practices, and techniques*. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press. ISBN 08-493-2023-2.
- [7] JAKUBEC, Martin, *Emulze: Příprava a stabilizace* [online]. [cit. 2019-12-28].
- [8] *Kozmetická chémia* [online], 2008. [cit. 2019-07-23].
- [9] LIDAJ, MUDr. Ján, 1995. *Kozmetika a starostlivosť o telo*. Bratislava: PRÍRODA. ISBN 80-07-00732-6.
- [10] CHORVÁTOVÁ, Zuzana, 1985. *Kozmetikou ku kráse*. 2. Martin: Osveta. ISBN 70-001-85.
- [11] BRÄCKLE, Isolde, 1991. *Přírodní kosmetika: 30 dní pro krásu*. Praha: Mladá fronta. Hobby (Mladá fronta). ISBN 80-204-0301-9.
- [12] CHEN, Qiushi, 2009. Evaluate the Effectiveness of the Natural Cosmetic Product Compared to Chemical-Based Products. *International Journal of Chemistry*. **1**(2).
- [13] FONSECA-SANTOS, Bruno, Marcos Antonio CORRÊA a Marlus CHORILLI, 2015. Sustainability, natural and organic cosmetics: consumer, products, efficacy, toxicological and regulatory considerations. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*. **51**(1), 17-26. DOI: 10.1590/S1984-82502015000100002. ISSN 1984-8250.
- [14] *Biokosmetika. KEZ o.p.s. - kontrola ekologického zemědělství* [online], 2009. [cit. 2019-07-23].
- [15] UNGEROVÁ, Anita, 1996. *Pre krásu každej ženy: Veľká kniha o kráse*. Bratislava: Ikar. ISBN 80-7118-324-5.
- [16] BAREL, A. O., Marc PAYE a Howard I. MAIBACH, c2009. *Handbook of cosmetic science and technology*. 3rd ed. New York: Informa Healthcare. ISBN 978-1-4200-6963-1.
- [17] TOURNOIS, Laurent, 2016. When markets stagnate: finding new territory through reverse innovation. *Journal of Business Strategy*. **37**(6), 18-27. DOI: 10.1108/JBS-08-2015-0079. ISSN 0275-6668. Dostupné také z: <http://www.emeraldinsight.com/doi/10.1108/JBS-08-2015-0079>
- [18] *MAKING COSMETICS: Stability Testing of Cosmetics* [online], [cit. 2019-07-25].
- [19] ETTLER, Karel, 2007. Prostředky na ochranu pokožky proti škodlivým vlivům UV záření. *Medecína pro praxi*. **6**, 273 -275.
- [20] LAJČÍKOVÁ, Ariana a Luděk PEKÁREK, 2009. UV záření a jeho vliv na zdraví. *Hygiena*. **54**(2), 57-61.
- [21] MILETÍN, Miroslav, 2011. Prostředky na ochranu pokožky proti škodlivým vlivům UV záření. *Praktická lékárna*. **7**(1), 34-38.

- [22] SMAOUI, Slim, Hajer BEN HLIMA, Ines BEN CHOBBA a Adel KADRI, 2017. Development and stability studies of sunscreen cream formulations containing three photo-protective filters. *Arabian Journal of Chemistry*. **10**, S1216-S1222. DOI: 10.1016/j.arabjc.2013.02.020. ISSN 18785352.
- [23] MANAIA, Eloísa, Renata KAMINSKI, Marcos CORRÊA a Leila CHIAVACCI, 2013. Inorganic UV filters. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*. **49**(2), 201-209.
- [24] QUISTORF, Jan Carlos, Dieter KOCKOTT, Birgit GARBE, Ulrike HEINRICH, Hagen TRONNIER a Nicole BRAUN, 2017. Development of an in vitro Test Procedure to Determine the Direct Infrared A Protection of Sunscreens and Non-Cosmetic Samples. *Skin Pharmacology and Physiology*. **30**(4), 171-179. DOI: 10.1159/000475474. ISSN 1660-5527.
- [25] OMAR, Karzan a Rondick ABDULRAHMAN, 2015. Determinations of Sun Protection Factor (SPF) of some sunscreens marketed in Kurdistan Region by UV-Visible spectrometry and study their Rheological properties. *International Journal of Pharmaceutical Chemistry*. **5**(2). DOI: 10.7439/ijpc.
- [26] LAU, Lik, Marcus YUEN, Robert LAU, Ivan LAM a Charlotte MURRELLS, 2011. Study of the Correlation between Solid Colors Measured by Spectrophotometer and DigiEye. *The First International Conference on Interdisciplinary Research and Development*.
- [27] HUNT, R. W. G. a Michael POINTER, 2011. *Measuring colour*. 4th ed. Chichester, West Sussex, U.K.: Wiley. ISBN 01-356-7678-9.
- [28] CAVANAUGH, Timothy, 2008. *Applications of Spectrophotometry for Paleoclimate Interpretations from Lacustrine Sediment Records*.
- [29] MEZGER, Thomas, 2014. *The rheology handbook: for users of rotational and oscillatory rheometers* [online]. 4th edition. Hannover: Vincentz Network [cit. 2020-03-02]. European coatings tech files. ISBN 978-3-86630-842-8.
- [30] LIPTÁKOVÁ, Tatiana, Pavol ALEXYS, Ernest GONDÁR a Viera KHUNOVÁ, 2012. *Polymérne konštrukčné materiály*.
- [31] HOLUBOVÁ, Renata, 2014. *Základy reologie a reometrie kapalin*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-4178-8.
- [32] LIPTÁKOVÁ, Tatiana, Pavol ALEXYS, Ernest GONDÁR a Viera KHUNOVÁ, 2012. *Polymérne konštrukčné materiály*. Žilina: ŽU v Žiline. ISBN 978-80-554-0505-6.
- [33] HOLUBOVÁ, Renata, 2014. *Základy reologie a reometrie kapalin*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-4178-8.
- [34] VINCENT, Vincent a Chiara FERRARIS, 2001. *Guide to Rheological Nomenclature: Measurements in Ceramic Particulate Systems*. Gaithersburg: National Institute of Standards and Technology. ISBN 301-975-3058.
- [35] SOBISCH, T. a D. LERCHE, 2008. Thickener performance traced by multisample analytical centrifugation. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*. **331**(1-2), 114-118. DOI: 10.1016/j.colsurfa.2008.05.040. ISSN 09277757.
- [36] Stanovení sedimentační stability emulzí, [Http://umtk.vscht.cz/ESO/LOTP/LOTP\\_09\\_emulse.pdf](http://umtk.vscht.cz/ESO/LOTP/LOTP_09_emulse.pdf) [online]. [cit. 2020-03-07].
- [37] Požadavky pro uvádění kosmetických přípravků do oběhu, [Http://www.szu.cz/tema/bezpecnost-potravin/pozadavky-pro-uvadeni-do-obehu](http://www.szu.cz/tema/bezpecnost-potravin/pozadavky-pro-uvadeni-do-obehu) [online]. [cit. 2020-03-07].

- [38] Študijný materiál na epidemiologicky závažnú činnosť pri výrobe kozmetických výrobkov, <Http://www.ruvzkn.sk/download/kozmetika.pdf> [online]. [cit. 2020-03-07].
- [39] GALDORFINI, Bruna, Maria Gabriela Jose DE ALMEIDA, Marcos ANTONIO a Vera Lucia BORGES ISAAC, 2012. Cosmetics' Quality Control. *Latest Research into Quality Control*. InTech, 2012-12-12. DOI: 10.5772/51846. ISBN 978-953-51-0868-9.
- [40] ŠTERN, Petr a Jarmila HOJEROVÁ, 2000. Uplatnění reologie v průmyslu potravin a kosmetice. *Bulletin potravinářského výskumu*. **39**(3), 167–176.
- [41] SILVA, T. M., N. N. P. CERIZE a A. M. OLIVEIRA, 2016. The Effect of High Shear Homogenization on Physical Stability of Emulsions. *International Journal of Chemistry*. **8**(4). DOI: 10.5539/ijc.v8n4p52. ISSN 1916-9701.
- [42] BIOOO ENCYKLOPEDIIE, <Https://encyklopedie.biooo.cz/> [online]. [cit. 2020-03-07].
- [43] Dermofeel® SL, <Https://cosmetics.specialchem.com/product/i-dr-straetmans-dermofeel-sl> [online]. [cit. 2020-03-07].
- [44] Dermosoft® 1388 eco, <Https://www.dr-straetmans.de/en/products/dermosoft-1388-eco/> [online]. [cit. 2020-03-07].
- [45] GLYCERIN, <Https://www.slozenikosmetiky.cz/glycerin/> [online]. [cit. 2020-03-07].
- [46] Natpure Film AP, <Https://www.ulprospector.com/en/eu/PersonalCare/Detail/818/235906/Natpure-Film-AP> [online]. [cit. 2020-03-07].
- [47] NATPURE® FILM AP, <Https://cosmetics.specialchem.com/product/i-sensient-cosmetic-technologies-natpure-film-ap> [online]. [cit. 2020-03-07].
- [48] GARAIOVÁ, Martina a Ivan HAPALA, 2018. Skvalén: Od tradičnej medicíny k moderným aplikáciám. *Chemické listy*. 427-433.
- [49] TEGO® Care 450, <Https://www.ulprospector.com/en/la/PersonalCare/Detail/2163/52413/TEGO-Care-450> [online]. [cit. 2020-03-07].
- [50] PŘIDAL, Antonín, 2007. Včelí vosk - složení a využití. *Moderní včelař*. (5), 20-21.
- [51] Unipure Yellow LC 182, <Https://www.ulprospector.com/en/eu/PersonalCare/Detail/818/236125/Unipure-Yellow-LC-182> [online]. [cit. 2020-03-08].
- [52] Basf sunscreen simulator, [Https://www.sunscreensimulator.basf.com/Sunscreen\\_Simulator/login](Https://www.sunscreensimulator.basf.com/Sunscreen_Simulator/login) [online]. [cit. 2020-03-09].

## 7. ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK

|        |  |
|--------|--|
| O/V    | emulzia typu olej vo vode                  |
| V/O    | emulzia typu voda v oleji                  |
| HLB    | hydrofilno–lipofilná rovnováha             |
| CPK    | certifikovaná prírodná kozmetika           |
| UV     | ultrafialové žiarenie                      |
| UVA    | ultrafialové žiarenie v oblasti 320–400 nm |
| UVB    | ultrafialové žiarenie v oblasti 280–320 nm |
| UVC    | ultrafialové žiarenie v oblasti 280–100 nm |
| CPK    | certifikovaná prírodná kozmetika           |
| SPF    | ochranný faktor proti slnečnému žiareniu   |
| PMMA   | polymetylmetakrylát                        |
| MED    | minimálna erytémová dávka                  |
| CIE    | international commission on illumination   |
| Ot/min | otáčky za minútu                           |

## 8. PRÍLOHY

Tabuľka 1: Receptúra vzorku č. 11 a 21

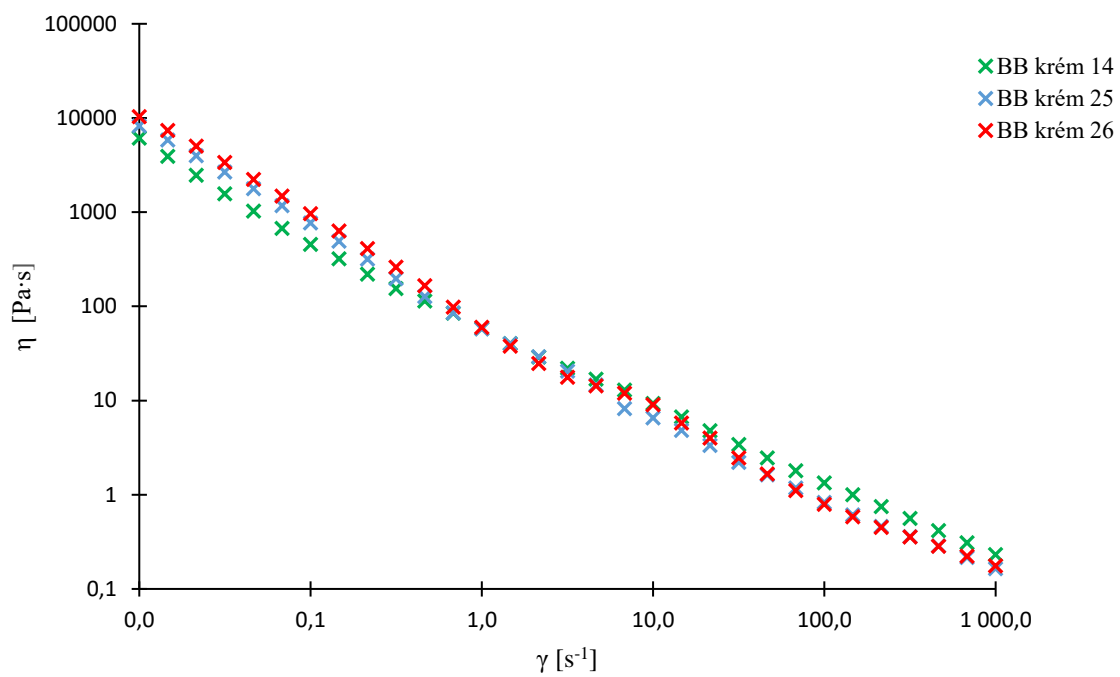
| Látka                        | VZORKA 11            | VZORKA 21            |
|------------------------------|----------------------|----------------------|
|                              | Koncentrácia [hm. %] | Koncentrácia [hm. %] |
| <i>Vodná fáza</i>            |                      |                      |
| Voda / Ružová voda           | 45,8                 | 55,1                 |
| Aloe Vera gel                |                      |                      |
| Glycerol                     |                      |                      |
| Keltrol                      | 4,3                  | 4,3                  |
| Dermosoft 1358               |                      |                      |
| Natpurefilm AP               |                      |                      |
| <b>Celkem vodnej fáze:</b>   | <b>50,1</b>          | <b>59,4</b>          |
| <i>Olejová fáza</i>          |                      |                      |
| Ricinový olej                | 30,0                 | 23,5                 |
| Mokřadkový olej              |                      |                      |
| Jojobový olej                |                      |                      |
| Arganový olej                |                      |                      |
| Squalan                      |                      |                      |
| Magnesium stearát            | 11,3                 | 11,3                 |
| TEGO CARE 450                |                      |                      |
| Dermofeel SL                 |                      |                      |
| Ercarel TCC                  |                      |                      |
| Včelí vosk                   |                      |                      |
| TiO <sub>2</sub>             | 8,6                  | 5,8                  |
| Žlutý pigment                |                      |                      |
| červený pigment              |                      |                      |
| Černý pigment                | <b>49,9</b>          | <b>40,6</b>          |
| <b>Celkom olejovej fáze:</b> |                      |                      |

Tabuľka 2: Receptúra vzorku č. 7 a 13

| Látka                        | VZORKA 7             | VZORKA 13            |
|------------------------------|----------------------|----------------------|
|                              | Koncentrácia [hm. %] | Koncentrácia [hm. %] |
| <i>Vodná fáza</i>            |                      |                      |
| Aloe Vera gel                | 58,6                 | 58,5                 |
| Glycerol                     |                      |                      |
| Keltrol                      | 4,3                  | 4,3                  |
| Dermosoft 1358               |                      |                      |
| Natpurefilm AP               |                      |                      |
| <b>Celkom vodnej fáze:</b>   | <b>62,9</b>          | <b>62,8</b>          |
| <i>Olejová fáza</i>          |                      |                      |
| Ricinový olej                | 20,0                 | 20,0                 |
| Mokřadkový olej              |                      |                      |
| Jojobový olej                |                      |                      |
| Arganový olej                |                      |                      |
| Squalan                      |                      |                      |
| Magnesium stearát            | 11,3                 | 11,3                 |
| TEGO CARE 450                |                      |                      |
| Dermofeel SL                 |                      |                      |
| Ercarel TCC                  |                      |                      |
| Včelí vosk                   |                      |                      |
| TiO <sub>2</sub>             | 5,8                  | 5,9                  |
| Žlutý pigment                |                      |                      |
| červený pigment              |                      |                      |
| Černý pigment                |                      |                      |
| <b>Celkom olejovej fáze:</b> | <b>37,1</b>          | <b>37,2</b>          |

Tabuľka 3: Receptúra vzorku č. 23 a 24

| Látka                        | VZORKA 23            | VZORKA 24            |
|------------------------------|----------------------|----------------------|
|                              | Koncentrácia [hm. %] | Koncentrácia [hm. %] |
| <i>Vodná fáza</i>            |                      |                      |
| Aloe Vera gel                | 57,6                 | 59,6                 |
| Glycerol                     |                      |                      |
| Keltrol                      | 3,3                  | 3,3                  |
| Dermosoft 1358               |                      |                      |
| <b>Celkom vodnej fáze:</b>   | <b>60,9</b>          | <b>62,9</b>          |
| <i>Olejová fáza</i>          |                      |                      |
| Ricinový olej                | 20,0                 | 20,0                 |
| Mokřadkový olej              |                      |                      |
| Jojobový olej                |                      |                      |
| Arganový olej                |                      |                      |
| Squalan                      |                      |                      |
| Magnesium stearát            | 13,3                 | 11,3                 |
| TEGO CARE 450                |                      |                      |
| Dermofeel SL                 |                      |                      |
| Ercarel TCC                  |                      |                      |
| Včelí vosk                   |                      |                      |
| Bentonit                     |                      |                      |
| TiO <sub>2</sub>             | 5,8                  | 5,8                  |
| Žlutý pigment                |                      |                      |
| červený pigment              |                      |                      |
| Černý pigment                |                      |                      |
| <b>Celkom olejovej fáze:</b> | <b>39,1</b>          | <b>37,1</b>          |



Obrázok 1: Závislosť zdanlivej viskozity na šmykovej rýchlosti BB krémov 14, 25 a 26