



**UNIVERZITA PARDUBICE**

**FAKULTA CHEMICKO-TECHNOLOGICKÁ**

**Ústav chemie a technologie makromolekulárních látek**

**Vliv textilních pomocných přípravků na enkapsulaci kyselých  
barviv**

**Diplomová práce**

Autor: Ondřej Ctibor

Vedoucí práce: Ing. Michal Černý, Ph. D.

2019

**UNIVERSITY OF PARDUBICE**

**FACULTY OF CHEMICAL TECHNOLOGY**

**Institute of Chemistry and Technology of Macromolecular  
Substances**

**Influence of textile auxiliary agents on acid dye encapsulation**

**Diploma thesis**

Author: Bc. Ondřej Ctibor

Supervisor: Ing. Michal Černý, Ph. D.

2019

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Ondřej Ctibor**  
Osobní číslo: **C18461**  
Studijní program: **N2808 Chemie a technologie materiálů**  
Studijní obor: **Vlákná a textilní chemie**  
Název tématu: **Vliv textilních pomocných přípravků na enkapsulaci kyselých barviv**  
Zadávací katedra: **Ústav chemie a technologie makromolekulárních látek**

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Vypracujte literární rešerši zaměřenou na problematiku tvorby liposomů pomocí mikroenkapsulace s využitím v textilní oblasti. Také se zaměřte na barvení polyamidového textilního materiálu včetně použití textilních pomocných prostředků různých typů. Jako aplikační třídu textilních barviv pro polyamid použijte kyselá barviva.
2. Vyberte kyselá barviva a textilní pomocné prostředky vhodné pro barvení Polyamidu a proveďte jejich sušení pomocí rozprašovací sušárny za různých podmínek sušení.
3. Studujte vliv mikroenkapsulace barviv, textilních pomocných prostředků na základní koloristické vlastnosti výsledného vybarvení.
4. Výsledky barvení vyhodnoťte standardními koloristickými metodami.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

Vedoucí diplomové práce:

**Ing. Michal Černý, Ph.D.**

Ústav chemie a technologie makromolekulárních látek

Datum zadání diplomové práce:

**21. prosince 2018**

Termín odevzdání diplomové práce:

**10. května 2019**



prof. Ing. Petr Kalenda, CSc.  
děkan

L.S.



Ing. David Věselý, Ph.D.  
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 28. února 2019

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

V Pardubicích dne

Bc. Ondřej Ctíbor

Mé poděkování patří vedoucímu diplomové práce Ing. Michalu Černému Ph. D. za zajímavé téma, za jeho čas rady a připomínky. Děkuji Celému oddělení Syntetických polymerů, vláken a textilní chemie, jmenovitě doc. Ing. Ladislavu Burgertovi Csc. a Ing. Petře Bayerové Ph.D.

Děkuji také Ing. Jiřímu Palarčíkovi Ph.D. za umožnění analýzy připravených liposomů na jeho pracovišti. Dále děkuji Centru materiálů a nanotechnologií za provedení analýzy na skenovacím elektronovém mikroskopu za finanční podpory MŠMT prostřednictvím projektů LM2015082 a CZ.02.1.01/0.0/0.0/16\_013/0001829.

Diplomová práce vznikla za podpory projektu Modernizace praktické výuky a zkvalitnění praktických dovedností v technicky zaměřených studijních programech, reg. číslo CZ.02.2.67/0.0/0.0/16\_016/0002458 operačního programu Výzkum, vývoj a vzdělávání. Tento projekt je spolufinancován Evropskou unií.



EVROPSKÁ UNIE  
Evropské strukturální a investiční fondy  
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání





## **Souhrn**

Tato diplomová práce se zabývá vlivem textilních pomocných přípravků na enkapsulaci kyselých barviv. Byla vypracována literární rešerše se zaměřením na polyamidy, zahrnující jeho využití, výrobu a zpracování, se zaměřením na problematiku textilního zušlechťování polyamidových materiálů a enkapsulaci barviv

Byla provedena série příprav enkapsulovaných barviv s využitím vybraného kationaktivní, a anionaktivního textilního prostředku. Připravená Enkapsulovaná barviva byla analyzována pomocí DLS, měření Zeta potenciálu a snímků ze skenovací elektronové mikroskopie.

Aplikační vlastnosti byly charakterizovány pomocí studia kinetiky enkapsulovaných barviv, provedení stálostních zkoušek, a objektivního hodnocení barevnosti vybarvené polyamidové tkaniny.

Také byla provedena enkapsulace opticky zjasňujících prostředků. Po aplikaci enkapsulovaných OZP byl sledován vliv enkapsulace na remisní spektra opticky zjasněných bavlněných tkanin.

Klíčová slova: Enkapsulace, polyamid, kyselá barviva, liposomy, SEM, tenzidy.

## **Summary**

This Diploma thesis deals with influence of textile auxiliary agents on acid dyes encapsulation. Thesis consists literature research with focus on polyamides, their application, production and treatment, mainly polyamide textile finishing and textile dye encapsulation

In experimental section, there were made series of acid dyes encapsulation with using two different surfactants, anionic and cationic. Prepared encapsulated dyes were analysed by DLS sizer, Zeta potential measurement and SEM photography.

Dyeing properties were determined by their dyeing kinetics of encapsulated dyes, testing their fastness and objective colorimetry of dyed polyamide fabric.

It was also made encapsulation of several optical brighteners. After application it was studied influence of encapsulation on remission spectras of optical brightened cotton fabric

Key words: Encapsulation, polyamide, Acid dye, liposomes, SEM, Surfactants

## Seznam použitých zkratk:

AFM	Atomic Force Microscopy (Mikroskopie atomárních sil)
CMC	Critical Micelle Concentration (Kritická micelární koncentrace)
PAD	Polyamide (polyamid)
SEM	Scanning Electron Microscopy (Skenovací elektronová mikroskopi)
TEM	Transmission Electron Microscopy (Transmisní elektronová mikroskopie)
NMR	Nuclear Magnetic Resonance (Nukleární magnetická resonance)
DLS	Dynamic light scattering (Dynamický rozptyl světla)
SAXS	Small Angle X-ray Scattering (Maloúhlový RTG rozptyl)
OZP	Opticky zjasňující prostředky
TPP	Textilní pomocné prostředky

# Obsah

Úvod:.....	13
1 Teoretická Část.....	14
1.1 Syntetické polymery v textilním průmyslu .....	14
1.2 Polyamidy .....	15
1.3 Polyamidy v textilním průmyslu .....	18
1.4 Zpracování polyamidových vláken .....	20
1.4.1 Předúprava polyamidových vláken .....	20
1.4.2 Polyamidová vlákna z koloristického hlediska .....	21
1.6.3 Aplikační třídy barviv pro polyamid .....	22
1.6.3.1 Disperzní barviva .....	22
1.6.3.2 Kovokomplexní barviva.....	23
1.6.3.3 Kyselá barviva.....	24
1.8 Barva a Barevnost .....	25
1.9 Hodnocení vybarvení textilního materiálu.....	26
1.9.2 Hodnocení stálosti vybarvení .....	28
1.9.3 Hodnocení nestejnoměrnosti.....	29
1.10 Pruhoovitost polyamidového vlákna.....	30
1.11 Možnosti krytí pruhoovitosti.....	31
1.12 Liposomy .....	32
1.12.1 Klasifikace liposomů.....	34
1.12.2 Využití liposomů v textilním průmyslu. ....	35
1.12.3 Příprava liposomů lecitinu .....	36
1.12.3.1 Lecitin .....	38
1.12.5 Sušení liposomů .....	39
1.12.6 Analýza a charakterizace liposomů.....	40
1.12.6.1 Skenovací elektronová mikroskopie (SEM) .....	41
1.12.6.2 Analýza pomocí dynamického rozptylu světla (DLS).....	41
1.13. Využití enkapsulace při aplikaci OZP na bavlněný substrát.....	42

1.13.1 Bavlna v textilním průmyslu .....	43
1.13.2 Bělení bavlny .....	44
1.13.3 Opticky zjasňující prostředky (OZP) .....	44
1.13.4 Hodnocení běli bavlněného substrátu .....	45
2 Experimentální část .....	46
2.1. Seznam použitých přístrojů a chemikálií .....	46
2.1.1 Laboratorní přístroje.....	46
2.1.2 Chemikálie .....	47
2.1.3 Barviva .....	48
2.1.4 Opticky zjasňující prostředky .....	49
2.2 Příprava roztoků barviv pro analýzu jejich liposomů v roztoku .....	50
2.3 Příprava enkapsulovaného barviva k sušení .....	50
2.3 Sušení enkapsulovaného barviva .....	51
2.4. Analýza enkapsulovaných barviv .....	52
2.4.1 Absorpční spektra.....	52
2.4.1. Měření velikosti částic a Zeta potenciálu.....	52
2.4.2 Vliv sušení na velikost a stabilitu enkapsulovaného barviva.....	52
2.4.3 SEM analýza .....	53
2.5. Barvení polyamidové tkaniny .....	54
2.5.1. Studium kinetiky barvení enkapsulovaných barviv .....	55
2.5.2 Barvení pro krytí pruhovitosti enkapsulovaným barvivem.....	56
2.5.3 Objektivní hodnocení vybarvení .....	57
2.5.5 Hodnocení stálobarevnosti .....	57
2.6. Analýza enkapsulace OZP .....	58
2.6.1 Příprava roztoků OZP pro analýzu jejich liposomů v roztoku.....	58
2.6.2 Sušení enkapsulovaného OZP.....	59
2.6.3 Aplikace OZP .....	60
2.6.6 Vliv enkapsulace OZP na remisní spektrum opticky zjasněné bavlněné tkaniny .....	61
3 Výsledky a diskuze .....	62

3.1. Analýza absorpčních spekter.....	62
3.2 Velikost a stabilita enkapsulovaných barviv.....	65
3.3 Vliv sušení na velikost částic a Zeta potenciálu enkapsulovaných barviv.....	66
3.4 Snímky ze skenovacího elektronového mikroskopu.....	67
3.6.1 Egacidová žluť R.....	70
3.6.2 Rybacidová žluť E.....	71
3.6.3 Rybacidová červeně E.....	72
3.6.4 Egacidová violet' 3B .....	73
3.6.5 Rybacidová modř R .....	74
3.6.6 Egacidová modř A2G.....	75
3.8 Objektivní hodnocení vybarvení .....	76
3.8.1 Egacidová žluť R.....	76
3.8.2 Rybacidová žluť E.....	77
3.8.3 Rybacidová červeně E.....	77
3.8.4 Egacidová violet' 3B .....	78
3.8.5 Rybacidová modř R .....	78
3.8.6 Egacidová modř A2G.....	79
3.9 Hodnocení stálobarevnosti .....	79
3.10 Studium enkapsulace OZP .....	83
3.10.1 Absorpční spektra OZP .....	83
3.10.2 Velikost částic a hodnoty Zeta potenciálu enkapsulovaných OZP .....	85
3.10.3 Snímky z elektronového mikroskopu enkapsulovaného OZP .....	86
3.10.4 Vliv sušícího média na morfologii, tvar a velikost liposomů vybraného OZP .....	88
3.10.5 Porovnání remisních spekter opticky zjasněného substrátu.....	90
4. Závěr .....	92
5. Literatura .....	94
6. Seznam obrázků grafů a tabulek .....	100
7. Údaje pro knihovnickou databázi.....	104

## Úvod:

Koloristé, kteří se zabývají barvením polyamidových materiálů, se často potýkají s jevem známým jako pruhovitost polyamidového hedvábí, který je nejvíce viditelný, pokud je polyamid barven anionaktivními barvivy.

K potlačení tohoto jevu se v praxi využívá síran sodný. Tím dochází velkému zasolení lázni, které se vylévají do odpadních vod. Jeho dávkování se pohybuje od 50 do 100 kg na tunu polyamidové materiálu.

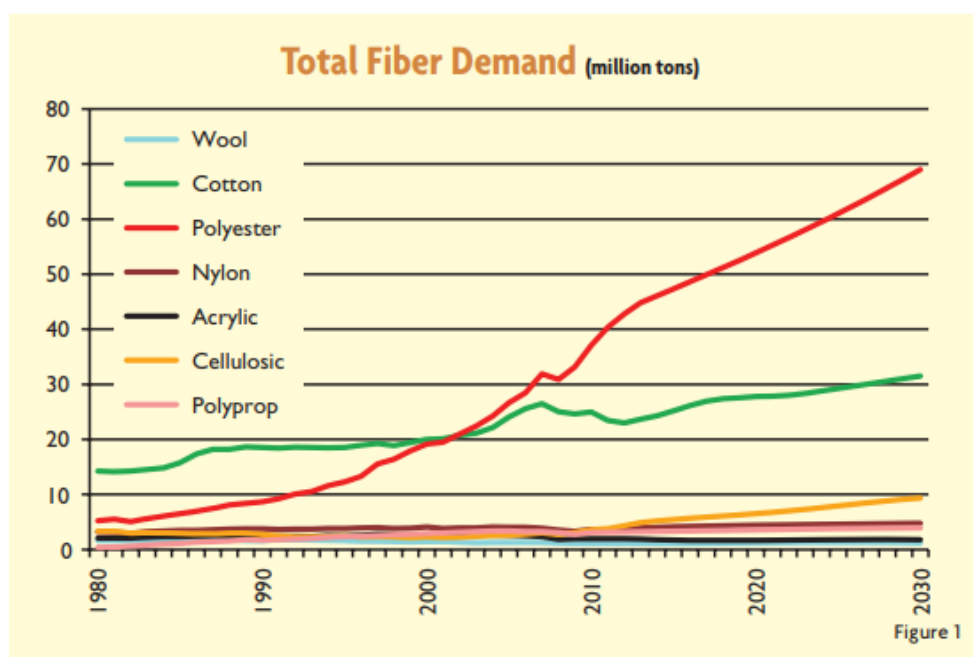
Další možností, jak tento jev potlačit, je aplikace enkapsulovaných barviv do liposomů lecitinu.

Úkolem této práce je posoudit vliv textilních pomocných přípravků, použitých na jejich přípravu, na aplikační vlastnosti enkapsulovaných barviv.

# 1 Teoretická Část

## 1.1 Syntetické polymery v textilním průmyslu

Vlákna ze syntetických polymerů mají dnes nezastupitelnou roli v textilním průmyslu. Ze syntetických vláken hrají dominantní roli vlákna na bázi polyesteru, která představovala v roce 2014 dvě třetiny produkce textilních vláken. Lze předpokládat, že v budoucnu význam těchto vláken, i nadále poroste, viz obr. 1



Obrázek 1 Graf produkce textilních vláken dle hmotnosti [1]

První, člověkem připravené, syntetické vlákno bylo připraveno z nitrocelulózy v roce 1885. Zasloužil se o to Joseph Swan. Takto připravená vlákna se netěšila veliké oblibě i díky jejich hořlavosti. První umělé vlákno, které se dočkalo komerční výroby, bylo měďnaté hedvábí, které bylo poprvé připraveno roku 1891. Obě tyto vlákna nelze označit jako zcela syntetické, neboť jsou vyrobeny modifikací přírodního polymeru, celulózy [2]

Prvním zcela syntetickým vláknem je vlákno polyamidové. To bylo připraveno poprvé v 30. letech firmou DuPont. [2] Pro výrobu vláken je dnes využívána celá řada polymerů, patří sem vlákna na bázi již zmíněných polyesterů a polyamidů, ale také vlákna na bázi polyolefinů, polyakrylonitrilu a dalších syntetických polymerů.



Je však potřeba říct, že ne všechny polymery lze s úspěchem použít na výrobu vlákn, neboli ne všechny polymery jsou tzv. vláknotvorné. Abychom mohli označit polymer jako vláknotvorný, musí splňovat následující vlastnosti: jeho makromolekula musí být lineární a vykazovat schopnost krystalizace. Důležitou vlastností je, v neposlední řadě, také molekulová hmotnost. Čím vyšší molekulová hmotnost daného polymeru tím vyšší jsou mezi molekulární síly a vzrůstá tak pevnost vlákna. S růstem molekulové hmotnosti roste také viskozita roztoku i taveniny. S růstem viskozity klesá zpracovatelnost polymeru, proto nelze říci, že ideální molekulová hmotnost pro produkci vláken je ta nejvyšší možná dosažitelná, musí se tak najít kompromis mezi vlastnostmi produktu a náročností zpracování. [3]

## 1.2 Polyamidy

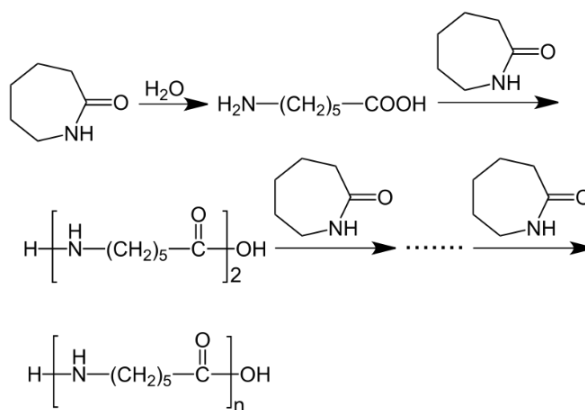
Jsou polymery obsahující ve svém řetězci amidové vazby — COHN —. Polyamidy lze rozdělit na alifatické a aromatické, které se také označují aramidy.

Alifatické polyamidy se vyrábějí polykondenzací dikarboxylové kyseliny a diaminu, nebo  $\omega$ -aminokarboxylové kyseliny či polymerací cyklických laktámů.

Označení alifatických polyamidů vychází z délky uhlíkového řetězce v monomeru. Např. Polyamid 66, číslovka 66 znamená, počet uhlíku aminu a druhá u kyseliny, monomery. Vždy první číslovka označuje amin a druhá kyselinu, v případě jedné číslovky se jedná o polymer připraven z laktámu nebo aminokarboxylové kyseliny.

Polyamid 66 je průmyslově vyráběn polykondenzací kyseliny adipové a hexamethyldiaminu. V prvním kroku se připraví roztok tzv. AH soli, která vzniká jako produkt neutralizace kyseliny adipové a hexamethyldiaminu. Díky této soli je zajištěn stechiometrický poměr aminu a kyseliny. Roztok AH soli je poté ve vodném roztoku zahříván, tím dochází k polymeraci. [4]

Polyamid 6 je syntetizován z kyseliny  $\omega$ -aminokapronové nebo  $\epsilon$ -kaprolaktámu. O tuto syntézu se pokoušel již Wallace Carothers, ale až český vědec, profesor Otto Wichterle provedl úspěšnou syntézu polymeru s dostatečnou molekulovou hmotností a postup patentoval. Tento polyamid je označován jako silon. Silon lze připravit buď aniontovou polymerací, nebo polymerací hydrolytickou, která je znázorněna v rovnici 1.

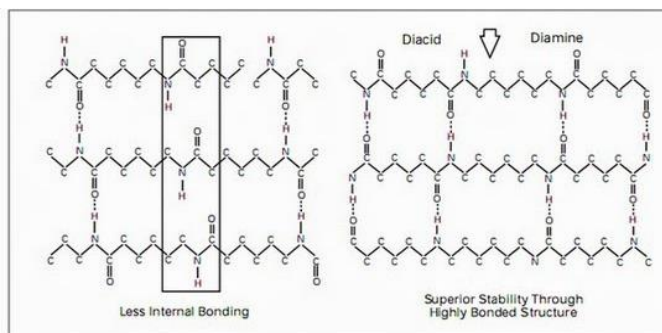


Rovnice 1: Hydrolytická polymerace polyamidu 6 [5]

Hydrolyticky připravený PA 6 se využívá pro výrobu vláken. Syntéza probíhá za vysoké teploty, jako iniciátor je použito malé množství vody a kyselina  $\omega$ -aminokapronová.

Aniontová polymerace se využívá pro výrobu odlitků, roztavený monomer se smísí s iniciátorem např. hydridy alk. kovů a nalije do formy, kde dojde k polymeraci. [6]

Přestože polyamid 66 i polyamid 6 obsahují šesti členný uhlíkový řetězec mezi jednotlivými amidovými vazby, nejsou jejich vlastnosti stejné. To je dáno uspořádáním molekul a díky tomu liší se počet vodíkových můstků mezi nimi, viz obr 2. Díky tomuto rozdílu se např. teplota tání těchto polymeru liší o cca 40 °C. [34]



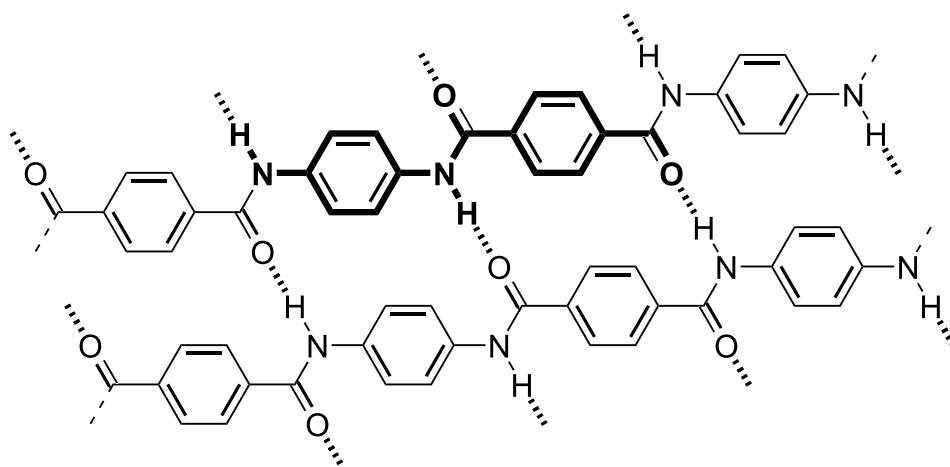
Obrázek 2: Schématický rozdíl v počtu intermolekulárních vodíkových vazeb mezi PAD 6 a PAD 66 [7]

Aromatické polyamidy, které se nazývají aramidy, se syntetizují z aromatických diaminů a dichloridů aromatických dikarboxylových kyselin.

Mezi polyamidy lze zařadit bílkoviny, jejichž stavební jednotky jsou také pospojovány amidovou vazbou.

Polyamidy vykazují krystalinitu až 50 %, mezi amidovými vazbami vznikají vodivé můstky. Polyamidy navlhají, a to způsobuje rozměrovou nestálost. Navlhavost je dána vysokou polaritou molekuly. Díky své polaritě jsou odolné vůči nepolárním rozpouštědlům a olejům. Naopak neodolávají silným anorganickým kyselinám ani kyselině mravenčí. Mezi významné mechanické vlastnosti patří houževnatost odolnost v oděru a nízké tření.

Aramidy vykazují velice dobrou teplotní odolnost, jsou nehořlavé, velmi odolné rozpouštědlům. Rozpustné jsou v n-methyl pyrrolidonu, ze kterého se také zvláknují. Nejznámější jsou aramidy Nomex a Kevlar lišící se izomerií výchozích monomerů. Nomex vychází z kyseliny isoftalové a m-fenylendiaminu, Kevlar z kyseliny tereftalové a p-fenylendiaminu. Mezi přednosti těchto materiálů patří vysoká chemická a teplotní odolnost až 400 °C a vysoká pevnost v tahu, která je u Kevlaru mírně vyšší než u Nomexu. [8,3]



Obrázek 3: Rigidní struktura Kevlaru, Základní stavební jednotka tučně zvýrazněna [9]

### 1.3 Polyamidy v textilním průmyslu

Polyamidová vlákna v textilním průmyslu hrají důležitou roli, a to od technických aplikací až po použití v oděvním průmyslu, kdy rozdělení je zhruba 60 ku 40 ve prospěch technických aplikací. V roce 2017 bylo vyrobeno 5,7 milionů tun polyamidových vláken. Využití nacházejí aromatické i alifatické polyamidy, použití je tak rozdílné díky rozdílným vlastnostem i ceně [9]

Aromatické polyamidy se využívají zejména v hedvábné formě, tedy ve formě nekonečného vlákna. Využití nalézají výhradně v technických aplikacích, a to v takových, kde jsou požadovány vlastnosti jako chemická a teplotní odolnost, vysoká pevnost či odolnosti v otěru. Z aramidových vláken se například vyrábí plachty lodí, teplotně odolné rukavice, vysoce pevná lana, které předčí lana ocelová v poměru pevnost ku hmotnosti, ale také balisticky odolné tkaniny, jako na obr. 4, pro výrobu balistických vest. [4]

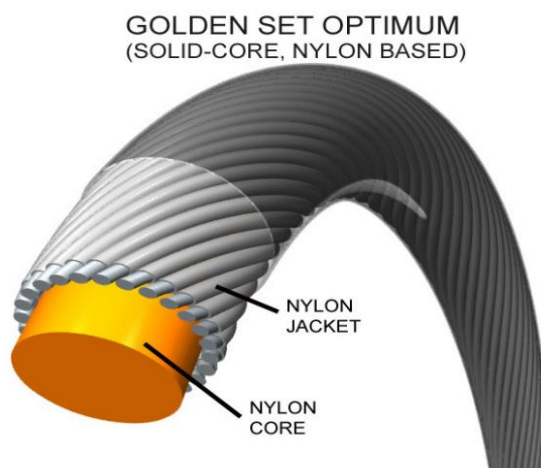


Obrázek 4: Balisticky odolná kevlarová tkanina s deformovaným projektilem [40]

Vlákna z alifatických polyamidů nedosahují takových vlastností jako vlákna aramidová, ale stále se řadí mezi vlákna velmi mechanicky odolná, jsou pevná a otěruvzdorná. Jejich nespornou výhodou je mnohem snazší barvení. Z technických aplikací je důležité zmínit, že se využívají tam, kde je potřeba velká pevnost. Z polyamidových vláken se vyrábějí kordová vlákna, rybářské vlasce, padákovina, padáková lana, tažná lana, či výztuž dopravníkových pásů. Z polyamidových vláken se rovněž vyrábějí výplety tenisových raket (obr. 5) a také batohovina či obuvnické tkaniny. Zajímavostí je, že pro různá použití se používají vlákna o různé molární hmotnosti. V případě silonu se pro běžný oděvní materiál využívá polymer o molární hmotnosti 14000 až 20000 g/mol. Tam, kde je potřeba pevnosti vyšší např. kordová vlákna se používá polymer o molární hmotnosti 25000 až 28000 g/mol. [11]

V oděvním průmyslu je polyamid využíván nejen ve formě hedvábí, ale i staplového vlákna. Nicméně ve formě hedvábí jeho využití převládá, ve formě staplového vlákna se vyprodukuje asi 12 % z celkového množství polyamidového materiálu. Dtaplová vlákna jsou využívána ve směsi s vlnou. [34] Využívá se ale ve směsi zejména s i celulózu.

Asi nejtypičtějším výrobkem z polyamidu jsou dámské punčochy, kterým materiál propůjčil svůj název nylonky resp. v českých zemích silonky. Dále se využívá jako materiál pro sportovní oblečení. Významná je také výroba polyamidových kobereců. [15]



Obrázek 5: Konstrukce polyamidové struny pro výplet tenisové rakety [13]

## 1.4 Zpracování polyamidových vláken

### 1.4.1 Předúprava polyamidových vláken

Syntetická vlákna nebývají tak znečištěná jako vlákna živočišného a rostlinného původu. Během předúpravy se tak ze syntetických vláken odstraňují, prostředky, které byly nanесeny na vlákna úmyslně, aby zjednodušily či dokonce umožnily jejich zpracování. Zpravidla se jedná o TPP, aviváže a šlichty. Tyto přípravky jsou odstraněny běžným praním, protože se na polyamid používají ve vodě rozpustné polyvinyl alkoholové šlichty.

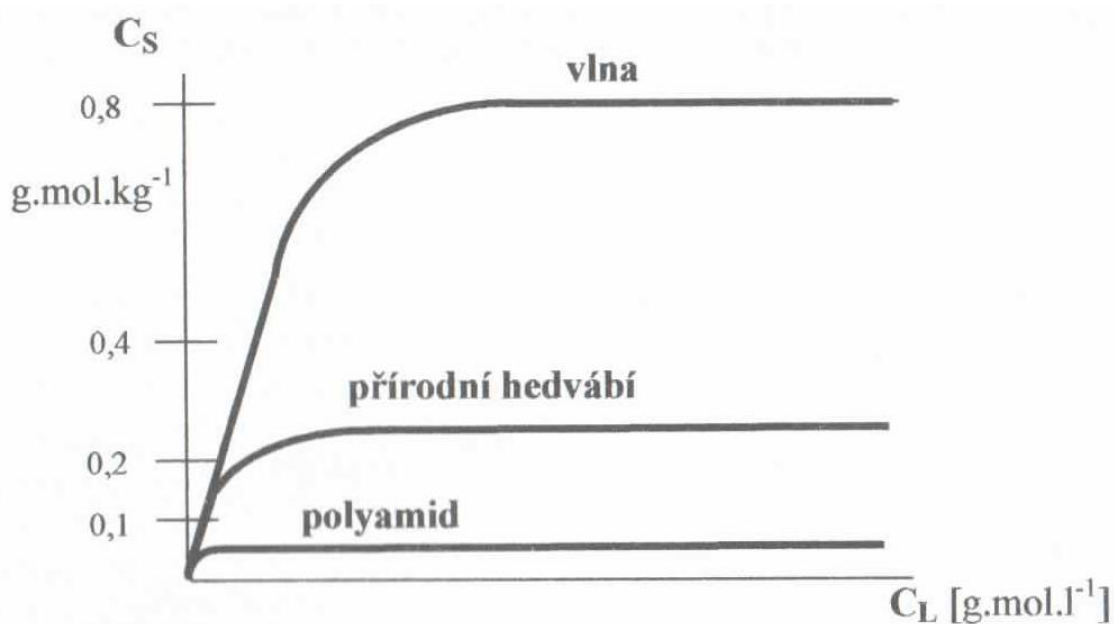
Specifickou úpravou syntetického materiálu je požehování. Úkolem požehování je zamezit žmolkování, jev, kdy se volná vlákna splétají do sebe a vytvářejí na materiálu nevzhledné žmolky. Díky požehování se volná vlákna utaví a vytvoří malé perličky, které již nepředstavují takový problém. Právě žmolkování je velice typické pro polyamidová vlákna, protože je z běžně používaných vláken nejpevnější. Požehování je nutné, pokud je materiál barven, provádět až po barvení, protože se perličky vybarví sytěji než vlákna. [14]

Další úpravou je bělení. Obecně lze říci, že syntetická vlákna se bělí výhradně, pokud nejsou dále barveny. V případě polyamidových vláken se nejčastěji využívá vysokoteplotní redukční bělení pomocí  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ , v kyselém lázni za teplot 120 a 130 °C. U tohoto bělení je vhodné použít s aplikací OZP, jako je rylux PRS supra, BS atd. Běžné oxidační peroxidové bělení použít nelze, protože dochází k poškození vláken. [14]

Pro všechny syntetické materiály, polyamidové nevyjímaje, je nutné provést termofixaci. Účelem termofixace je odstranění pnutí, které bylo vloženo na materiál během úprav. Toto pnutí, pokud není odstraněno, způsobuje rozměrovou nestálost výrobku neboli srážení. Termofixace se provádí nad teplotou skelného přechodu. Po termofixace je již materiál rozměrově stabilní, ale pouze do teploty, při které byla fixace provedena. Fixace lze provést před i po zušlechťování. Oba tyto přístupy mají své výhody i nevýhody. Během termofixace totiž narůstá krystalický podíl, který je hůře barvitelný, ale naproti tomu krystalická vlákna poskytují rovnoměrnější vybarvení. [15]

## 1.4.2 Polyamidová vlákna z koloristického hlediska

Polyamidová vlákna jsou jedny z nejsnadněji barvitelných syntetických vláken. Z barvířského hlediska jsou polyamidová vlákna podobná vláknům proteinovým. Obsahují totiž stejně jako vlna volné aminoskupiny. Bohužel na rozdíl od vlny, která obsahuje volné aminoskupiny na konci i po stranách řetězce, polyamid má volné aminoskupiny pouze na konci řetězce. Z toho plyne, že polyamid má méně vazebných možností pro barviva než vlna. Tento poměr v počtu volných aminoskupin mezi PAD 6 a vlnou je asi 1/20 ve prospěch vlny. Za zmínku stojí také fakt, že polyamid 6 a polyamid 66 mají různé saturační hodnoty pro navázání anionaktivní barviva, PAD 6 má hodnotu zhruba dvakrát vyšší. Je to způsobeno regulací polymeračního stupně PAD 66 pomocí jednosytné kyseliny, nejčastěji kyseliny octové, to způsobí blokaci koncové aminoskupiny. Počet volných aminoskupin polyamidu proto silně závisí na polymeračním stupni. [15]



Obrázek 6: Srovnání křivek saturace pro vlnu, hedvábí polyamid [15]

Další rozdílnou vlastností oproti vlně je rychlost sorpce barviva, Vlna má na svém povrchu ochrannou hydrofobní vrstvu, epikutikulu, proto je difuze barviva do polyamidového vlákna, který takovou vrstvu postrádá a rychlejší než do vlákna vlněného.

Dobrá barvitelnost polyamidového vlákna, oproti jiným syntetickým vláknům, je také způsobena poměrně vysokou polaritou. Díky vyšší polaritě dochází při barvicím procesu k botnání, které usnadňuje barvivu difundovat do vlákna.

Polyamidová vlákna vykazují rozdílnou barvitelnost nejen díky různé délce polymerního řetězce, závisí především o jaký typ polyamid se jedná, resp. jaký monomer byl použit pro jeho syntézu. Nejsnáze se barví polyamidy, jejichž monomery mají krátký uhlíkový řetězec. Čím kratší uhlíkový řetězec monomer má, tím polárnější povahu má z něho připravený polymer. Naopak u polyamidů s dlouhým uhlíkovým řetězcem monomerů převažuje hydrofilní charakter vlákna a jeho polymer je obtížně barvitelný. Například Rylsan, polyamid 11, lze s dobrými výsledky barvit pouze barvivy disperzními. [15]

Vlákna z aramidů jsou naopak velice obtížné barvit díky jejich rigidní struktuře. Kupříkladu Nomex, ale lze barvit speciálními kationaktivními barvivy za použití benzaldehydu jako přenašeče. [14]

### **1.6.3 Aplikační třídy barviv pro polyamid.**

Jak již bylo napsáno, vlákna z alifatických polyamidů patří mezi nejsnáze barvitelná syntetická vlákna. Polyamidová vlákna lze barvit takřka všemi třídami textilních barviv [14]. Avšak nejpoužívanější jsou následující barviva.

#### *1.6.3.1 Disperzní barviva*

Disperzní barviva tvoří jako běžná textilní barviva vazbu s vláknem chemickou nebo fyzikální. Tyto barviva prodifundují pomocí kapilárních sil do volných míst. V případě polyamidu, ale může tvořit vodíkové můstky s koncovými karboxylovými skupinami či s vodíkem amidové vazby. V minulosti to byla velmi oblíbená barviva pro polyamid. Barvení polyamidu barvivy disperzními je jednoduché a rychlé. Jejich vybarvení je egální, velmi dobře kryje typickou pruhovitost polyamidových vláken. Lze s nimi dosáhnout brilantních odstínů o středních stálostech na světle, ale nízkých mokřích stálostech to je následkem snadné difuze barviva. Dnes jsou postupně omezovány pro jejich zdravotní závadnost, některé z nich jsou totiž alergeny či karcinogeny. [16] Je snaha nahradit je například barvivy kovokomplexními [17].



### 1.6.3.2 Kovokomplexní barviva

Barviva kovokomplexní lze rozdělit do tří kategorií s různým významem.

První tzv. mořidlová barviva nejsou pro polyamidová vlákna vhodná, existuje pouze několik vybraných barviv, které lze použít. Problémem při barvení polyamidu je chromování, polyamid není schopen redukovat šestimocný chrom na třímocný, proto se musí přidávat redukční činidla.

Kovokomplexní barviva 1:1 také nejsou zcela vhodné. Při barvení se nepoužívá tak kyselé prostředí jako při barvení vlny. Díky koordinační vazbě mají výborné stálosti i dobře egalizují, velice špatně však kryjí pruhovitost materiálu. Dalším problémem je kombinovatelnost barviv, jelikož se mohou navzájem blokovat. Kombinovatelnost barviv lze ověřit Cramrishovým testem, který lze použít pro všechna anionická barviva.

Kovokomplexní barviva 1:2 mají uplatnění z této kategorie zdaleka nejvyšší. Mají velmi dobré stálosti a to i na světle.

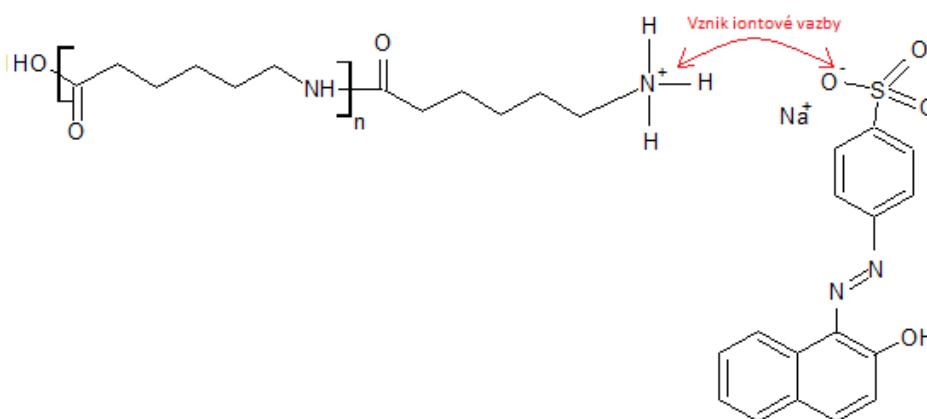
Tuto třídu lze ještě dále dělit na podskupiny podle počtu sulfoskupin. Počet sulfoskupin ovlivňuje jejich vlastnosti jako rozpustnost, ale také schopnost vytvářet vazbu s vláknem a rychlost difuze do vlákna.

První skupinou jsou barviva bez sulfoskupiny, tuzemská paleta Ostalan. Tyto barviva mají výhodu, že nevytváří iontovou vazbu s volnou amino skupinou a díky tomu se vzájemně neblokují, mají vysoké saturační hodnoty, vybarvují egálně, ale špatně kryjí pruhovitost. Mezi vláknem a barvivem působí pouze Van der Waalsovi síly.

Barviva s jednou sulfoskupinou, tuzemská paleta Ostalan S a barviva se dvěma sulfoskupinami Rylan, mají díky sulfoskupinám vyšší rozpustnost. Vytváří již s aminoskupinami iontové vazby, proto mají nižší saturační hodnoty, které se projeví právě u polyamidu. Díky iontové vazby může také docházet k blokaci při kombinaci barviv. Pro lepší egalizaci se při barvení přidává do lázně egalizační prostředek např. Slovagen SMK. Obecně mají kovokomplexní barviva kalné odstíny, což může být jejich nevýhoda [14]

### 1.6.3.3 Kyselá barviva

Kyselá barviva byla původně vlnařská barviva. Díky chemické podobnosti vlny a polyamidu lze tuto třídu použít i na polyamidová vlákna. Na polyamid lze využít s úspěchem vybraná kyselá barviva. Vyráběna jsou také kyselá barviva určena přímo pro polyamid. Polyamid se nejlépe barví barvivy s jednou sulfoskupinou, takovému barvivu stačí právě jedna volná protonizovaná aminoskupina, se kterou vytváří iontovou vazbu, jak je znázorněno na obr. 7. Barviva, která mají více sulfoskupin, obvykle 2, 3, potřebují k navázání stejný počet protonovaných amino skupin vhodně orientovaných, mají tedy daleko méně míst k navázání na vlákno



Obrázek 7: Vznik iontové vazby mezi polyamidem 6 a kyselím barvivem (Acid Orange 7)

Kyselá barviva se dělí do třech skupin.

První skupinou jsou **silně kyselá barviva**, také označována egalizační, protože ze všech třech skupin vykazují nejlepší egalizaci, např. tuzemská paleta Egacid. S těmito barvivy se barví ze silně kyselé lázně. Přidává se kyselina sírová nebo mravenčí tak, aby pH lázně bylo z intervalu 2,5 až 3,5. Přidává se také síran sodný 5 až 10 % jako egalizační prostředek, který částečně blokuje protonizované aminoskupiny. Jejich molekuly jsou ze všech tří podskupin nejmenší, tento fakt má za následek již zmiňovanou dobrou egalizaci resp. migraci, brilantní čisté odstíny, ale bohužel nízké mokré stálosti.

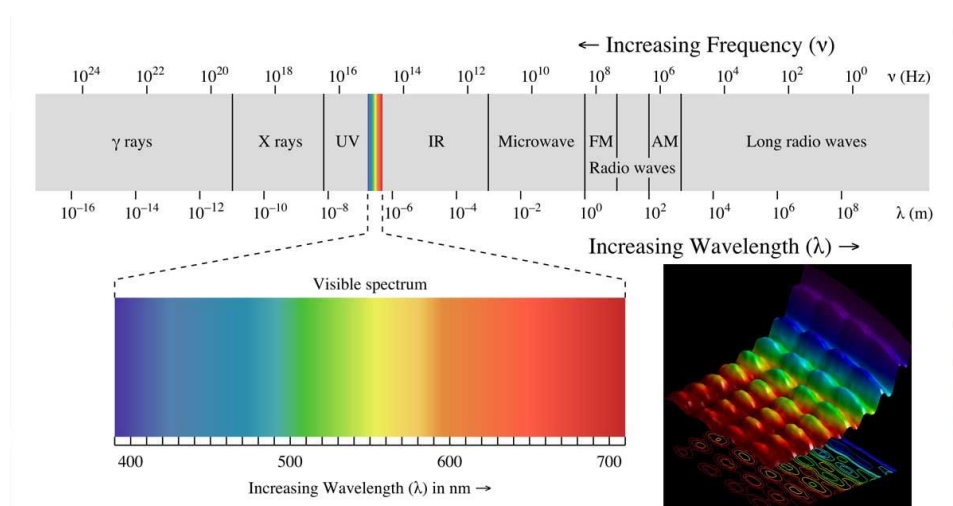
**Neutrálně táhnoucí kyselá barviva**, dříve označovaná v tuzemsku jako Midlon, mají naopak molekuly největší. Jejich egalizační schopnost je nejnižší. Díky velikosti molekul mají vyšší mokré stálosti, díky uplatnění Van der Waalsovských sil mezi molekulou barviva a vlákna. Neuplatňuje se tak pouze přitažlivá síla mezi sulfoskupinou barviva a protonizovanou aminoskupinou vlákna. Hodnota pH lázně je slabě kyselá až neutrální, nastavuje se pomocí síranu amonného.

**Slabě kyselá barviva** tvoří jakýsi přechod mezi těmito skupiny. Tvoří tak kompromis mezi egalizací a mokkými stálостmi. Lázeň obsahuje kyselinu octovou, pH okolo 5,5 až 7.[18]

Obecně kyselá barviva kryjí nestejněměrnost polyamidu středně dobře [12]. Chromofor je nejčastěji na bázi azobarviva, ale také antrachinonu.

## 1.8 Barva a Barevnost

Barevnost předmětu pro naše účely textilního materiálu, je dílem reakce lidského oka na vlnovou délku elektromagnetického záření. Lidské oko není citlivé na vlnovou délku záření v celém rozsahu, ale pouze v úzkém rozmezí, pro jedince bez zrakových vad, je toto rozmezí 380 až 760 nm, viz obr. 8.



Obrázek 8: Viditelné spektrum elektromagnetického záření [19]

Materiál se jeví jako barevný, pokud absorbuje část záření v tomto intervalu. Pokud absorbuje v celém intervalu, jeví se jako černý, pokud je absorpce nulová jeví se jako bílý. Jestliže absorbuje pouze část, z již zmíněného intervalu má předmět tzv. doplňkovou barvu. Doplňkovou barvu k barvě absorbované nebo naopak lze zjistit v diagramu chromatičnosti, leží naproti sobě. Zároveň jsou to barvy s největším kontrastem [18]

Pro hodnocení barvy materiálu se užívají tři následující hodnoty.

- Barevný tón (h): Přiřazuje barvu k určité vlnové délce. Např. zelená barva leží v intervalu 520 až 565nm.

- Čistota (P), neboli brilance. Pokud je absorpční vrchol barviva strmý hovoříme o čisté barvě, naopak pokud je vrchol široký, zasahuje tak do široké oblasti vlnových délek je pak označována barva jako nečistá. Reálná barva předmětu nikdy není absolutně čistá, to by znamenalo, že absorbuje elektromagnetické. záření v pouze jedné vlnové délce.
- Jas (L), je poměr mezi odraženým světlem a světlu dopadajícím. Čím více se zlomek blíží jedné, tím je materiál jasnější.

## 1.9 Hodnocení vybarvení textilního materiálu

Zhodnocení, zdali je vybarvený materiál shodný s předlohou, ale také zda je egální, je nepostradatelný krok během samotného zušlechťování. Toto hodnocení se dělí na subjektivní a objektivní.

subjektivní hodnocení je metoda založená na citlivosti lidského oka ve výrobě oka koloristy. Kolorista využívá tři metody.

Srovnání s předlohou, standartní řada, atlas barev.

Subjektivní hodnocení nemůže provádět libovolná osoba, navíc jsou daná pravidla a podmínky pro hodnocení. Hodnotitel nesmí mít poruchu barvocitu, musí být v klidu. Z hlediska podmínek je nutné dodržet správné osvětlení, velikost vzorků, úhel pozorování. Většinu těchto podmínek zajišťují světelné boxy. [18]

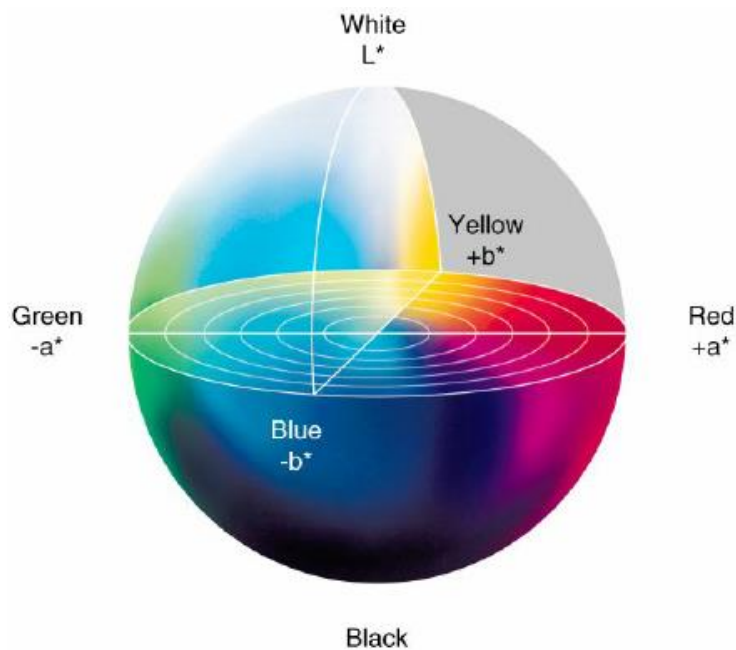
Objektivní měření barevnosti již není založené na citlivosti oka, není tak zatížené lidskou chybou.

Objektivní měření barevnosti textilního materiálu se provádí pomocí remisního spektrometru obr. 9. Na rozdíl od transmisního spektrometru používaného pro měření absorpce např. kapalných vzorků tento přístroj neměří spektrum záření, které prošlo vzorkem nýbrž záření, který vzorek odrazil po ozáření. Pokud bychom vzali absorpční spektrum barviva v barvicí lázni a remisní spektrum vybarveného materiálu tímto barvivem jsou spektra opačná, protože vybarvený vzorek odrazí tu část spektra, kterou neabsorbuje barvivo na něm. [16]



Obrázek 9: Remisní spektrometr firmy Datacolor [21]

Aby bylo možné objektivně hodnotit barevnost bylo potřeba ustanovit tzv. standardního pozorovatele, který byl vytvořen tak, aby co nejlépe napodobil vnímání barevnosti lidským smyslem. Reprezentuje ho 10° standardní pozorovatel, standardní osvětlení nejčastěji D65. Důležitý je také úhel osvětlení a detekce odraženého světla pro neprůhledné textilní materiály je používán buď úhel osvětlení 8° a 0° detekce nebo obráceně. Dále bylo potřeba vytvořit numerický barevný prostor. Dnes je nejčastěji využíván tzv. sférický systém CIE  $L^* a^* b^*$ , obr. 10. [18]



Obrázek 10: barevný prostor CIELAB [22]

Standartní barevná diference používané pro neprůhledné vzorky v textilním průmyslu, ale i jiných odvětvích je dnes rovnice CMC (l:c),

$$\Delta E_{CMC(l:c)} = \sqrt{\left(\frac{\Delta L}{lS_L}\right)^2 + \left(\frac{\Delta C^*}{cS_C}\right)^2 + \left(\frac{\Delta H^*}{S_H}\right)^2}$$

kde,  $\Delta E_{cmc}$  je barevná odchylka  $\Delta L$ ,  $\Delta C^*$ ,  $\Delta H^*$  jsou barevné odchylky od předlohy,  $S_h$   $S_c$   $S_h$  jsou hodnoty udávající velikost tolerančních elipsoidů, která je závislá na poloze odstínu v barevném prostoru a  $l$  a  $c$  jsou váhové faktory. Pro měření textilií je zvoleno  $l:c = 2:1$ .

Výhodou této rovnice je, že bere do úvahy různou citlivost lidského zraku v různých oblastech barevného spektra.  $\Delta E_{cmc}$  nabývá hodnot  $\geq 0$ , kdy nula znamená naprostou shodu odchylky. Odchylky menší než 0,3 pro lidské oko nepostřehnutelné. Volba hodnoty  $\Delta E$ , nad kterou je již rozdíl oproti standartu nepřijatelný, záleží na charakteru vzorku pro textilní materiály se běžně používá hranice  $\Delta E_{cmc}=2$ , vyšší hodnoty už jsou nepřijatelné. Hranice však není úplně ostrá, v praxi se přistupuje tak, že vzorky, které mají barvenou odchylku okolo jedné je nutné důkladně zhodnotit.

Bohužel pouze z hodnoty  $\Delta E_{cmc}$  není možné určit, jak byl posunu vzorek oproti standartu, neboli není možné určit, zda je vzorek zabarven sytěji, je posunut do modra či do červena atd. Proto se společně barevnou odchylkou udávají ještě hodnoty  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , z těchto hodnot již kolorista pozná, jak je vzorek odlišný a jak tuto vadu napravit. [18]

## 1.9.2 Hodnocení stálosti vybarvení

Důležitou sledovanou vlastností vybarveného textilního materiálu je stálost tohoto vybarvení.

Stálosti vybarvení lze rozdělit na mechanické stálosti, stálosti na světle a povětrnosti a na stálosti tzv. mokré.

Stálosti na světle se dnes výhradně provádějí pod umělým osvětlením xenonovou výbojkou v prostředí dané normou. Po provedené zkoušky je vzorek srovnávám s osmistupňovou modrou stupnicí.

Mechanické zkoušky spočívají např. v otěru vzorku bavlněnou tkaninou. Test je prováděn za sucha i za mokra. V případě mokrého otěru se hodnotí i zapouštění do mokrého bavlněného materiálu.

Pro stanovení mokrých stálosti jsou používány sdružené, tzv. sendvičové, vzorky, které se skládá ze třech vrstev. Prostřední vrstvou je zkoušený materiál. Materiály krajní jsou doprovodné tkaniny, jeden shodný materiál se zkoušeným vzorkem a druhý daný normou, nejčastěji vlna nebo bavlna. Tyto tři vrstvy jsou sešity po okraji volným stehem bavlněnou nití. Po provedení zkoušky je hodnocena změna odstínu a míra zapouštění do doprovodných materiálů. U změny odstínu se také udává, kam byl odstín posunut. Například pokud je uvedeno 2R, znamená, že vzorek po zkoušce načervenalý. Pro vyhodnocení je používána pěti stupňová škála po půl stupni, celkem 10 hodnot, přičemž nejvyšší známka 5 znamená vynikající stálost tedy materiál minimálně změnil odstín a téměř nebo vůbec nezapouští.

Vlastních mokrých zkoušek je celá řada, řada z nich je dána i následným procesem ve zušlechťovacím procesu. Mezi mokré zkoušky patří např. zkouška v praní, stálost v alkalickém i kyselém potu, ale také stálost v alkalické vyvářce, stálosti při bělení peroxidem, stálosti pro potting a jiné. [15]

### 1.9.3 Hodnocení nestejnoměrnosti vybarven

Jak již bylo napsáno, u textilních materiálů je důležité sledovat nejen barvenou odchylku, ale také rovnoměrnost vybarvení. Tu je možné hodnotit tak jako barevnost subjektivně i objektivně. K objektivnímu měření nerovnoměrnosti se využívá relativní index nestejnoměrnosti ( $RUI_C$ ), vypočtený dle rovnice:

$$RUI = \sum_{\lambda=390}^{700} \left( \frac{\sigma_{\lambda}}{R} \right) \times V_{\lambda}$$

$$\sigma_{\lambda} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (R_i - R)^2}{n - 1}}$$

Kde  $R_i$  je hodnota remise měření pro danou vlnovou délku  $R$  je průměrná hodnota remise pro danou vlnou délku,  $n$  je počet měření,  $V_{\lambda}$  je faktor citlivosti lidského oka a  $\sigma_{\lambda}$  je standartní odchylka remise. [18]

Hodnoty relativního indexu nestejnoměrnosti, včetně slovního vyjádření jsou uvedeny v tabulce 1.

Tabulka 1: Hodnoty RUI

Číselná hodnota RUI	Slovní hodnocení equality
<0,2	Velmi egální
0,2 ÷ 0,49	Egální
0,5 ÷ 1	Mírně neegální
>1	Vysoce neegální

## 1.10 Pruhovitost polyamidového vlákna

Přes výborné mechanické vlastnosti polyamidových vláken a jejich snadnou barvitelnost mají i polyamidová vlákna svůj specifický problém. Tento problém se běžně označuje jako pruhovitost. Tento jev je patrný obr. 11.

Tento problém vyniká při barvení, kdy dochází k neegálnému vybarvení ve směru osy vlákna. Tato pruhovitost je způsobena několika faktory. Ty je možné rozdělit na chemické a fyzikální.

Chemická pruhovitost je způsobena rozdílným polymeračním stupněm makromolekul polyamidu ve vlákne. Jako každý polymer i polyamid vykazuje polydisperzitu polymeračního stupně. Tato polydisperzita způsobuje, že jsou ve vlákne oblasti, kde se vyskytují makromolekuly s nižším polymeračním stupněm, v této oblasti se vlákno vybarví sytěji, je zde totiž více vazebných míst. Naopak oblast, kde převládají makromolekuly delší, vlákno se vybarví slaběji.

Fyzikální pruhovitost je důsledek kolísání krystalinity polymeru, resp. vlákna. Tato pruhovitost vzniká při dloužení, při kterém kolísají dloužící podmínky. V ose vlákna tak klesá množství krystalové, resp. pro barvení důležitější amorfni fáze. Důsledkem je kolísání rychlosti difuze barviva do vlákna. Čím méně uspořádaný systém je, tím lépe barvivo difunduje do vlákna. Tuto pruhovitost lze potlačit zpomalením vlastního barvení. [15]



Obrázek 11: Pruhovité vybarvení polyamidové tkaniny, barvivo egacidová modř A2G ( Acid Blue 40 ) [23]

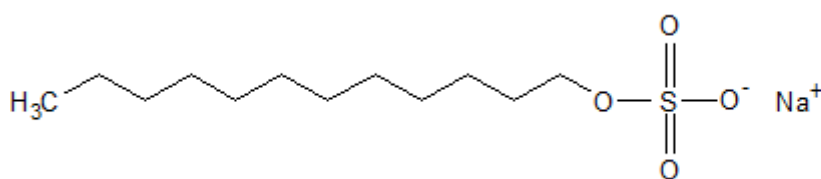


## 1.11 Možnosti krytí pruhoovitosti

Pruhoovitost vybarvení polyamidového materiálu lze potlačit několika způsoby. Prvním krokem je správná volba aplikační třídy barviva. Pruhoovitost nejlépe kryjí barviva disperzní, opačným příkladem jsou barviva kovokomplexní. V případě kyselých barviv je vhodné použít tzv. silně kyselá, egalizační barviva, tuzemské palety Egacid.

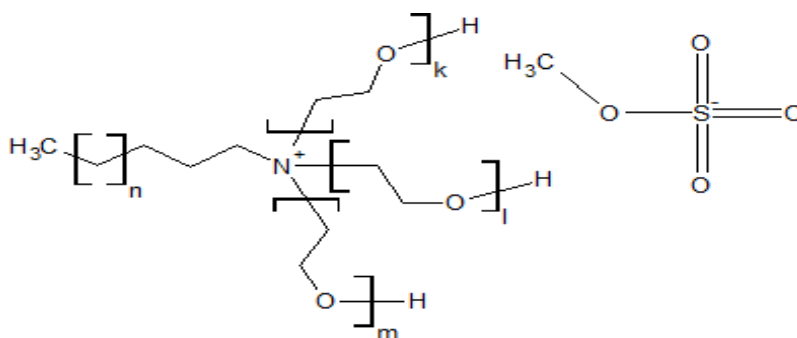
Další možností pro anionická barviva je použití anionického blokátoru v podobě anionického tenzidu např. Synferol AH Extra nebo laurylsíran sodný, tyto blokátory se v barvicí lázni chová podobně jako anionické barvivo. Vytváří také iontovou vazbu s protonizovanou aminoskupinou. Aminoskupinu tak blokuje a zpomaluje vytažení barviva na vlákno. Jako anionický blokátor se také používá síran sodný, jehož síranový aniont se váže na vlákno. Použití síranu zvyšuje zasolení odpadních vod, jehož přírůstek se pohybuje od 5% až 10%. Anionické blokátory během zahřívání lázně při barvení dostanou tolik kinetické energie, aby překonaly přitažlivé síly, a postupně uvolňují vazná místa pro barvivo.

Kationické retardéry, např. Syntegal V7 či V20 naopak vytváří iontový pár s molekulou barviva, díky tomu barvivo v tomto komplexu ztrácí elektrický náboj a nemá



Vzorec 1: Anionický tenzid, laurylsíran sodný

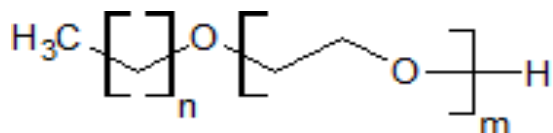
afinitu k vláknu. Tento komplex barviva s katioaktivním blokátorem se opět postupně rozrušuje při zahřívání lázně. [24]



Vzorec 2: Kationický tenzid, methosulfát oxyethylenovaného mastného aminu (Syntegal V20)

Neionické tenzidy, např. Slovazol 257 lze použít také. Tyto tenzidy vytvářejí s barvivem v lázni komplex, platí tak stejný mechanismus retardace jako u kationických blokátorů [25]

Afinitu anionaktivních barviv, lze také regulovat pomocí pH. Se zvyšováním pH při



Vzorec 3: Neionický tenzid ,oxyethylenovaný mastný alkohol (Slovazol 257)

barvení klesá podíl protonizovaných aminoskupin a tím se snižuje afinita k vláknu.

Egalitu vybarvení lze také vylepšit změnou teplotním režimem barvení. Čím vyšší je afinita barviva k vláknu, tím nižší rychlost ohřevu je třeba použít. S tím, ale bohužel roste časová náročnost barvení. Také je důležité zmínit, že egalizování při vysoké teplotě je pro krytí pruhoovitosti zcela nevhodné, protože způsobí pravý opak, neboť způsobuje zvýšenou migraci barviva a tím se pruhoovitost ještě zvýrazní. [15]

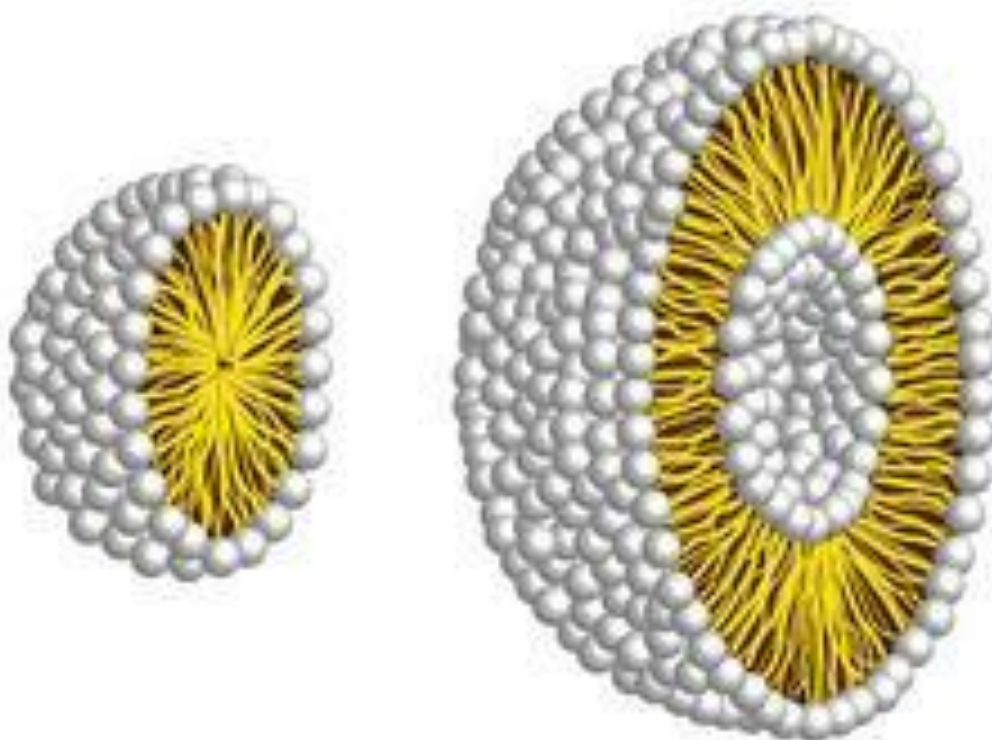
Další moderní možností, jak omezit pruhovitě vybarvení je využít enkapsulaci barviva a zpomalit tak vytahování barviva na vlákno. Enkapsulace barviva spočívá v uzavření barviva do liposomu připraveného ze sójového lecitinu. Liposom je částice obdobná micelle.

## 1.12 Liposomy

Liposomy, nebo také vesikuly poprvé popsal Alec Douglas Bangham v 60. letech 20. století. Liposomy jsou nepostradatelné pro život, protože tvoří základ buněčných membrán.

Liposomy jsou schopné tvořit některé amfifilní látky. To jsou takové látky jejichž molekuly lze rozdělit na dvě části, a to na část hydrofilní a hydrofobní. Díky tomu mají tyto látky unikátní vlastnosti, mezi ně patří zejména snížení povrchové napětí roztoků těchto látek a při vyšších koncentracích také tvořit micely nebo liposomy, specifické agregáty pro tyto sloučeniny. Koncentrace, nad kterou začnou amfifilní látky tvořit agregáty je nazvána kritická micelární koncentrace (CMC). CMC pro fosfolipidy se pohybuje v řádu  $10^{-10}$  M a  $10^{-4}$  až  $10^{-2}$  pro mastné kyseliny, koncentrace závisí např. na délce alkylového řetězce.

Zatímco micely jsou tvořeny jednou vrstvou amfifilní látky, liposom je tvořen některými polárními lipidy zejména fosfolipidy a vytvářejí lipidovou dvojvrstvu nepolární částí molekul k sobě. To, zda lipid vytvoří micelu nebo liposom závisí na geometrii molekuly. Pokud má molekula tvar připomínající jehlan, kde hydrofobní část je umístěna v podstavě tvoří micely. Jestliže, ale má molekula válcovitý tvar je schopná tvořit dvojvrstvé agregáty, liposomy. Opakem jsou pak molekuly s tvarem jehlanu, kde se hydrofilní část nachází ve špičce, tato molekuly mohou tvořit inverzní micely v nepolárním rozpouštědle. To, jestli molekula tvoří micely nebo vesikuly vyjadřuje také „packing“ parametr, který vychází z objemu molekuly, délky alkylových řetězců v součtu a průřezu hydrofilní části zvané taky hlava. [26]

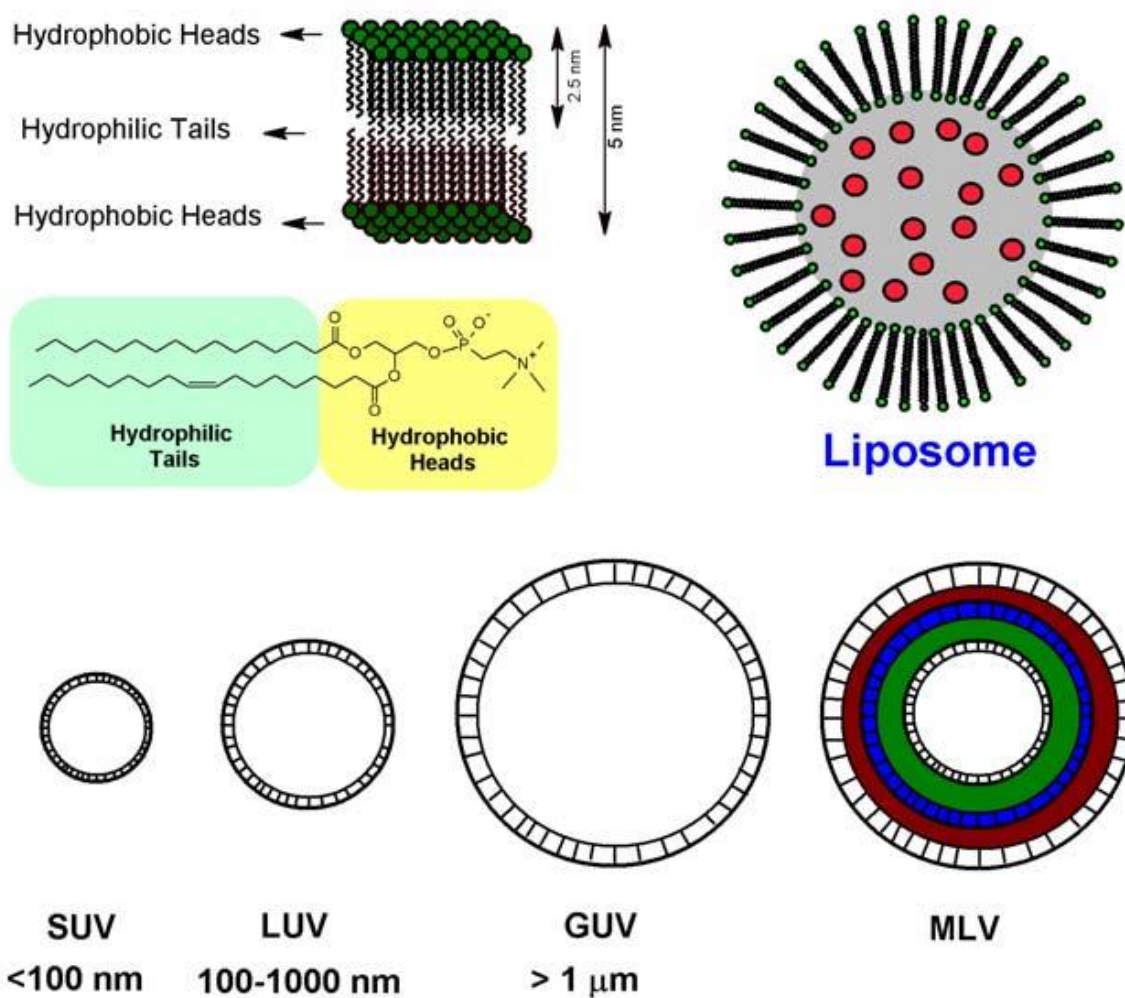


Obrázek 12: micela a liposom srovnání [27]

### 1.12.1 Klasifikace liposomů

Liposomy lze rozdělit do několika kategorií dle velikosti a struktury.

- *SUV* – *Small Unilamellar Vesicles*, velikost menší než 100 nm
- *LUV* – *Large Unilamellar Vesicles*, velikost 100 nm až 1000 nm
- *GUV* – *Giant Unilamellar Vesicles*, velikost větší než 1000 nm
- *MLV* – *Multi unilamellar Vesicles*, velikost až 10 000 nm [31]



Obrázek 13: Klasifikace liposomů [28]

### 1.12.2 Využití liposomů v textilním průmyslu.

V předúpravě se dále uplatňují liposomy oblasti bělení. Byla provedena studie, při které bylo prováděno peroxidové bělení bavlny, dále směsi bavlny s polyesterem a vlny. Při bělení bavlněného materiálu bylo při použití liposomů dosaženo lepších mechanických vlastností, tedy nižší degradace celulózy, ale také vyšší bělosti. Toto zlepšení je z důvodu dobrých smáčecích vlastností, ale také fakt že peroxid vodíku uzavřený liposomech, není tolik náchylný k nežádoucímu rozkladu. Nahrazuje tak přidávané vodní sklo, které slouží ke stabilizaci peroxidu vodíku.

Další možnosti využití liposomů je při chlorování vlny. Díky postupnému uvolňování chloru z liposomů je takto provedená úprava rovnoměrnější a šetrnější k materiálu. [29]

Široké uplatnění liposomů je také v oblasti barvení textílií. Studováno bylo barvení vlny enkapsulovaným kyselým barvivem. Bylo zjištěno, že takto připravené barvivo může obarvit vlákno rychleji, ale i pomaleji ve srovnání s barvivem neenkapsulovaným. Záleží totiž na hydrofilnosti daného barviva. Pokud má barvivo silný hydrofilní charakter, uplatňuje se model, kde barvivo uzavřené v liposomech snadněji proniká mezibuněčným prostorem vlny, který je vyplněn lipidy a proteiny, který jsou hydrofobní.

V případě barviv hydrofobního charakteru naopak dochází k retardaci tedy zpomalení barvení tím i vybarvení je rovnoměrnější. Vysvětlením je vyšší afinity barviva k liposomům.

U reaktivní barviv, která poskytují kvalitní vybarvení vlny z hlediska mokrých stálostí, je problémem rovnoměrnost vybarvení, kterou lze zvýšit enkapsulováním barviva. Enkapsulované barvivo se uvolňuje pozvolna z liposomu a nedochází tak k nerovnoměrnostem vybarvení. [30]

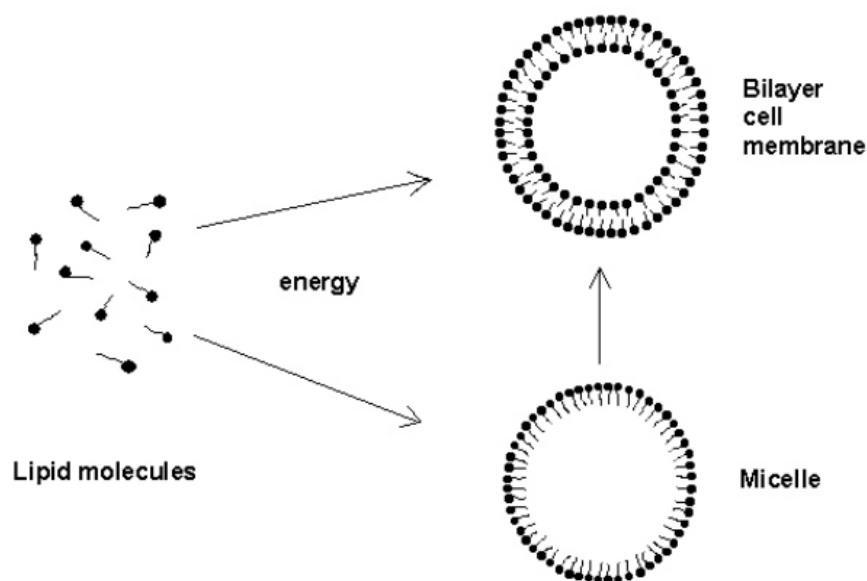
V textilním tisku nalezla enkapsulace barviv, ale i pigmentů také uplatnění. V transferovém tisku je barvivo enkapsulováno v polyurethanu. Kapsule nanesené na papír jsou při vlastním tisku rozrušeny pomocí tepla, mechanické energie nebo světla. Potiskovat se tak dají syntetické i přírodní materiály. [32]

### 1.12.3 Příprava liposomů lecitinu

Základní představa mechanismu přípravy liposomů je poměrně jednoduchá, viz obr. 14. Povrchově aktivní lecitin je rozpuštěn ve vodě. V této fázi ještě lecitin nevytváří liposomy, je volně rozptýlen ve vodě. Po dodání energie roztoku (mechanicky, teplem, ultrazvukem). Díky dodané energii se molekuly začínají uskupovat do liposomů, či micel. [31]

Technologicky je však příprava složitější, protože každá metoda poskytuje liposomy s jinými vlastnostmi, jako jsou různé velikosti (od 10 nm do několika  $\mu\text{m}$ ), počet vrstev, ale také tvar či počet jader.

Hydratace tenkého lipidového filmu je první zmíněnou metodou. Roztok lipidů v těkavém organickém rozpouštědle (chloroform, diethyl ether) je převeden do nádoby. Po odpaření rozpouštědla vytvoří lipidy tenký suchý film na vnitřním povrchu nádoby. Poté se do nádoby přidá voda, která lipidy hydratuje a vytvoří se tak liposomy multivrstvé, o velikosti několika  $\mu\text{m}$ . [32]



Obrázek 14: Schéma tvorby micely a liposomu [35]

Další metodou je vstřikování etanolového nebo etherového roztoku. Jsou to v principu velmi podobné techniky. Etanolový nebo etherový roztok lipidů je vstřikován do vody. Ihned po tomto smíšení vznikají liposomy. Při použití etherového roztoku odpadá složité oddělování etanolu z vody, protože diethyl ether je s vodou téměř nemísitelný. Navíc

voda, do které je roztok vstříkovan je zahřívána nad bod varu etheru, dochází tak ihned k separaci etheru a je možné tak připravit velmi koncentrovanou suspenzi liposomů ve vodě. Liposomy takto připravený jsou malé, do 100 nm a jednovrstvé s úzkou distribucí velikosti. [34]

Nevýhodou výše uvedených technik je velká spotřeba organických rozpouštědel, proto jsou to spíše laboratorní techniky.

Pokud mají být liposomy připraveny ve větším množství je výhodné zvolit takovou metodu, kde se nevyužívá nebezpečné a drahé organické chemikálie.

První možností je využití zahřívací metody, z ang. Heating Method. Ta spočívá v přípravě disperze lipidů ve 3 % glycerolovém roztoku. Tento disperze je zahřívána na 120 °C a míchána. Glycerol působí jako stabilizátor liposomů. Velikost liposomů lze ovlivnit použitým fosfolipidem a rychlostí míchání. [34]

Ultrazvuková metoda je druhou metodou. Pomocí ultrazvuku lze nejen připravit, ale také měnit velikost již připravených liposomů, přesněji lze sonifikací pouze liposomy zmenšovat.

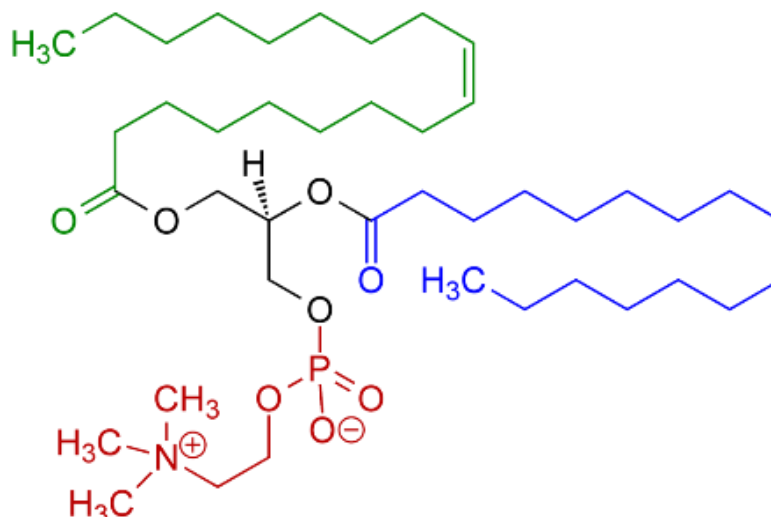
Poslední zmíněnou metodou je příprava liposomů za pomoci tenzidů. Tenzidy jsou látky podobného charakteru jako fosfolipidy. Mají anfifilní charakter molekuly. Rozdílně jsou v tom, že jsou ve vodě dobře rozpustné stejně tak v nepolárních kapalinách. Fosfolipidy jsou dobře rozpustné v nepolárních rozpouštědlech, ale ve vodě jsou rozpustné velmi omezeně.

Pro přípravu liposomů je možné použít kationaktivní anionaktivní, neionogenní i amfotermní tenzid, volba závisí následné aplikaci připravených liposomů. Volbou a koncentrací a druhu tenzidu lze regulovat velikost liposomů. [35]

### 1.12.3.1 Lecitin

Lecitin se řadí mezi fosfolipidy. Fosfolipidy jsou deriváty triacylglycerolů, kde je nejčastěji jedná masná kyselina nahrazena kyselinou fosforečnou. Lecitin ve skutečnosti není pouze jedna sloučenina, ale jedná se o směs fosfatidylcholinu obr. 15, fosfatidylethanolaminu fosfatidylinositolu, fosfatidovaných kyselin a dalších látek. [37].

Lecitin je základní složkou buněčných membrán, nachází se tak ve všech buněčných organismech na zemi.



Obrázek 15 : Strukturní vzorec fosfatidilcholinu, nejvýznamnější složky lecitinu [38]

Průmyslově se získává lecitin z vaječného žloutku a rostlinných olejů, zejména ze sójového oleje. Sójový olej je extrahován ze sójového bobu nepolárním rozpouštědlem např. hexanem. Takto extrahovaný olej obsahuje 1-3 % lecitinu. Olej se poté mísí s vodou. Fosfolipidy neboli lecitin jsou po hydrolýze rozpustné ve vodě. Z vody se pak odstraní centrifugou a následně suší. [31]

Lecitin má široké využití jako emulgátor v potravinářství, protože je to přírodní, zdravotně nezávadná povrchově aktivní látka, resp. směs, nejen povrchově aktivních látek. Ještě lepší povrchovou aktivitu vykazuje hydrolyzát lecitinu. Při hydrolýze dojde k odštěpení cholinu z molekuly. Lecitin lze například najít ve složení některých čokolád, margarinech, těstovinách nebo třeba zmrzlině. [39]

Lecitin se také prodává jako doplněk stravy. Jeho konzumace zlepšuje trávení, napomáhá imunitě či snižuje hladinu cholesterolu v krvi atd. [39]

Uplatnění nalézá také v kosmetickém průmyslu, opět pro jeho povrchovou aktivitu. [19]



### 1.12.5 Sušení liposomů

Sušení liposomů představuje poslední krok přípravy liposomů pro jejich použití. Usušením liposomů se zvýší jejich odolnost vůči degradaci při skladování a usnadní se také dávkování. Sušení liposomů je také zapotřebí pro některé analytické metody.

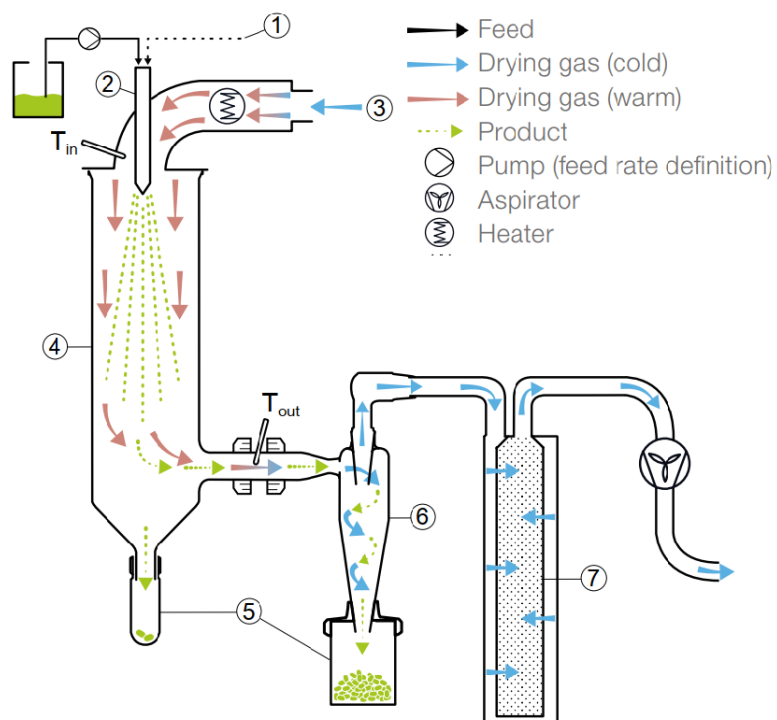
Procesy degradace liposomů můžeme rozdělit na chemickou a fyzikální. Mezi chemické patří oxidace a hydrolýza. Tyto dvě degradace lze potlačit právě usušením díky usušení tedy odstranění vody nedochází k hydrolýze. Oxidace lze odstranit přidáním pohlcovačů kyslíku ke skladovaným usušeným liposomům.

Mezi fyzikální degradaci patří snížení retence enkapsulované látky, deformace membrány, agregace nebo konverze v micelární strukturu.

Dvě nejběžnější metody pro sušení liposomů jsou lyofilizace a sprejové sušení. První zmíněná metoda, lyofilizace je hojně využívána v potravinářství. Její princip spočívá v hlubokém zmrazení až na  $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Po tomto kroku dojde ke snížení tlaku, poté je dodáno nepatrné množství tepla potřebné k sublimaci vody. Po sublimaci se teplota zvýší na  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Tlak se poté ještě sníží. Takto se dosáhne snížení obsahu vody na jednotky procent. [40,41]

Sprejové sušení je druhou možností. Oproti lyofilizaci je ekonomičtější a rychlejší, může se provádět i kontinuálně. Nevýhodou je jeho omezené použití pro liposomy nebo látky enkapsulované v nich, které jsou termicky nestabilní.

Princip rozprašovacího sušení je znázorněn na obr. 16. Materiál či vzorek je dávkován v podobě suspenze čerpadlem do rozprašovací trysky, v této trysce je vzorek rozprášen na velmi jemné kapky pomocí stlačeného plynu (nejčastěji vzduch, ale také inertní atmosféra  $\text{N}_2$ ). Tento aerosol je vstříknut do sušicího válce, ve kterém proudí horký plyn, při kontaktu se sušeným materiálem dochází k okamžitému odpaření kapaliny. Usušený materiál je dál unášen horkým plynem k separaci. Jako separátor je používán cyklonový odlučovač, v jehož konickém tvaru postupně prachové částice ztrácejí svoji kinetickou energii a sedimentují až na dno cyklónu, kde je zpravidla umístěna sběrná nádoba. [43]



Obrázek 16: Schéma rozprašovací sušárny [42]

### 1.12.6 Analýza a charakterizace liposomů

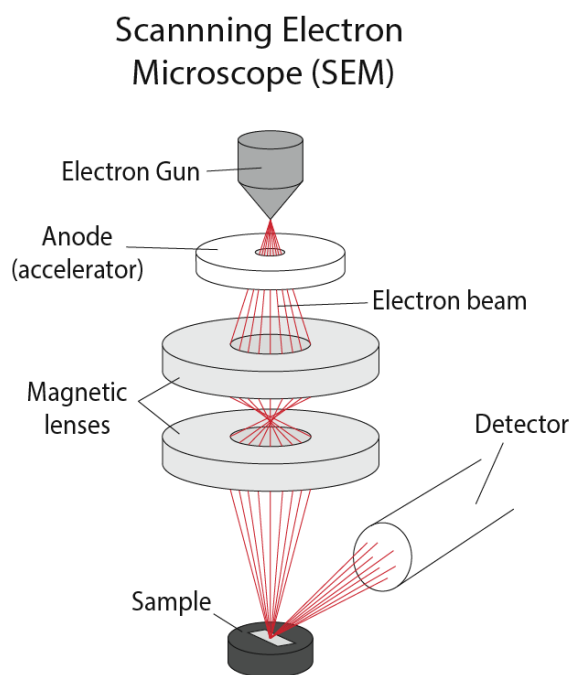
Liposomy lze analyzovat různými metodami, a to jak v roztoku, tak v suchém stavu. Důležité charakteristiky liposomů jsou velikost, počet dvojvrstev, tvar, vnitřní objem propustnost, stabilita.

Pro analýzu liposomů jsou vhodné tyto techniky: Nukleární magnetická resonance (NMR), Rentgenová analýza (SAXS) a skenovací i transmisní elektronová mikroskopie

Počet vrstev lze stanovit pomocí NMR, SAXS a TEM. Pomocí SEM lze stanovit velikost liposomů. [44]

### 1.12.6.1 Skenovací elektronová mikroskopie (SEM)

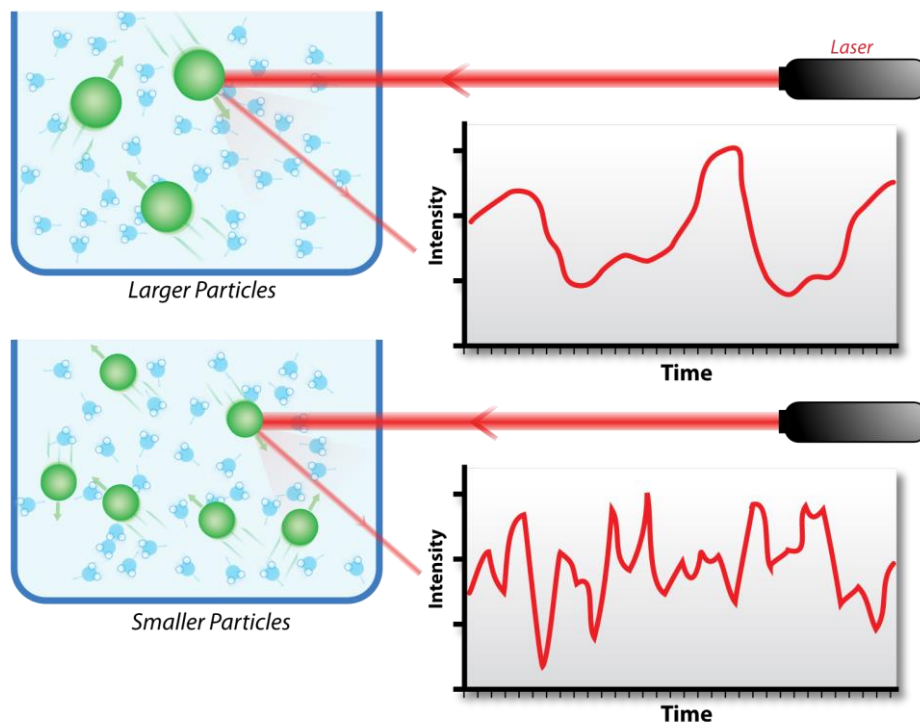
SEM funguje na principu odrazu elektronu od vodivého vzorku. Vzorky nevodivé je nutné před analýzou pokrýt několik nanometrů tenkou vodivou vrstvou nejčastěji zlatem či grafitem. Vlastní elektronový mikroskop se skládá ze zdroje elektronů, soustavy cívek, které, zaostřují vzniklý elektronový paprsek na vzorek. Odražené elektrony putují do detektoru. [45] Schéma skenovacího elektronové mikroskopu je znázorněn na obrázku 17.



Obrázek 17: Schéma Skenovací elektronové mikroskopie [46]

### 1.12.6.2 Analýza pomocí dynamického rozptylu světla (DLS)

Velikost liposomů lze dále stanovit pomocí, diferenční skenovací spektrometrie (DLS). DLS je optická metoda založená na měření oscilace intenzity rozptýleného paprsku, po průchodu vzorkem. Tato oscilace vzniká díky Brownově pohybu měřených částic. Z toho plyne omezení pro velikost měřených částic, není možné měřit částice větší než 1 mikrometr. Princip metody je znázorněn na obr 18.



Obrázek 18: Schématické znázornění DLS analýzy [47]

Stabilitu liposomů v roztoku lze posuzovat dle hodnot Zeta potenciálu, pokud je naměřený Zeta potenciál v absolutní hodnotě větší než 30 mV mohou být liposomy jako stabilní. Měření Zeta potenciálu na základě elektroforézy spočívá ve vložení napětí mezi dvě elektrody, Zeta potenciál je poté vypočten z migrace nabitých částic k elektrodě nabitě opačně. Tato migrace je sledována laserovým paprskem. [48]

Velikost částic lze také změřit pomocí ultrazvukového měření, které funguje na principu měření zeslabení akustického signálu, který proniká měřenou suspenzí. To, jak moc částice zeslabují signál, závisí na jejich velikosti a koncentraci [49].

### 1.13. Využití enkapsulace při aplikaci OZP na bavlněný substrát

Jak již bylo popsáno výše enkapsulace je využíváno také v textilních předúpravách. Jednou z možností je aplikace OZP.

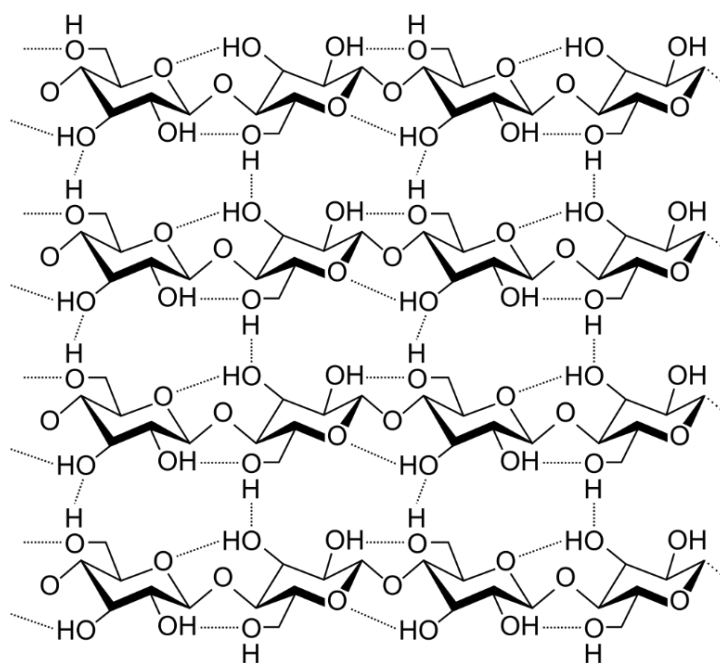
### 1.13.1 Bavlna v textilním průmyslu

Bavlna spolu s polyesterem nejvýznamnějším textilním materiálem na zemi. Z celkové produkce textilních vláken zaujímá zhruba 30 %. Mezi nejvýznamnější producenty patří Čína, Indie, Pákistán, USA. Řadí se mezi celulózová vlákna, jejím základním stavebním kamenem je celulóza, přírodní polysacharid. Vlastní bavlněná vlákna jsou získávána z tobolek, které obsahují vlnatá semena.

Stavební jednotkou celulózy je glukóza spojené glykosidickou  $\beta$  1,4 vazbou. Bavlněná celulóza dosahuje polymeračního stupně až 15000. Volné hydroxylové skupiny tvoří četné vodíkové můstky a to jak intra, tak intermolekulární.

Bavlna, tak jako ostatní přírodní vlákna má svojí nezaměnitelnou makrostrukturu, kterou lze pozorovat mikroskopem. Bavlněná vlákna jsou dutá, mají ledvinkovitý průřez. V podélné ose je patrná typická šroubovice. Ledvinkovitý průřez mají pouze vlákna nemercerizovaná. Mercerizace je proces, kdy se na napnutý bavlněný materiál působí koncentrovaným roztokem hydroxidu sodného. Mercerizací dochází k dekonvoluci a vlákna tak získají kruhový průřez. Díky mercerizaci se zlepšuje např. barvitelnost, díky nárůstu amorfního podílu.

Četné vodíkové můstky, patrné na obr 19, zapříčiňují velice špatnou rozpustnost celulózy ve vodě, ale na druhou stranu zajišťují vysokou pevnost vláken. Volné hydroxylové skupiny představují vazná místa nejen pro textilní barviva. [15,25]



Obrázek 19: Struktura celulózy s vyznačenými vodíkovými můstky. [48]

Vazebné vlastnosti bavlny jsou dány dostupností primární alkoholické skupiny  $-\text{CH}_2\text{OH}$ . Její dostupnost je dána uspořádaností oblasti. V krystalické fázi je hůře dostupná. Specifickou koloristickou vlastností bavlny i jiných celulóзовých vláken je jejich velký negativní náboj daný hydroxylovými skupinami. Tento náboj je při barvení potlačován při barvení přísádkem neutrálního elektrolytu, nejčastěji chloridu sodného. [15]

### 1.13.2 Bělení bavlny

Bělení bavlny lze uskutečnit více způsoby. Účel je však stejný, zvýšit bělost materiálu. Obecně lze bělení rozdělit na oxidační a redukční. Na bavlnu se používá výhradně oxidační. Nejpoužívanější je v dnešní době peroxidové, zejména díky jeho ekologičnosti. Dříve se bělilo také pomocí chlornanu či chloritanu. V dávných dobách se také bavlna modřila, kdy docházelo k subtraktivnímu míšení barev, modrá barvivo na nažloutlé bavlně se dohromady jeví bělejší, ale klesá celkový jas.

Nevýhodou oxidačního bělení je částečné poškození materiálu, oxidují se totiž volné alkoholové skupiny celulózy až na karboxylovou skupinu, dochází také ke snížení polymeračního stupně. [25]

### 1.13.3 Opticky zjasňující prostředky (OZP)

OZP jsou organické sloučeniny podobné textilním barvivům. Jejich schopností je fluorescence, absorbují totiž elektromagnetické záření v UV oblasti, okolo 350 nm. Energie tohoto světla je částečně spotřebována na přeskoky elektronů a změnu struktury z trans na cis. Elektromagnetické záření, ochuzené o část energie, emituje záření nové již ve viditelné oblasti, a to v oblasti fialové až modré barvy, o vlnové délce 420 až 470 nm. Díky tomu materiál s aplikovaným OZP dosáhne bělejšího charakteru. Chemické bělení i optické zjasňování lze kombinovat a taky se to technologicky využívá. Kombinovat lze také aplikaci OZP s barvením, díky tomu se dosáhne brilantnějších odstínů. [25]

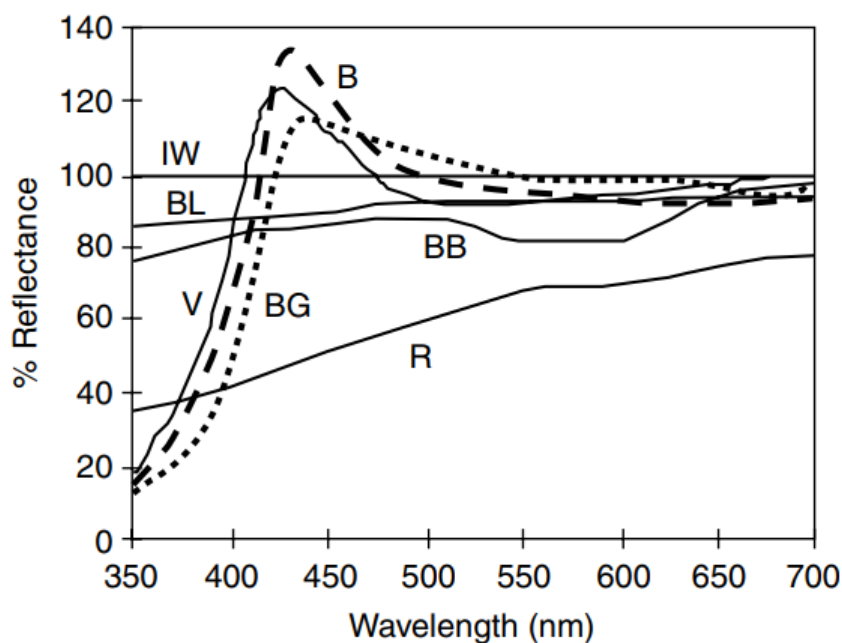
OZP je aplikováno na materiál ve formě plošného materiálu, ale i příze. Aplikovat je lze vytahovacím i impregnačním postupem. [51]

### 1.13.4 Hodnocení běli bavlněného substrátu

Objektivní hodnocení běli textilního materiálu je založené na principu měření intenzity odraženého záření neboli remise. Pro substráty, které nejsou opticky zjasněné, je remise změřena pouze v jedné vlnové délce, nejčastěji při 457 nm. Hodnota běli je dána dle vztahu:

$$w = R_{457},$$

kde, W je hodnota běli, a R je hodnota remise v procentech při dané vlnové délce. Měření remise při jedné vlnové délce není vhodné pro opticky zjasněné vzorky. Proto je nutné pro posuzování běli opticky zjasněných substrátů změřit remisi v celém rozsahu viditelného spektra. [18]



Obrázek 20: Remisní křivky pro různě upravené bavlněné materiály: IW ideální běl, R neupravená bavlna, BL bělená bavlna, BB bělená a modřená bavlna, V, B, BG Bavlna opticky zjasněná, OZP s různým nádechem[51]

## 2 Experimentální část

### 2.1. Seznam použitých přístrojů a chemikálií

#### 2.1.1 Laboratorní přístroje

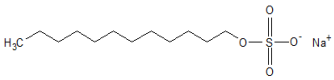
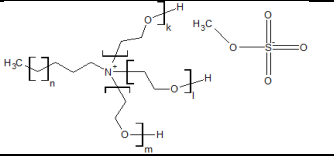
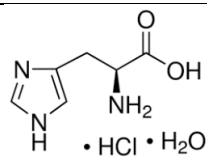
Tabulka 2 : Seznam použitých laboratorních přístrojů

Název	Země původu
Laboratorní váhy Kern 572	Německo
Analytické váhy Kern ABJ	Německo
Remisní spektrometr Datacolor 500UV	Švýcarsko
Magnetické míchadlo Heidolph MR3001 K	Německo
Spektrofotometr Thermofisher Helios Gama	USA
ZetaPALS – Zeta Potential Analyzer	USA
Barvicí aparát DatacolorAhiba Nuance Top Speed IIB	USA
Büchi B-290 Mini Spray Dryer s dehumidiferem B-296	Švýcarsko
Plazmový naprašovač Leica EM ACE200	Německo
Elektronový mikroskop Tescan Lyra 3	Česká republika



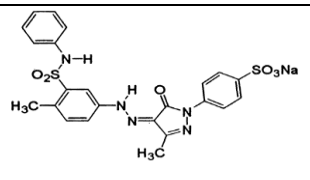
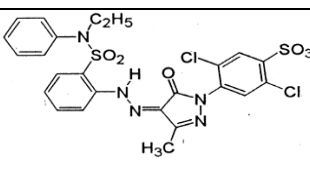
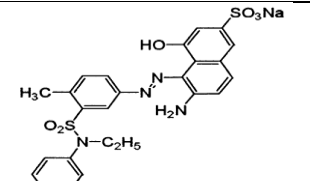
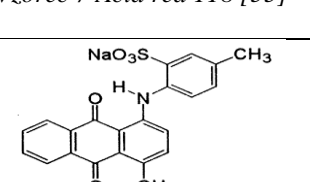
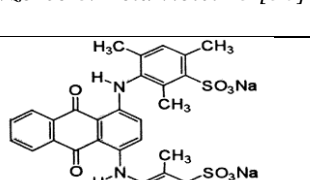
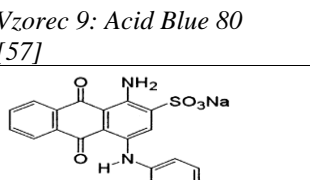
## 2.1.2 Chemikálie

Tabulka 3: Seznam použitých chemikálií

Název	CAS číslo	Výrobce, země	Vzorec
Lecitin	8002-43-5	Archer Daniels Midlands, USA	Směs fosfolipidů
Laurylsulfát sodný	85586-07-8	Penta, Česká republika	
Syntegal V20	85586-07-8	Enapol a.s., Česká republika	
Síran sodný	7757-82-6	LaChema n.p., Česká republika	$\text{Na}_2\text{SO}_4$
Kyselina octová	64-19-7	Penta, Česká republika	$\text{CH}_3\text{COOH}$
Uhličitan sodný bezvodý	497-19-8	Lach-Ner, Česká republika	$\text{Na}_2\text{CO}_3$
Hydrogenfosforečnan sodný	10039-32-4	LaChema n.p.	$\text{Na}_2\text{HPO}_4$
L-Histidin monohydrochlorid	645-35-2	Loba-chemie Česká republika	 <i>Vzorec 4: L- Histidin monohydrochlorid [52]</i>
Detergent ECE	—	Henkel KGaA, Německo	Směs alkyl benzen sulfonanu a oxyethylenovaného mastného alkoholu, sodného mýdla, trifosfátu sodného, křemičitanu sodného a síranu sodného

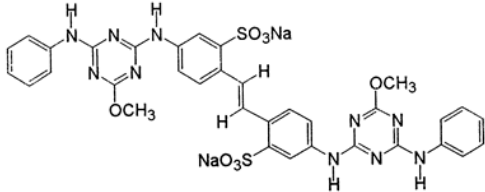
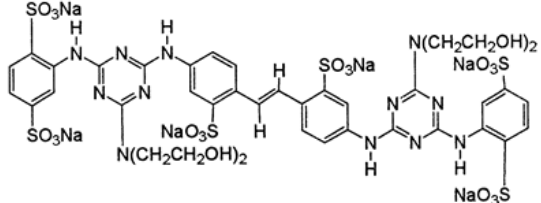
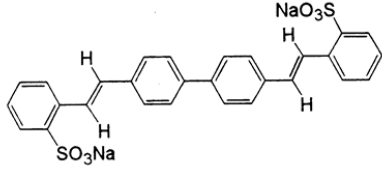
## 2.1.3 Barviva

Tabulka 4: Seznam použitých kyselých barviv

Název Color Index	Kom. název	CAS	Výrobce, země	Vzorec
Acid Yellow 11	E. žlutý R	6359-82-6	Synthesia a.s., Česká republika	 <p>Vzorec 5: Acid Yellow 11 [53]</p>
Acid Yellow 61	R. žlutý E	71873-38-6	Synthesia a.s., Česká republika	 <p>Vzorec 6: Acid Yellow 61 [54]</p>
Acid Red 118	R. červený E	12217-35-5	Synthesia a.s., Česká republika	 <p>Vzorec 7 Acid red 118 [55]</p>
Acid Violet 43	E. violetý 3B	4430-18-6	Synthesia a.s., Česká republika	 <p>Vzorec 8: Acid violet 43 [56]</p>
Acid Blue 80	R. modř R	4474-24-2	Synthesia a.s., Česká republika	 <p>Vzorec 9: Acid Blue 80 [57]</p>
Acid Blue 40	E. modř A2G	6224-85-7	Synthesia a.s., Česká republika	 <p>Vzorec 10: Acid Blue 40 [58]</p>

## 2.1.4 Opticky zjasňující prostředky

Tabulka 5: Seznam použitých opticky zjasňujících prostředků

Název Color Index	Kom. název	CAS	Výrobce	Vzorec
Fluorescent Brightener 134	Rylux PRS	3426-43-5	Synthesia a.s., Česká republika	 <p>Vzorec 11: Fluorescent Brightener 134 [59]</p>
Fluorescent Brightener 264	Rylux BSU	68971-49-3	Synthesia a.s., Česká republika	 <p>Vzorec 12: Fluorescent Brightener 134 [60]</p>
Fluorescent Brightener 351	Rylux NT	27344-41-8	Synthesia a.s., Česká republika	 <p>Vzorec 13: Fluorescent Brightener 351 [61]</p>

## 2.2 Příprava roztoků barviv pro analýzu jejich liposomů v roztoku

- *Roztok barviva*

3 g barviva byly dokonale rozpuštěny ve 150 ml destilované vody. Poté byl odebrán 1 ml, který byl převeden do 100 ml odměrné baňky, která byla doplněna po rysku. Při této koncentraci barviva (200 mg/l) byla provedena analýza.

Ze zbylého roztoku bylo odpipetováno dvakrát 50 ml. Tyto roztoky byly použity pro enkapsulaci barviva.

- *Zásobní roztok lecitinu a kationaktivního tenzidu.*

1,32 g Syntegalu V20 a 0,66 g lecitinu bylo rozpuštěno 1000 ml destilované vody.

- *Zásobní roztok lecitinu a anionaktivního tenzidu*

0,66 g laurylsíranu sodného a 0,66 g lecitinu bylo rozpuštěno v 1000 ml destilované vody.

Poté byly roztoky barviva a 50 ml zásobního roztoku lecitinu a daného tenzidu smíšeny a míchány 60 minut na magnetickém míchadle rychlostí 400 ot./min. Po ukončení enkapsulace bylo odebráno 2 ml a převedeny do 100 ml odměrné baňky pro následnou analýzu.

## 2.3 Příprava enkapsulovaného barviva k sušení

- *Roztok barviva*

10 g barviva bylo rozpuštěno v 50 ml destilované vody.

Při přípravě roztoku egacidové žlutě R došlo velmi silnému zahuštění, proto byl roztok tohoto barviva 3x zředěn přídatkem 100 ml destilované vody.

- *Roztok lecitinu a kationaktivního tenzidu.*

0,66g Syntegalu V20 a 0,33 g lecitinu bylo rozpuštěno 50 ml destilované vody.

- *Roztok lecitinu a anionaktivního tenzidu*

0,33 g laurylsíranu sodného a 0,33 g lecitinu bylo rozpuštěno v 50ml destilované vody.

Po dokonalém rozpuštění všech roztoků byl roztok barviva a roztok lecitin s daným tenzidem smíšen a 60 minut míchán na magnetickém míchadle. Po ukončení enkapsulaci byly roztoky připraveny k sušení.

## 2.3 Sušení enkapsulovaného barviva

Sprejové sušení enkapsulovaného barviva bylo provedeno v rozprašovací sušárně Buchi v inertní dusíkové atmosféře, v uzavřeném systému s dehumidiférem.

Tabulka 6: Parametry sušení enkapsulovaných barviv

Barvivo	Tenzid	T <sub>in</sub> [°C]	T <sub>out</sub> [°C]	Cirkulace aspirátoru [%]	Rychlost čerpadla [%]	Čistící pulsy trysky	Výtěžek [%]
R. žluť E	Anionakt.	150	96	90	6	6	51
R. žluť E	Kationakt.	150	98	90	6	6	40
E. žluť R	Anionakt.	150	92	90	6	6	31
E. žluť R	Kationakt.	150	94	90	6	6	42
R. červeně E	Anionakt.	150	92	90	6	6	52
Ryb. červeně E	Kationakt.	150	93	90	6	6	48
E. violeť 3B	Anionakt.	150	98	90	6	6	81
E. violeť 3B	Kationakt.	150	93	90	6	6	73
R. modř R	Anionakt.	150	99	90	6	6	64
R. modř R	Kationakt.	150	95	90	6	6	65
E. modř A2G	Anionakt.	150	98	90	6	6	73
E. modř A2G	Kationakt.	150	99	90	6	6	72

## **2.4. Analýza enkapsulovaných barviv**

Pro analýzu liposomů s barvivem byly využito následující měření. Bylo změřeno absorpční spektrum barviv čistých a enkapsulovaných, velikost částic pomocí DLS, dále byl stanoven jejich Zeta potenciál. Také byly pořízeny snímky ze skenovací elektronové mikroskopie

### **2.4.1 Absorpční spektra**

Absorpční spektra čistých i enkapsulovaných barviv byla změřena na absorpčním spektrometru Helios Gama. Spektrum bylo měřeno v rozsahu od 350 nm do 800 nm, délka kvety byla 1 cm. Příprava vzorků k analýze je uvedena v kapitole 2.2

#### **2.4.1. Měření velikosti částic a Zeta potenciálu.**

Pro analýzu připravených liposomů barviv bylo použito měření velikosti částic pomocí dynamické rozptylu světla a Zeta potenciál v souladu s předchozími pracemi. Pro vlastní analýzu byly použity vzorky připravené dle kapitoly 2.2.

### **2.4.2 Vliv sušení na velikost a stabilitu enkapsulovaného barviva**

Pro sledování vlivu sušení na velikost částic a stabilitu částic v roztoku byly vybrány dvě barviva, egacidová žluť R jako zástupce barviva s azovým chromoforem a egacidová violeť 3B jako zástupce barviva s antrachinonovým chromoforem. Toto sledování bylo provedeno pro enkapsulované barviva s kationaktivním i anionaktivním tenzidem. Přípravy roztoků byly shodné jako v kapitole 2.3

Před usušením byly odebrány 2 ml z roztoku egacidové violetě 3B, 4 ml z roztoku egacidové žlutě R, které byly převedeny do 1 l odměrné baňky, která byla doplněna po rysku. Na takto připraveném roztoku bylo provedeno měření velikosti a Zeta potenciálu.

Zbýlý roztok byl usušen. Po usušení bylo odebráno 220 mg usušeného enkapsulovaného barviva, které bylo převedeno do 1 l odběrné baňky. Ta byla doplněná po rysku. S tímto roztokem bylo provedena shodná analýza.

Parametry sušení jsou uvedeny v tabulce 7.

Tabulka 7: Parametry sušení barviv pro analýzu vlivu sušení na velikost a stabilitu liposomů

Barvivo	Tenzid	T <sub>in</sub> [°C]	T <sub>out</sub> [°C]	Cirkulace aspirátoru [%]	Rychlost čerpadla [%]	Čistící pulsy trysky	Výtěžek [%]
E. žlut' R	Anionakt.	150	91	90	6	6	40
E. žlut' R	Kationakt.	150	86	90	6	6	51
E. violet'	Anionakt.	150	95	90	6	6	69
E. violet'	Kationakt.	150	92	90	6	6	72

### 2.4.3 SEM analýza

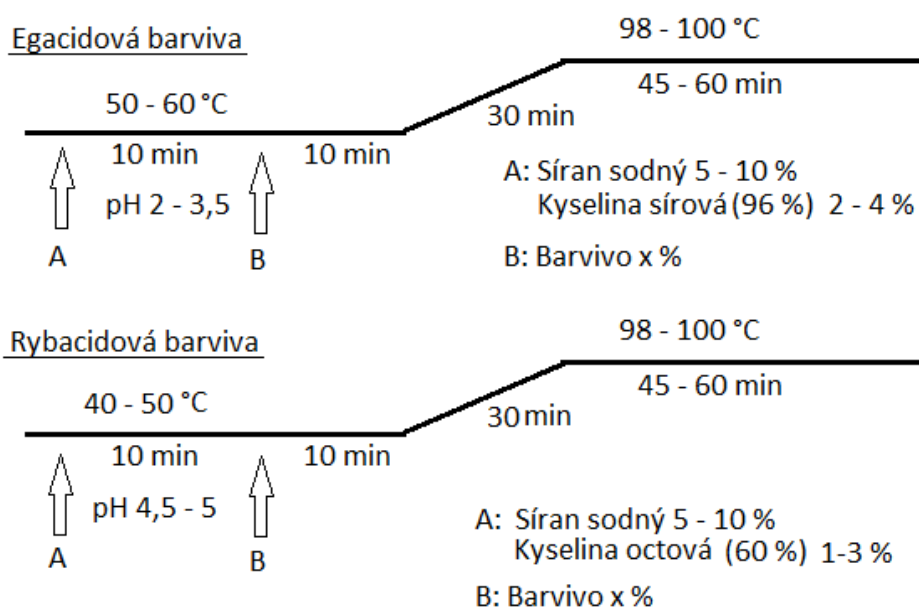
Tato analýza byla provedena na pracovišti CEMNAT. Pro zobrazení liposomů barviva bylo nutné připravit usušené vzorky liposomů. Tyto vzorky byly připraveny, resp. odebrány při přípravě usušených enkapsulovaných barviv pro vlastní barvení. Vzorky k analýze na SEM musejí být vodivé, proto bylo nutné vzorky před vlastním zobrazením pozlatit pomocí plazmy.

Zvětšení mikroskopu bylo 11500 x, při tomto zvětšení je ještě dobře patrný tvar a morfologie částic, zároveň je na fotografii dostatek liposomů, aby se jednalo o dostatečně reprezentativní zobrazení.

## 2.5. Barvení polyamidové tkaniny

Barvení bylo provedeno na obuvnické tkanině polyamidu 66, o plošné hmotnosti 225 g/m<sup>2</sup>. Tato tkanina vykazuje velmi zřetelnou pruhovitost osnovní příze.

Barvení bylo provedeno vybranými kyselými barvivy pro polyamid, dle barvicích postupu uvedených na obrázku 21. Barvení bylo provedeno na 3D nosiči, v barvicím aparátu Ahiba. Jednotlivé vzorky byly obdélníkového tvaru, velké 12x15 cm o hmotnosti 4,06g. Délka lázně byla zvolena 1:20, rychlost ohřevu nastavena na 1,7 °C/min. Kyselost barvicí lázně byla pro egacidová barviva byla nastavena na hodnotu pH 3 pomocí kyseliny sírové a pro rybacidová nastavena hodnotu pH 5 pomocí kyseliny octové. Při klasickém barvení za použití neutrálního elektrolytu bylo použito 5 % síranu sodného. Při barvení enkapsulovanými barvivy bylo postupováno systémem All-In.



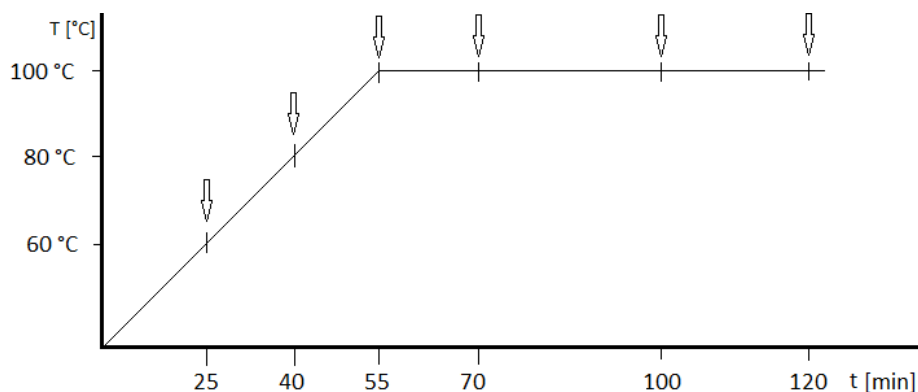
Obrázek 21: Barvicí postupy vybraných kyselých barviv



### 2.5.1. Studium kinetiky barvení enkapsulovaných barviv

Parametry barvení pro stanovení vyťahovacích křivek byly nastaveny, jak bylo napsáno v kapitole 2.5. Síla vybarvení byla zvolena 1 %.

Jednotlivé časy odměřů lázně jsou znázorněny na obrázku 22.



Obrázek 22: Graficky znázorněné body odběrů lázně

V průběhu barvení byly vždy odebrány 2 ml z barvicí lázně a převedeny do 50ml odměrné baňky. Po ukončení barvení bylo provedeno měření absorpce na nezředěné lázni a výsledná hodnota byla přepočtena tak, aby zředění odpovídalo, předchozím vzorkům lázně. Na těchto odběrech bylo stanovena hodnota  $E_{\%}$  dle rovnice

$$E_{\%} = \left(1 - \frac{A_x}{A_0}\right) \times 100$$

kde  $E_{\%}$  je procentuální vyjádření vytažení barviva z lázně,  $A_x$  Absorbance lázně v daném čase,  $A_0$  Absorbance lázně na před barvením.

Měření absorbance bylo provedeno na transmisním spektrometru Helios Gama. Vytahovací křivky byly stanoveny pro klasický způsob barvení za použití elektrolytu, pro barviva enkapsulovaná usušená a enkapsulovaná barviva připravená v barvicí lázni těsně před vlastním barvením. Díky tomu byl sledován i vliv sušení enkapsulovaného barviva na jeho kinetiku.

- *Příprava barviv enkapsulovaných v barvicí lázni*

40 mg barviva bylo rozpuštěno v 70 ml destilované vody. K tomuto roztoku bylo přidáno 10 ml ze zásobního roztoku připraveného z 0,264 g Syntegalu V20 (0,132g laurylsíranu sodného), 0,132g lecitinu a 1000 ml destilované vody.

Poté byla lázeň 60 minut míchána na magnetickém míchadle rychlostí 400 ot. / min. Okyselení lázně bylo provedeno až po ukončení míchání.

### **2.5.2 Barvení pro krytí pruhoovitosti enkapsulovaným barvivem**

Barvení pro krytí pruhoovitosti bylo provedeno v 0,5% síle. Bylo provedeno celkem šest barvicích postupů.

1. Běžný způsob s použitím neutrálního elektrolytu.
2. Barvicí postup bez jakékoliv retardace
3. Barvení usušeným barvivem enkapsulovaným s anionaktivním tenzidem
4. Barvení usušením barvivem enkapsulovaným s kationaktivním tenzidem
5. Barvení enkapsulovaným barvivem připraveným v lázni s anionaktivním tenzidem
6. Barvení enkapsulovaným barvivem připraveným v lázni s kationaktivním tenzidem

Příprava sušeného enkapsulovaného barviva byla popsána v kapitole 2.3 a 2.4

- *Příprava barviv enkapsulovaných barviv bez následného sušení*

40 mg barviva bylo rozpuštěno v 70 ml destilované vody. K tomuto roztoku bylo přidáno 10 ml roztoku ze zásobního roztoku připraveného z 0,264 g Syntegalu V20 (0,132 g laurylsíranu sodného), 0,132 g lecitinu a 1000 ml destilované vody. Poté byla lázeň 60 minut míchána na magnetickém míchadle rychlostí 400 ot./min. Okyselení bylo provedeno až po ukončení míchání.

### 2.5.3 Objektivní hodnocení vybarvení textilie

Pro objektivní hodnocení byly využity vzorky vybarvené 0,5% silou.

Všechna měření pro objektivní hodnocení byla provedena na remisním spektrometru Datacolor 500UV. Spektrometr byl nastaven pro měření s leskem za osvětlení D65, 10° pozorovatel, LAV 30 mm. Pro hodnocení byly zaznamenány hodnoty barevné difference  $\Delta E_{CMC(2:1)}$  parametry  $\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$ ,  $\Delta b^*$ . Dále byly také stanoveny hodnoty relativní síly vybarvení a hodnota  $\Delta K/S$ .

Pro objektivní hodnocení nestejnóměrnosti byly vypočítány hodnoty relativní indexu nestejnóměrnosti (RUI) dle rovnic uvedených v kapitole 1.9.3.

### 2.5.5 Hodnocení stálobarevnosti

Stálostní zkoušky byly provedeny na 1 % vybarvení. Celkem byly provedeny tři druhy stálostních zkoušek provedených dle norem ČSN

Byla provedena zkouška stálosti v alkalickém a kyselém potu a stálost v prání při 60 °C. Pro jednotlivé zkoušky byly připraveny třívrstvé, sdružené, tzv. sendvičové vzorky, o rozměru 10 x 4 cm. Jako doprovodné tkaniny byly použity shodná polyamidová tkanina a bavlněná tkanina, jak ukládá norma. Složení lázně a označení normy dané zkoušky udávají tabulky 8 a 9.

Tabulka 8: Přehled stálostních zkoušek včetně norem a chemického složení lázni

Alkalický pot		Kyselý pot	
ČSN EN ISO 105-E04		ČSN EN ISO 105-E04	
NaCl	5 g/l	NaCl	1 g/l
NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	2,2 g/l	NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	5 g/l
L-histidin monohydrochlorid	0,5 g/l	L-histidin monohydrochlorid	0,5 g/l
pH= 5,5 (HCl)		pH= 8 (NaOH)	

Tabulka 9: Složení lázně pro zkoušku v prání při 60 °C, včetně normy

Stálobarevnost v prání 60 °C	
ČSN EN 20 105-C04	
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	2 g/l
Detergent ECE	5 g/l

## 2.6. Analýza enkapsulace OZP

Analogicky ke kyselým barvivům byl studován vliv enkapsulace opticky zjasňujících prostředků rylux tuzemské firmy Synthesia a.s. Byla změřena absorpční spektra roztoků čistých OZP a roztoků OZP enkapsulovaných. Dále byla stanovena jejich velikost a stabilita. Provedena byla i analýza pomocí SEM.

### 2.6.1 Příprava roztoků OZP pro analýzu jejich liposomů v roztoku

- *Roztok OZP*

3 g OZP byly dokonale rozpuštěny ve 150 ml destilované vody. Poté byl odebrán 1 ml, který byl převeden do 100 ml odměrné baňky, která byla doplněna po rysku, při této koncentraci OZP (200mg/l) byla provedena analýza.

Ze zbylého roztoku bylo odpipetováno dvakrát 50 ml. Tyto roztoky byly použity pro enkapsulaci OZP.

- *Zásobní roztok lecitinu a kationaktivního tenzidu.*

1,32 g Syntegalu V20 a 0,66 g lecitinu bylo rozpuštěno 1000 ml destilované vody.

- *Zásobní roztok lecitinu a anionaktivního tenzidu.*

0,66 g laurylsíranu sodného a 0,66g lecitinu bylo rozpuštěno v 1000 ml destilované vody. Poté byly roztoky OZP a 50 ml zásobního roztoku lecitinu a daného tenzidu smíšeny a mícháno 60 minut na magnetickém míchadle rychlostí 400 ot./min. Po ukončení enkapsulace byly odebrány 2 ml a převedeno do 100 ml odměrné baňky pro následnou analýzu.

## 2.6.2 Sušení enkapsulovaného OZP

Shodně s kyselými barvivy bylo provedeno sušení enkapsulovaného OZP. Opět bylo sušeno v inertní dusíkové atmosféře, v uzavřeném systému. Výjimkou bylo sušení enkapsulovaného ryluxu BSU s kationaktivním tenzidem pro posouzení vlivu oxidační atmosféry, tento vzorek byl sušen ve vzdušné (oxidační) atmosféře. Podmínky sušení jsou uvedeny v tabulce 10.

Tabulka 10: Parametry sušení enkapsulovaných OZP

OZP	Tenzid	T <sub>in</sub> [°C]	T <sub>out</sub> [°C]	Cirkulace aspirátoru [%]	Rychlost čerpadla [%]	Čistící pulsy trysky	Výtěžek [%]
Rylux PRS	Anionakt.	150	98	90	6	6	75
	Kationakt.	150	92	90	6	6	80
Rylux BSU	Anionakt.	150	93	90	6	6	67
	Kationakt.	150	90	90	6	6	68
	Kationakt.	150 (vzduch)	91	90	60	60	65
Rylux NT	Anionakt.	150	95	90	6	6	78
	Kationakt.	150	92	90	6	6	79

### 2.6.3 Aplikace OZP

Všechny vybrané studované opticky zjasňující prostředky jsou anionaktivní s afinitou k celulózovým vláknům.

Jako materiál pro aplikaci byla vybrána peroxidicky vybělená, mercerizovaná bavlněná tkanina o plošné hmotnosti 110 g/m<sup>2</sup>.

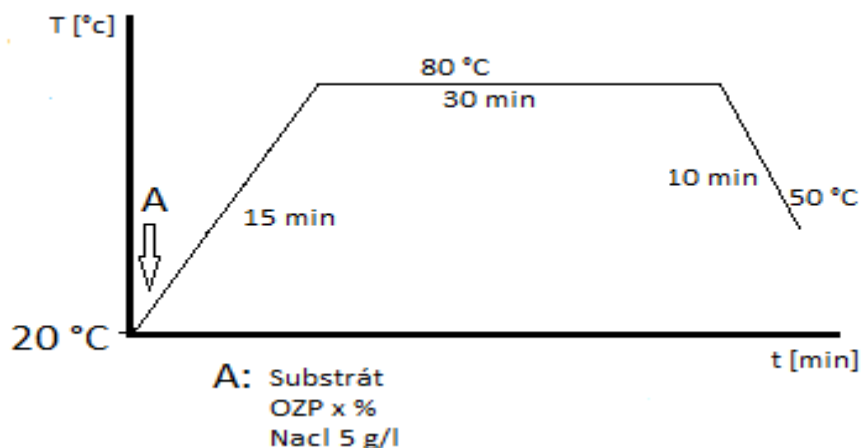
- Příprava enkapsulovaných OZP bez následného usušení

20 mg OZP bylo rozpuštěno v 95 ml destilované vody. K tomuto roztoku bylo přidáno 5 ml roztoku ze zásobního roztoku připraveného z 0,264 g Syntegalu V20 (0,132g laurylsíranu sodného), 0,132g lecitinu a 1000ml destilované vody. Poté byla lázeň 60 minut míchána na magnetickém míchadle rychlostí 400 ot. / min. Přídavek chloridu sodného byl proveden až po ukončení enkapsulace.

Aplikace OZP byly provedeny vytahovacím postupem. Rozměr vzorku byl 15x12 cm, o hmotnosti 2 g.

Aplikační postup je znázorněný v obrázku 23. Síla vybělení OZP byla zvolena na 1 %. Délka lázně byla 1:50, bylo přidáno 0,5 g chloridu sodného.

Aplikace byla provedena při neutrálním pH, v barvicím aparátu Ahiba, rychlost ohřevu byla nastavena 4 °C/min. Po aplikaci byly vzorky vyprány ve studené vodě.



Obrázek 23: Aplikační postup vybraných OZP

### **2.6.6 Vliv enkapsulace OZP na remisní spektrum opticky zjasněné bavlněné tkaniny**

Na remisním spektrometru Data Color 500UV byly změřeny remisní spektra opticky zjasněných tkanin. Bylo studováno, jestli při použití enkapsulovaného OZP nedochází poklesu remise tkaniny nebo jestli nedochází k posunu remisního maxima.

## 3 Výsledky a diskuze

### 3.1. Analýza absorpčních spekter

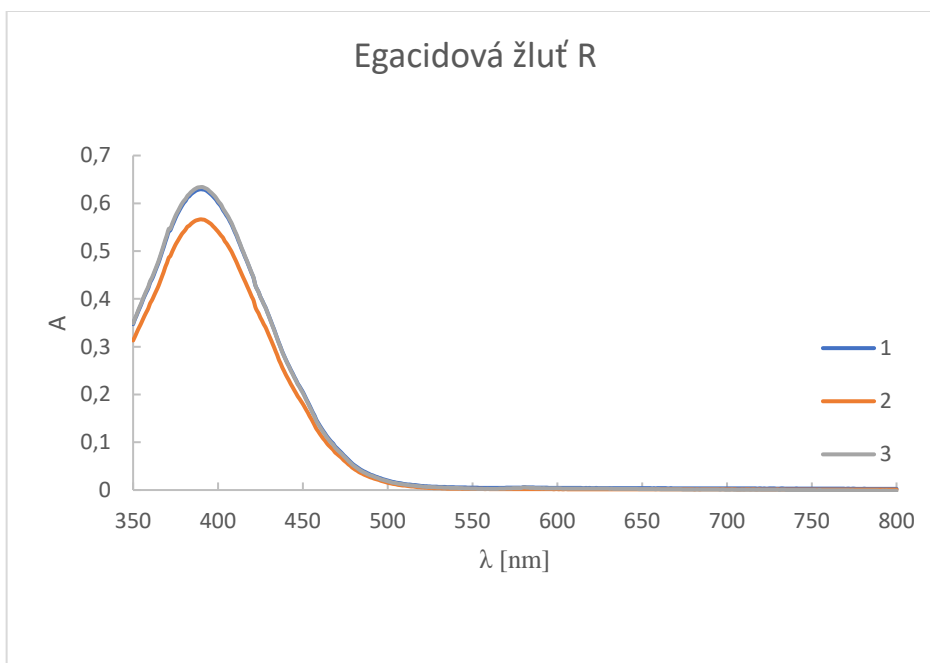
Legenda k jednotlivým absorpčním spektrům je uvedena v tabulce 11. Pro jednotlivá barviva byla stanovena absorpční maxima, která jsou uvedena v tabulce 12.

Tabulka 11: Legenda ke grafům absorpčních spekter

Absorpční spektrum	Číselné označení
Barvivo před enkapsulací	1
Barvivo enkapsulované, kationaktivní tenzid	2
Barvivo enkapsulované, anionaktivní tenzid	3

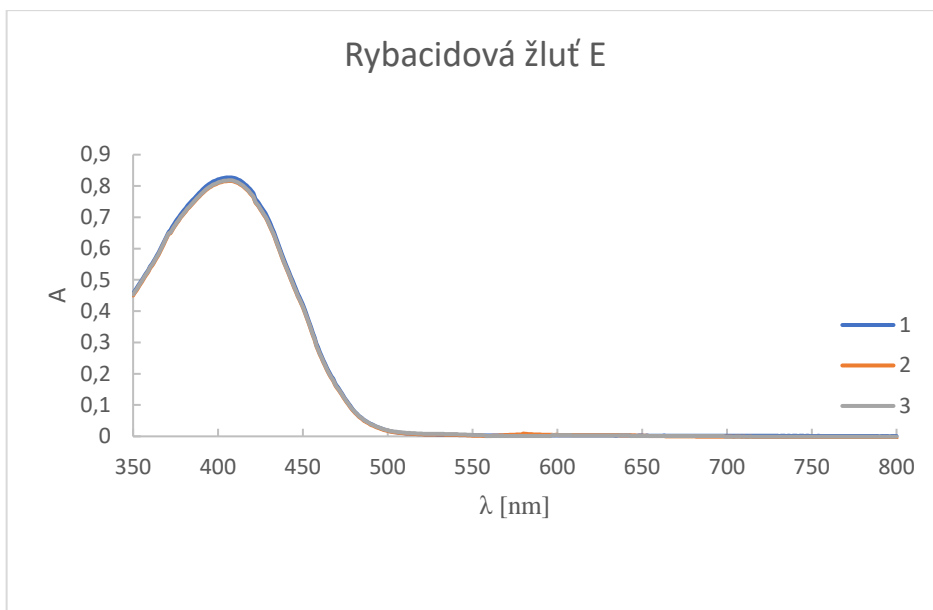
Tabulka 12: Absorpční maxima použitých barviv

Barvivo	$\lambda_{\max}$ [nm]
Egacidová žlut' R	391
Rybacidová žlut' E	406
Rybacidová červen' E	491
Egacidová violet' 3B	563
Rybacidová modř R	626
Egacidová modř A2G	619

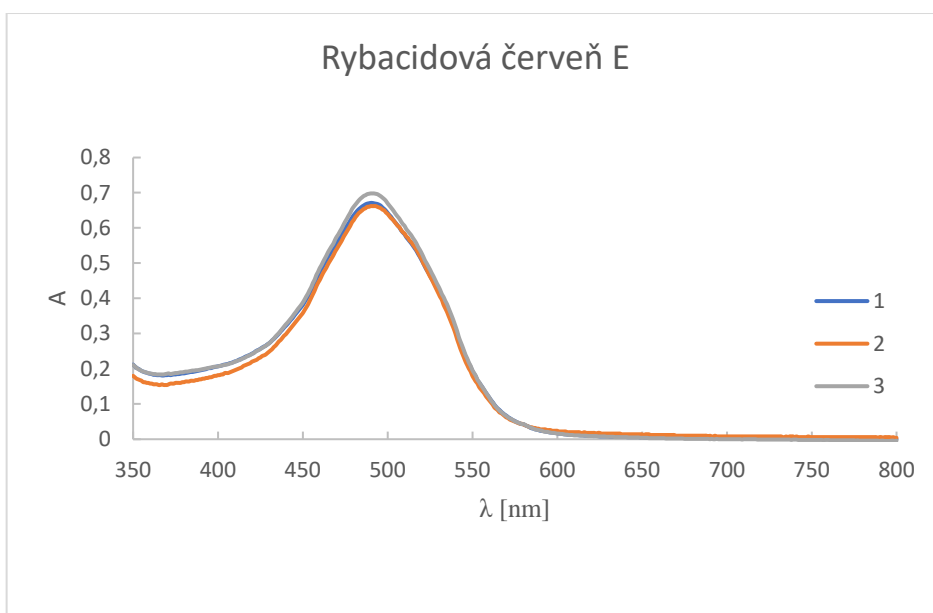


Graf 1: Absorpční spektra, egacidová žlut' R

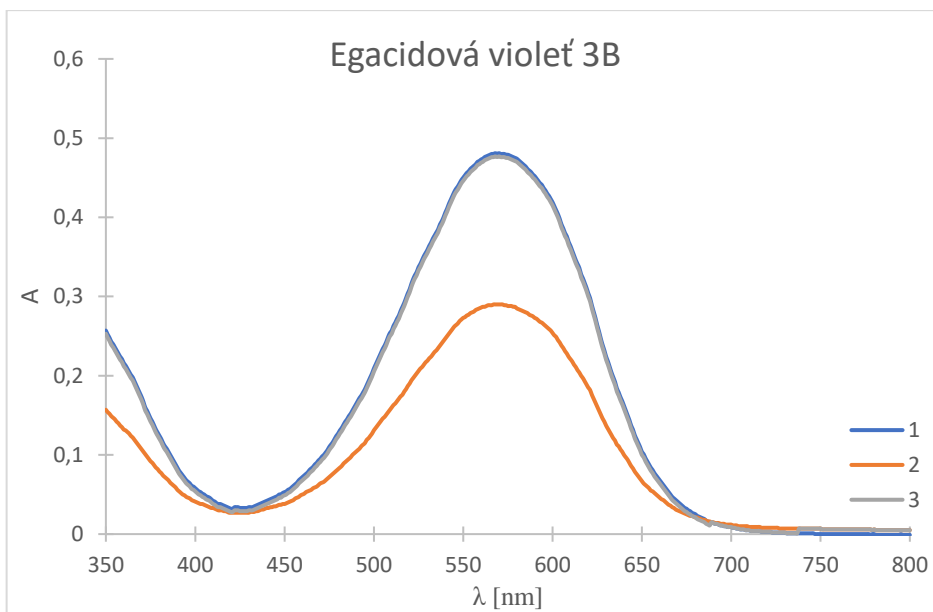




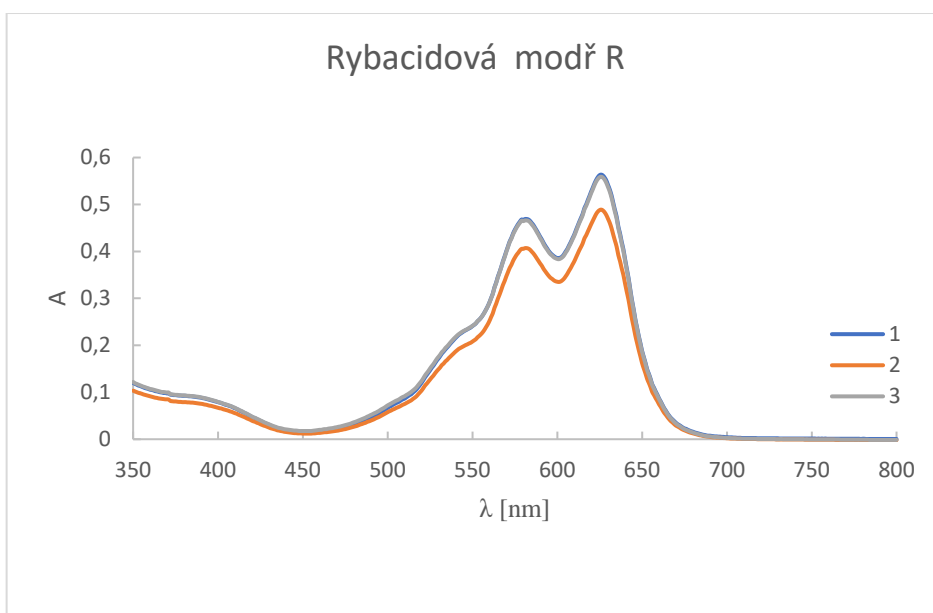
*Graf 2: Absorpční spektra, rybacidová žluť E*



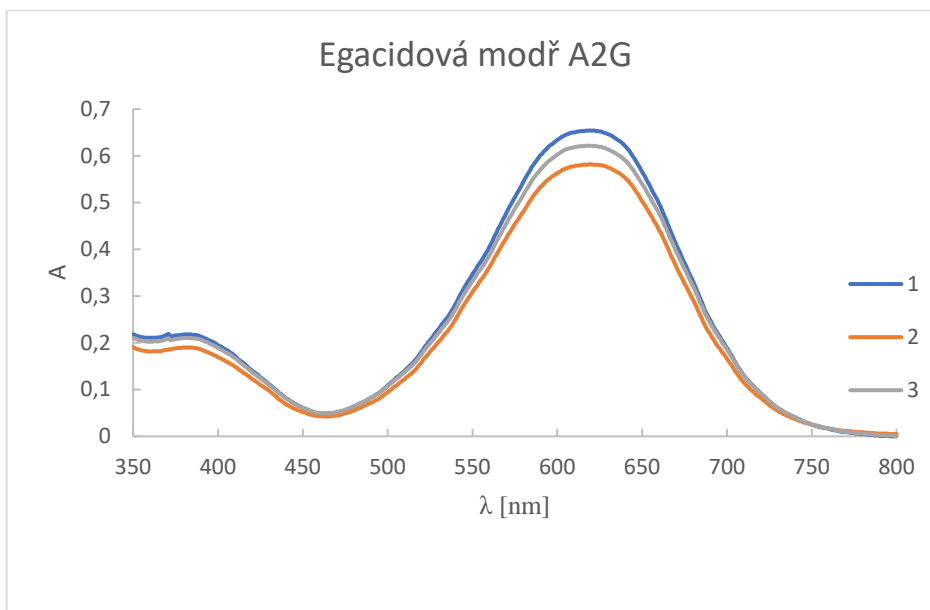
*Graf 3: Absorpční spektra, rybacidová červeň E*



Graf 4: Absorpční spektra, egacidová violeť 3B



Graf 5: Absorpční spektra, rybacidová modř R



Graf 6: Absorpční spektra, egacidová modř A2G

Z absorpčních spekter v grafech 1 až 6, je zřejmé, že enkapsulace barviva nemá vliv na polohu absorpčního maxima, má však vliv na hodnotu absorbance, dle předpokladu dochází k poklesu. Výjimku lze pozorovat u rybacidové červeně E, kde k poklesu absorbance nedochází. Je zřejmé, že při enkapsulaci s kationaktivním tenzidem dochází k výraznějšímu poklesu absorbance.

Obzvláště velkého poklesu absorbance, téměř na polovinu hodnoty bylo dosaženo enkapsulací egacidové violeť 3B s kationaktivním tenzidem, kde lze přepokládat velkou účinnost této enkapsulace.

### 3.2 Velikost a stabilita enkapsulovaných barviv

Tabulka 13: Naměřené hodnoty velikosti a Zeta potenciálu enkapsulovaných barviv.

Barvivo	Anionaktivní tenzid				Kationaktivní tenzid			
	Velikost [nm]	S. o.	Zeta. p.	S. o.	Velikost [nm]	S. o.	Zeta. p.	S. o.
E. žluť R	299	25	-41	2	631	31	-61	2
R. žluť E	172	3	-60	1	253	20	-41	3
R. červeně E	948	72	-49	2	306	6	-45	13
E. violeť 3B	259	15	-54	2	255	8	-51	2
R. modř R	184	3	-69	2	180	5	-65	1
E. modř A2G	1362	846	-27	2	1235	938	-41	2

Z hodnot v tabulky 13 je patrné, že pro enkapsulaci barviv lze s úspěchem použít kationaktivní i anionaktivní tenzid. Lze také říci, že připravené liposomy jsou poměrně stabilní dle hodnot jejich Zeta potenciálu.

Za výjimku lze označit egacidovou modř A2G, u které byly dle velikosti pozorovány agregáty, rovněž hodnota Zeta potenciálu v případě enkapsulace tohoto barviva s anionaktivním tenzidem nedosahuje ani hodnoty -30 mV.

Z uvedených hodnot není patrný výrazný vliv použitých tenzidů na stabilitu připravených liposomů. Je zde patrný trend tvorby menších liposomů, pokud byla enkapsulace provedena s anionaktivním tenzidem.

### 3.3 Vliv sušení na velikost částic a Zeta potenciálu enkapsulovaných barviv.

Tabulka 14: Hodnoty velikosti a Zeta pot. enkaps. barviva před a po sušení, azový chromofor

<b>E. žluť R, azový chromofor</b>	<b>Velikost [nm]</b>	<b>S. o.</b>	<b>Zeta p. [mV]</b>	<b>S. o.</b>
Enkaps. bar. před usušením, kationaktivní tenzid	350	18,7	-70	3,5
Enkaps. bar. po usušení, kationaktivní tenzid	578	33,7	-42	4,45
Enkaps. bar. před usušením, anionaktivní tenzid	367	4,8	-45,8	1,5
Enkaps. bar. po usušení, anionaktivní tenzid	512	25,8	-35,1	1

Tabulka 15: Hodnoty velikosti a Zeta pot. enkaps. barviva před a po sušení, antrachinonový chromofor

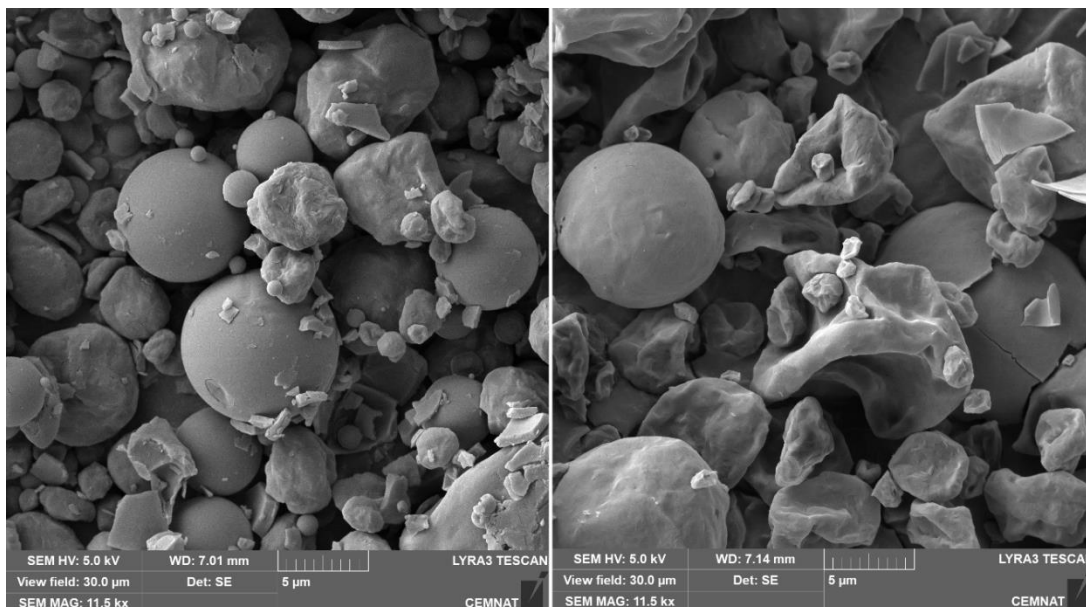
<b>E. violeť 3B, antrachinonový chromofor</b>	<b>Velikost [nm]</b>	<b>S. o.</b>	<b>Zeta p. [nm].</b>	<b>S. o.</b>
Enkaps. bar. před usušením, kationaktivní tenzid	315	8,6	-39,5	3
Enkaps. bar. po usušení, kationaktivní tenzid	292	2	-49,7	1
Enkaps. bar. před usušením, anionaktivní tenzid	311	7	-40,5	0,64
Enkaps. bar. po usušení, anionaktivní tenzid	257	2,8	-46,4	0,9

Velikost liposomů azového barviva po usušení a následném rozpuštění prudce vzrostla. Pozorovaný nárůst je cca 65 %. Došlo také k výraznému poklesu Zeta potenciálu u vzorku enkapsulovaného barviva s katioaktivním tenzidem. Nicméně hodnotu Zeta potenciálu po usušení byla -42 mV, lze stále hodnotit kladně.

Z naměřených hodnot je patrný jen nepatrný vliv na velikost liposomu antrachinonového barviva, je zde patrný pokles o zhruba 20 % při použití anionaktivního tenzidu, u kationaktivního tenzidu dochází k ještě menšímu poklesu. Zvláštností je nepatrný nárůst Zeta potenciálu.

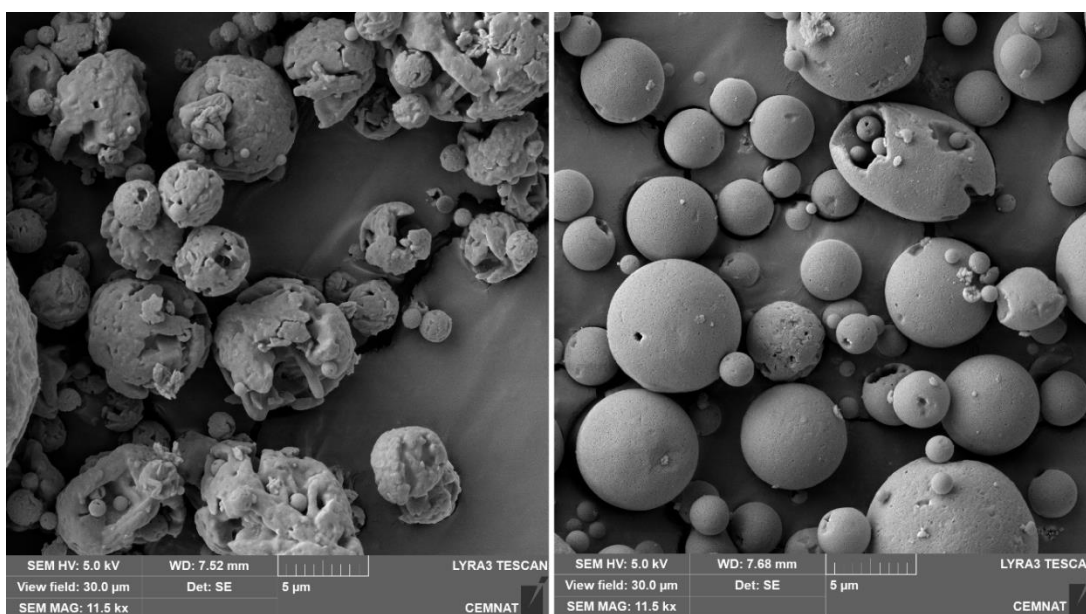
### 3.4 Snímky ze skenovacího elektronového mikroskopu

Na levé straně snímků jsou vzorky připravených enkapsulací s kationaktivním tenzidem, na pravé straně vzorky enkapsulované s anionaktivním tenzidem.



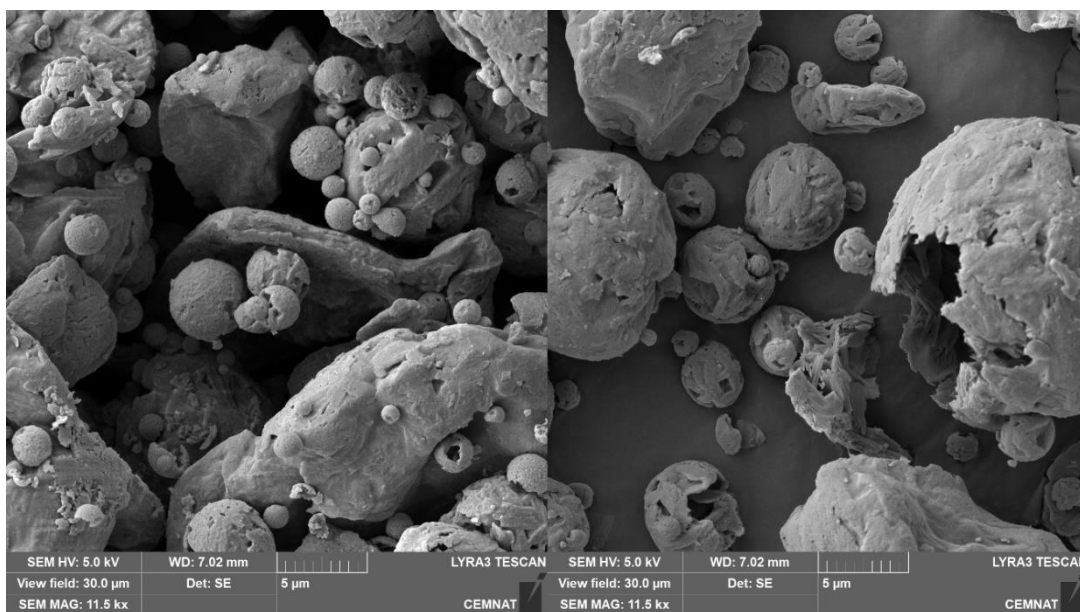
Obrázek 24: Egacidová žluť R

Dle snímku vzorků egacidové žlutě R nejsou patrné výrazné rozdíly ve velikosti. U vzorku připraveného s kationaktivním tenzidem bylo dosaženo vyšší kulovitosti.



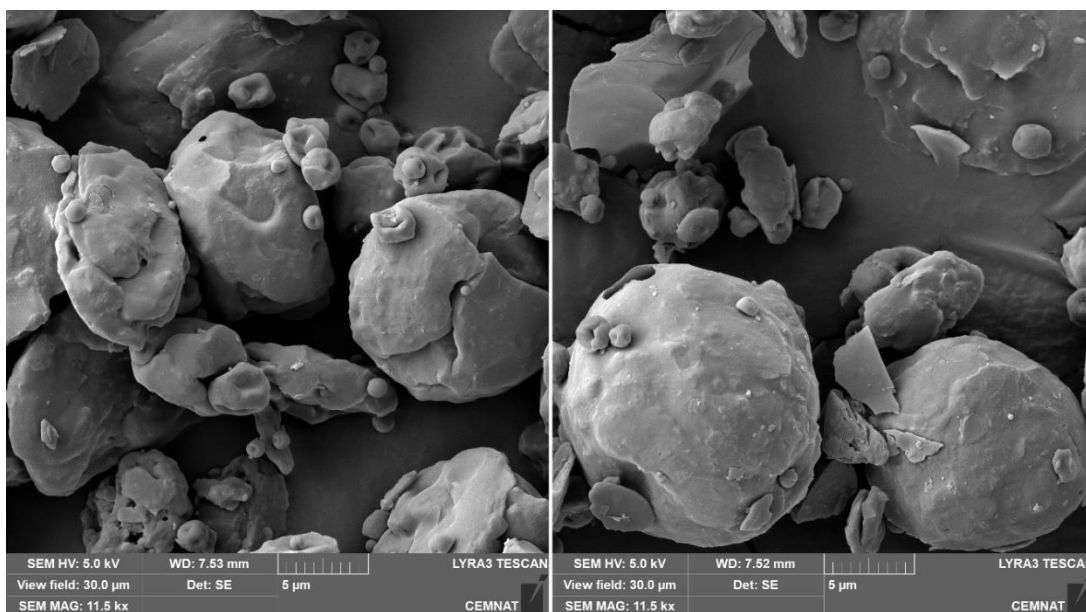
Obrázek 25: Rybacidová žluť E

vzorky rybacidové žlutě E vykazovaly při enkapsulaci s anionaktivním tenzidem vyšší kulovitost a uniformitu povrchu. Velikost částic je srovnatelná pro oba postupy.



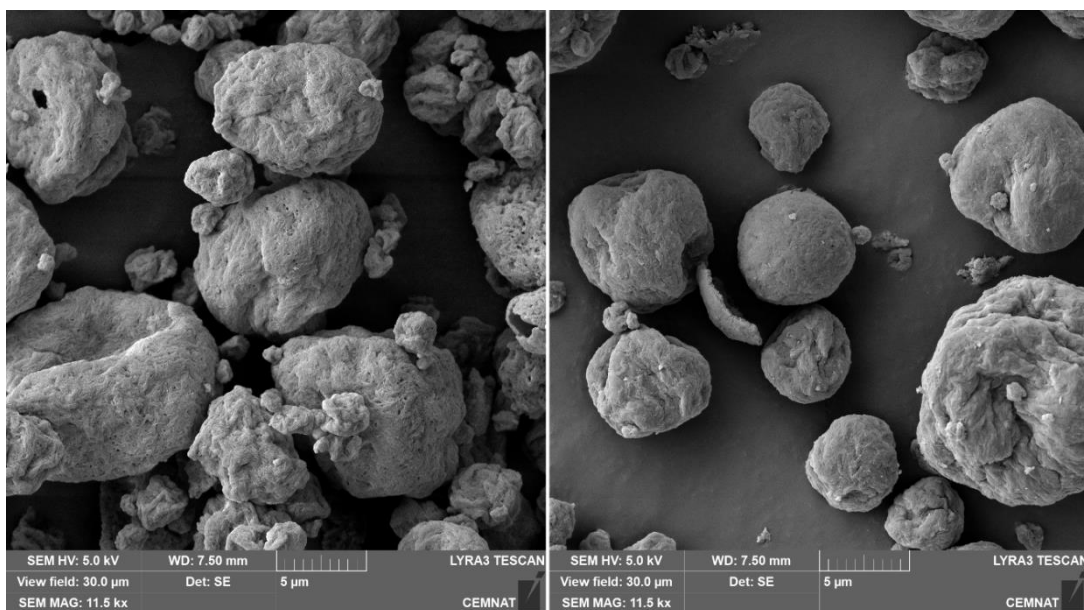
Obrázek 26 Rybacidová červeně E

U rybacidové červeně E byly pozorovány větší částice pokud byl použit při enkapsulaci anionaktivní tenzid, a potvrdily tak výsledky z DLS.



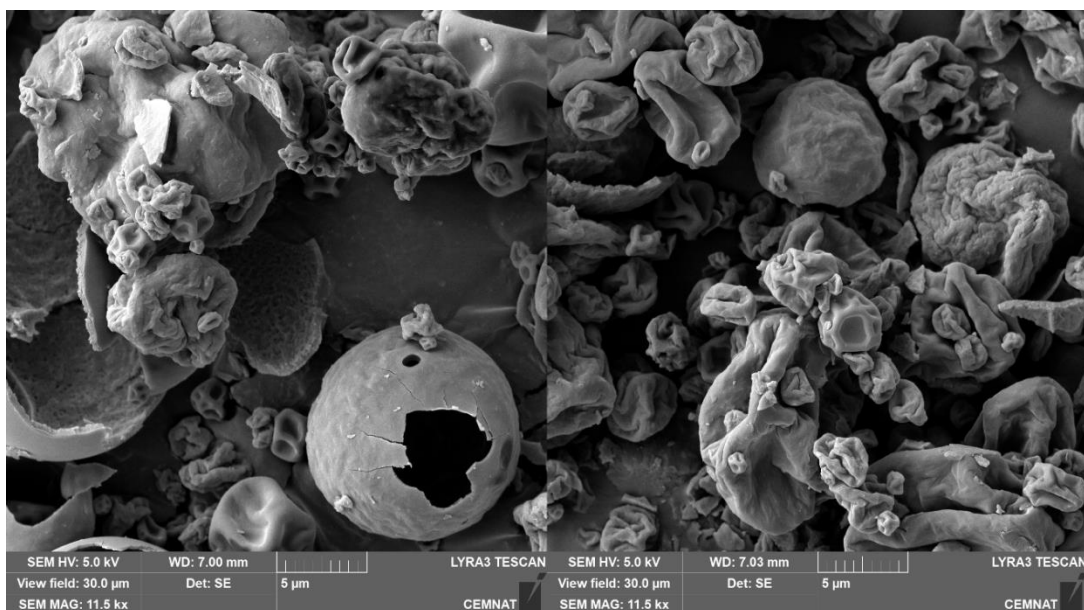
Obrázek 27: Egacidová violet' 3B

U egacidové violetě 3B vznikaly větší liposomy, pokud byl použit při enkapsulaci anionaktivní tenzid. Jejich morfologie je srovnatelná.



Obrázek 28: Rybacidová modř R

Vzorky rybacidové modř R připravené za pomoci anionaktivního tenzidu vykazují menší tvarovou různorodost. Velikosti částic je srovnatelná pro oba postupy enkapsulace.



Obrázek 29: Egacidová modř A2g

částice egacidové modře A2G vykazují velkou tvarovou i rozměrovou rozmanitost. Velikosti částic byla menší u vzorků připravených s anionaktivním tenzidem.

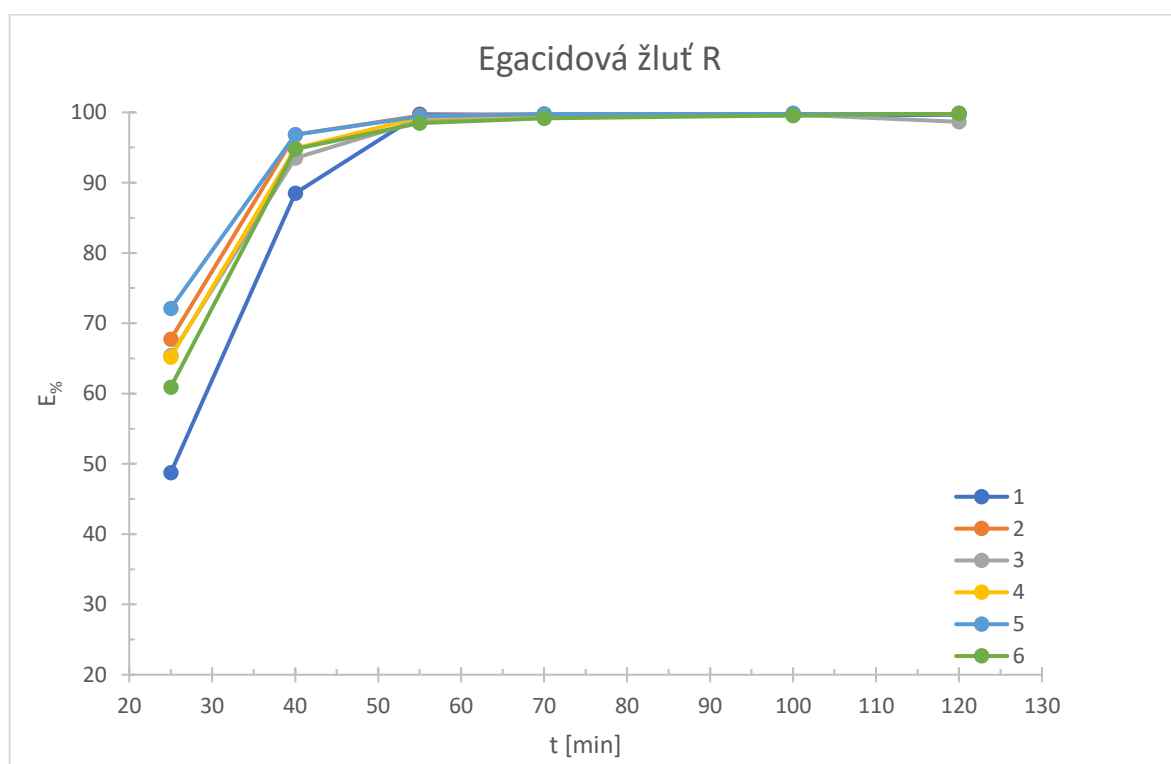
### 3.6 Studium kinetiky barvení enkapsulovaných kyselých barviv

Hodnoty absorpance pro sledování kinetiky byly změřeny v bodech vyznačených na obr 21. U každého barviva bylo provedeno 6 různých barvicích postupů uvedených v tabulce 16.

Tabulka 16: Legenda barvicích postupů pro vytahovací křivky

Barvicí postup	Číselné označení
Běžný barvicí způsob s neutrálním elektrolytem	1
Barvicí postup bez neutrálního elektrolytu	2
Aplikace enkapsulovaného barviva v lázni, kationaktivní tenzid	3
Aplikace enkapsulovaného barviva v lázni, anionaktivní tenzid	4
Aplikace enkapsulovaného barviva sušeného, kationaktivní tenzid	5
Aplikace enkapsulovaného barviva sušeného, anionaktivní tenzid	6

#### 3.6.1 Egacidová žluť R



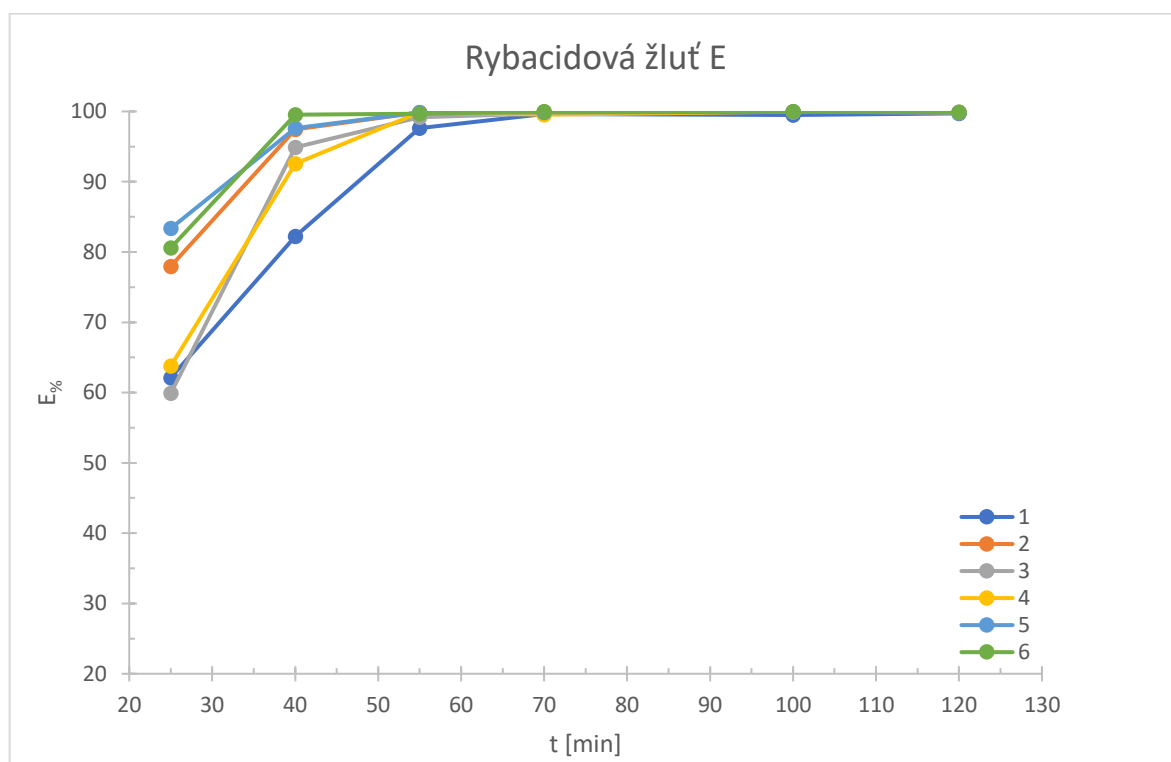
Graf 7: Egacidová žluť R, studium kinetiky barvení



U egacidové žlutě E nebylo dosaženo srovnatelné retardace enkapsulací barviva jako při použití neutrálního elektrolytu, nicméně nepatrný retardační vliv pozorován byl. Barvivo bylo vytaženo téměř ze 100 % u všech barvicích postupů.

Paradoxem je zvýšení rychlosti vytažení při použití enkapsulovaného barviva sušeného s kationaktivním tenzidem.

### 3.6.2 Rybacidová žluť E

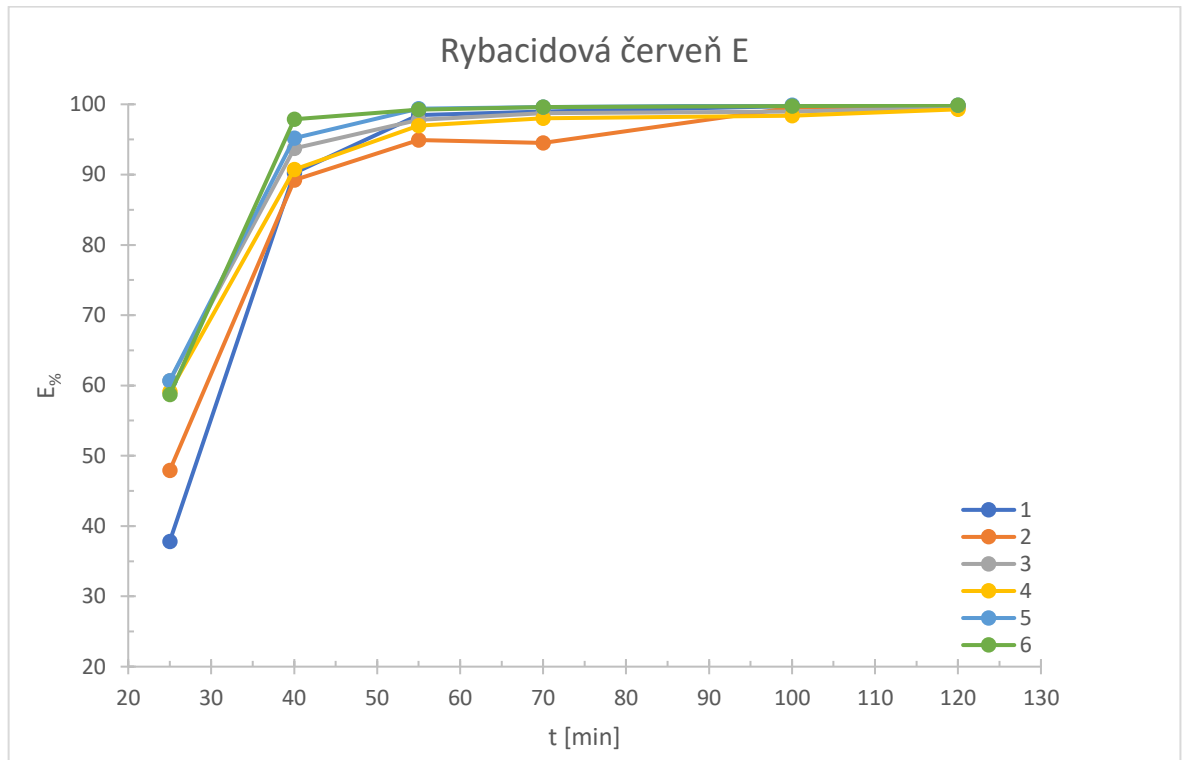


Graf 8: Rybacidová žluť E, studium kinetiky barvení

U rybacidové žlutě E dosáhly barviva enkapsulované v barvicí lázni velmi dobré retardace na úrovni použití síranu sodného. Naopak sušená enkapsulovaná barviva vytahovala na materiál srovnatelně rychle jako při barvení bez retardace.

Vyčerpání barviva z lázně bylo prakticky ze 100 % již po 60 minutách od počátku pro všechny postupy barvení.

### 3.6.3 Rybacidová červeň E

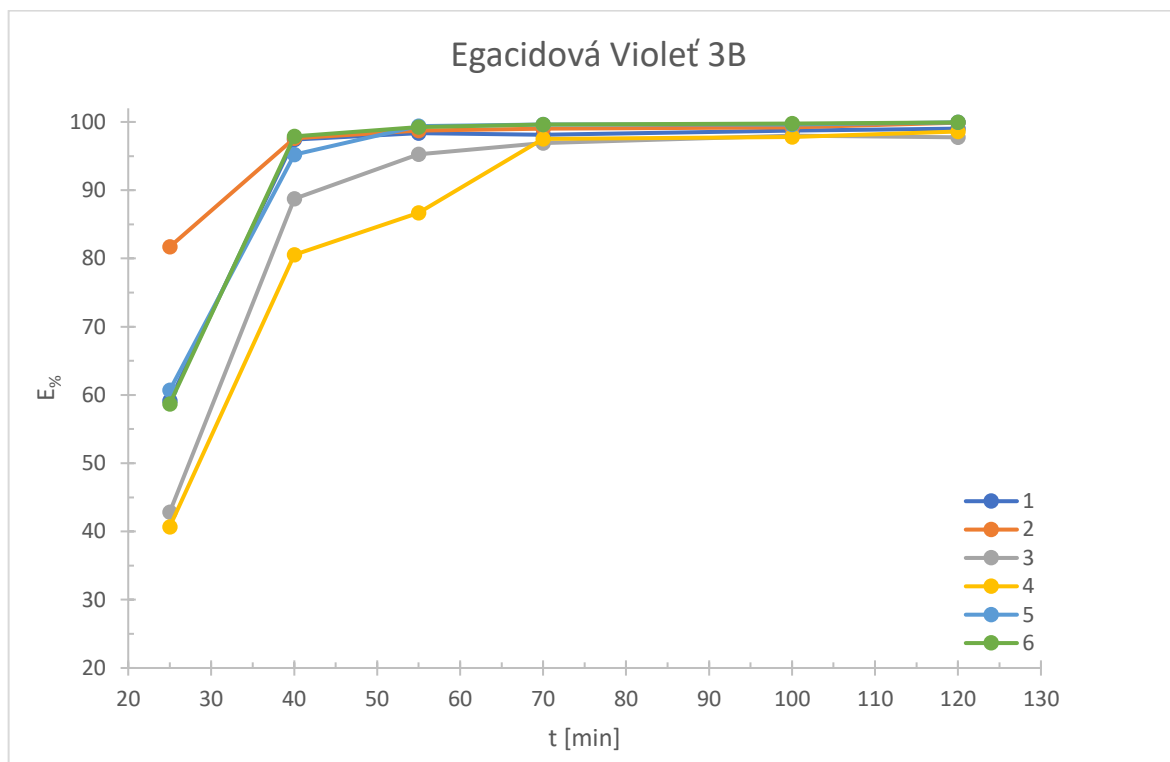


Graf 9: Rybacidová červeň E, studium kinetiky barvení

U rybacidové červeň E dosáhly všechny postupy enkapsulovaného barviva nečekaného opačného efektu, urychlení vytažení barviva na substrát o cca 10 % oproti barvicímu postupy bez retardace

Vytažení barviva pro všechny postupy bylo shodné, úplné vyčerpání lázně.

### 3.6.4 Egacidová violeť 3B



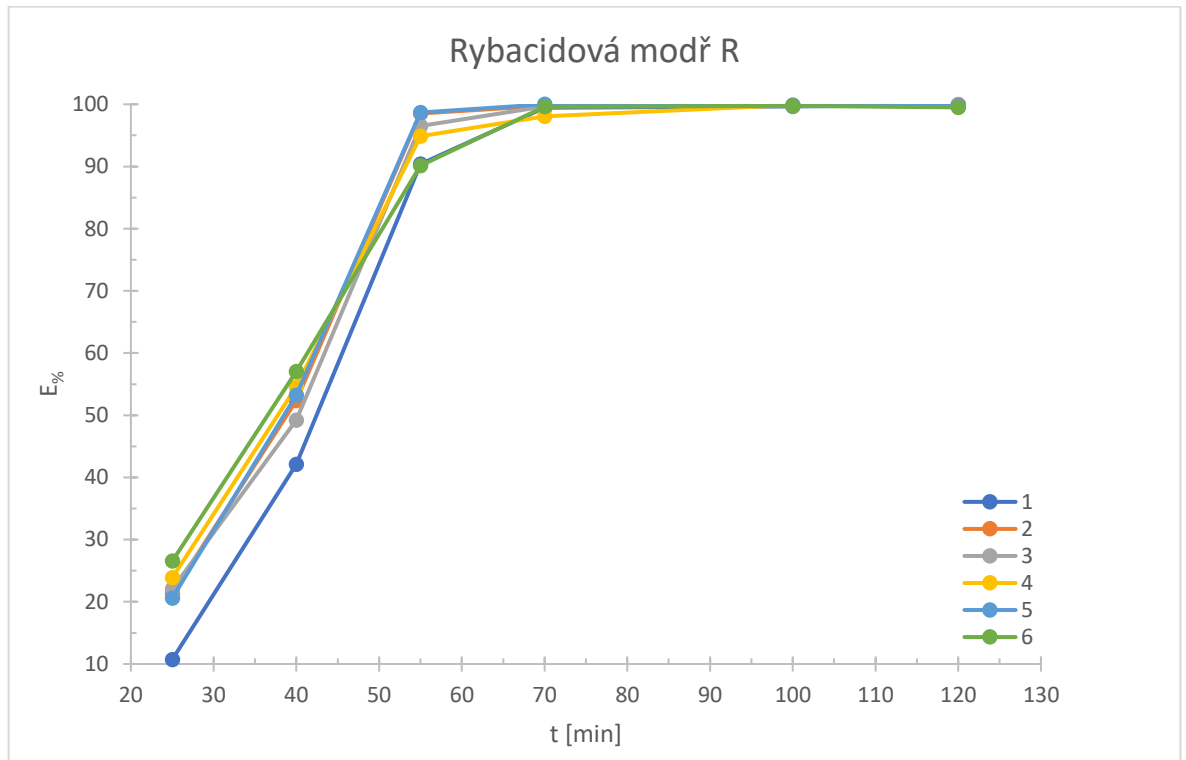
Graf 10: Egacidová violeť 3B, studium kinetiky barvení

Barvivo egacidová violeť 3B enkapsulovaná v lázni před barvením vykazují velmi dobrou retardaci. Na počátku barvení je vytažení o 20 % nižší než při klasickém barvení. Retardace těchto čerstvě připravených enkapsulovaných barviv je patrná i po 60 minutách.

Usušené formy tak silnou retardaci nevykazují, nicméně jsou na úrovni retardace pomocí elektrolytu.

Vytažení lázně bylo opět velmi vysoké, v případě čerstvě enkapsulovaných barviv bylo pozorovatelné zadržení barviva v lázni a to řádu jednotek procent.

### 3.6.5 Rybacidová modř R

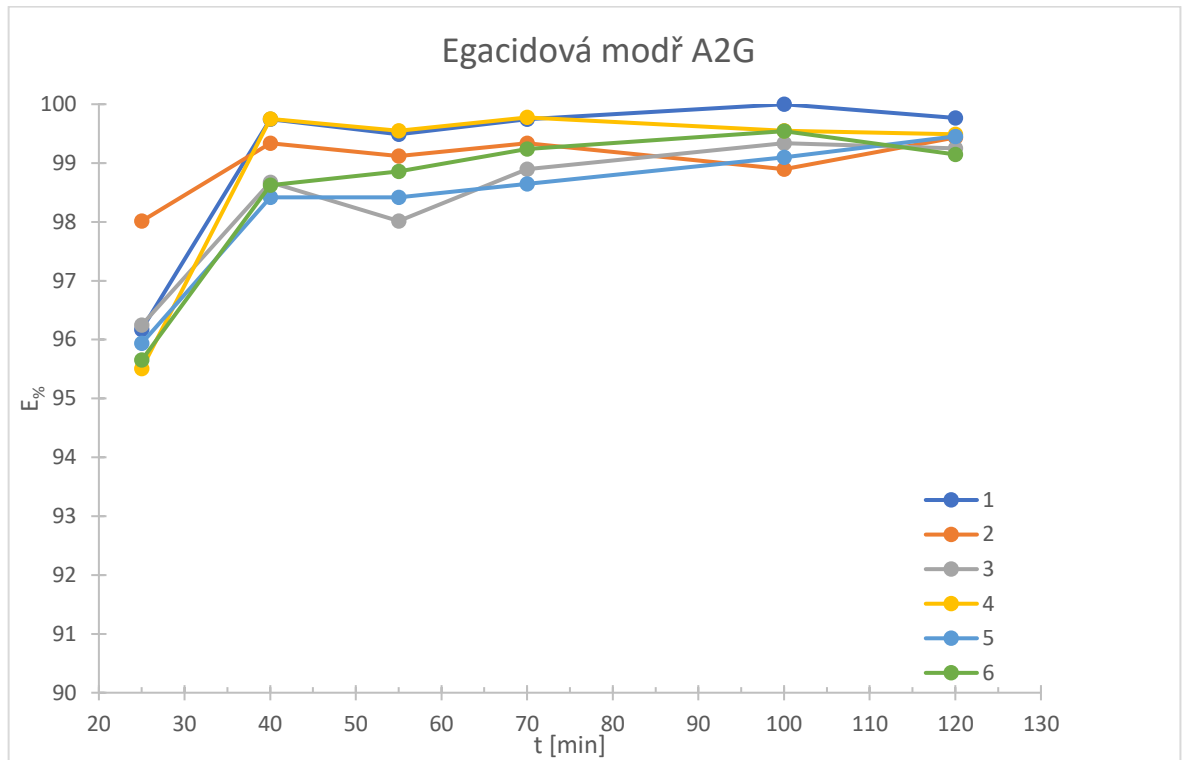


Graf 11: Rybacidová modř R, studium kinetiky barvení

Výraznější retardace vytahování barviva na vlákno u rybacidové modře R byla pozorována jen v případě klasického postupu s aplikací síranu sodného, rozdíly v rychlosti vytahování mezi enkapsulovanými barvivy a barvivem bez retardace je nepatrný.

Zadržení barviva v lázni je opět prakticky nulové při všech postupech barvení.

### 3.6.6 Egacidová modř A2G



Graf 12: Egacidová modř A2G, studium kinetiky barvení

Egacidová modř A2G vykazuje vůbec nejrychlejší vytažení ze všech použitých barviv. Vytažení z 95 % již po 25 minutách barvicího procesu.

Retardace enkapsulovaných barviv sušených nebo enkapsulovaných v barvicí lázni je srovnatelná, nebo nepatrně vyšší než při použití síranu sodného. Vytažení barviva z lázně opět velmi vysoké pohybující se od 98 do 100 %.

### 3.8 Objektivní hodnocení vybarvení enkapsulovanými barvivi

V tabulkách uvedených níže jsou uvedeny kolorimetrické hodnoty z měření vybarvených polyamidových tkanin na remisním spektrometru Datacolor 500UV. Vzorky tkanin byly srovnávány vůči běžnému způsobu barvení s neutrálním elektrolytem. Číselné značení jednotlivých barvicích postupů je uvedené v tabulce 17.

Tabulka 17: Legenda číselného označení barvicích postupů:

Barvicí postup	Číselné označení
Běžný barvicí postup	1
Barvicí postup bez jakékoliv retardace	2
Barvicí postup s enkapsulovaným barvivem v lázni, kationaktivní tenzid	3
Barvicí postup s enkapsulovaným barvivem v lázni, anionaktivní tenzid	4
Barvicí postup s enkapsulovaným barvivem sušeným kationaktivní tenzid	5
Barvicí postup s enkapsulovaným barvivem sušeným, anionaktivní tenzid	6

#### 3.8.1 Egacidová žlut' R

Tabulka 18: Koloristické hodnoty: Egacidová žlut' R 0,5 % síla vybarvení

Bar. pos.	$\Delta E_{CMC}$	CIE $\Delta L$	CIE $\Delta a$	CIE $\Delta b$	S. v. [%]	$\Delta K/S$	RUI
1	Standard						0,1493
2	1,43	1,90	-1,50	2,85	105,20	1,14	0,1531
3	1,68	2,11	-2,45	1,86	100,70	0,15	0,1489
4	1,74	-2,59	1,19	-3,97	85,70	-1,83	0,1355
5	1,30	1,58	-1,92	1,42	102,80	0,17	0,1442
6	1,60	2,24	-1,83	2,84	102,00	0,66	0,1523

Ze získaných hodnot  $\Delta E_{CMC}$  je zřejmá barevná diference oproti standardu. Vzorky jsou vybarveny výrazně světleji. Výjimkou je vzorek číslo 4 (barvivo enkapsulované s anionaktivním tenzidem v barvicí lázni), kde bylo sice dosaženo výraznější snížení neegality vybarvení, ale síla vybarvení klesla o téměř 15 %. Tento vzorek také vykazoval posun k modré barvě.

### 3.8.2 Rybacidová žlut' E

Tabulka 19: Koloristické hodnoty: Rybacidová žlut' R 0,5 % síla vybarvení

Bar. pos.	$\Delta E_{CMC}$	CIE $\Delta L$	CIE $\Delta a$	CIE $\Delta b$	S. v. [%]	$\Delta K/S$	RUI
1	Standard						0,1322
2	5,80	1,90	-1,50	2,85	105,2	1,14	0,1529
3	7,22	2,11	-2,45	1,86	100,7	0,15	0,1529
4	5,91	-8,20	4,09	-11,13	71,2	-4,53	0,1509
5	9,22	2,11	-2,45	1,86	100,7	0,15	0,1528
6	9,71	2,24	-1,83	2,84	102,0	0,66	0,1527

U rybacidové žlutě E byl pozorován podobný efekt jako u egacidové žlutě E. Všechna vybarvení velmi výrazně odchylena od standardu. U vzorku číslo 4 (barvivo enkapsulované v lázni s anionaktivním tenzidem) sice vykazuje nejvyšší míru rovnoměrnosti, ale došlo k silnému zeslabení vybarvení o téměř 30 %, navíc je tento vzorek vybarven tmavěji a je posunut do modra.

### 3.8.3 Rybacidová červen' E

Tabulka 20: Koloristické hodnoty: Rybacidová červen' E, 0,5 % síla vybarvení

Bar pos.	$\Delta E_{CMC}$	CIE $\Delta L$	CIE $\Delta a$	CIE $\Delta b$	S. v. [%]	$\Delta K/S$	RUI
1	Standard						0,1670
2	2,77	-1,21	-3,78	-4,82	82,90	-0,16	0,1755
3	0,57	-0,52	0,81	2,10	111,10	0,34	0,1709
4	1,98	2,47	0,40	-1,27	83,50	-0,57	0,1613
5	1,36	2,05	1,83	1,21	92,00	-0,31	0,1671
6	1,7	2,56	1,84	0,39	88,60	-0,47	0,1646

U vybarvení rybacidovou červení E jsou opět patrně barevné diference enkapsulovaných barviv, které jsou vyšší u barviv enkapsulovaných s anionaktivním tenzidem. Enkapsulací barviv bylo dosaženo mírného zlepšení egality vybarvení. Vybarvení enkapsulovanými barvivami je slabší o cca 10 %, výjimkou je vzorek č 3, vykazující vybarvení naopak silnější.

### 3.8.4 Egacidová violeť 3B

Tabulka 21: Koloristické hodnoty: Egacidová violeť 3B, 0,5 % síla vybarvení

Bar. pos.	$\Delta E_{CMC}$	CIE $\Delta L$	CIE $\Delta a$	CIE $\Delta b$	S. v. [%]	$\Delta K/S$	RUI
1	Standard						0,1322
2	0,61	-0,09	0,83	-1,28	104,3	-0,06	0,1356
3	0,10	-0,74	0,03	0,17	106,5	0,07	0,1346
4	0,43	0,25	-0,44	0,24	98,6	0,02	0,1338
5	0,71	-1,16	0,37	0,03	110,0	0,11	0,1351
6	0,5	-0,83	0,24	0,02	107,5	0,08	0,1342

Vybarvení egacidovou violeť 3B vykazovaly velmi dobré hodnoty barevné odchylky, všechny hodnoty  $\Delta E_{CMC}$  se nacházejí v intervalu 0 až 1 proto lze obecně říct, že enkapsulace tohoto barviva má velmi malý vliv na barevnou odchylku. Rovněž síla vybarvení je srovnatelná se standardním postup odchylky se pohybují do 10 %.

### 3.8.5 Rybacidová modř R

Tabulka 22: Koloristické hodnoty: Rybacidová modř R, 0,5 % síla vybarvení

Bar. pos.	$\Delta E_{CMC}$	CIE $\Delta L$	CIE $\Delta a$	CIE $\Delta b$	S. v. [%]	$\Delta K/S$	RUI
1	Standard						0,2189
2	0,44	0,41	-0,58	0,20	99,40	-0,06	0,2208
3	0,88	0,71	-0,96	1,17	94,30	-0,08	0,2189
4	0,74	-0,69	0,23	1,00	100,40	0,05	0,2186
5	0,40	0,22	-0,38	0,71	97,20	-0,04	0,2157
6	0,58	0,72	-0,69	0,12	97,10	-0,10	0,2239

Vybarvení rybacidovou modří R dosahuje slušných hodnot barevné diference. U tohoto barviva vykazují jednotlivé postupy nejvyšší shodu v síle vybarvení, odchylky se pohybují v řádu jednotek procent.

Avšak toto barvivo dosáhlo z šestice vybraných barviv nejvyšší míru neegality vybarvení. Důvodem je zřejmě přítomnost dvou sulfoskupin v molekule barviva.



### 3.8.6 Egacidová modř A2G

Tabulka 23: Koloristické hodnoty: Egacidová modř A2G, 0,5 % síla vybarvení

Bar. pos.	$\Delta E_{CMC}$	CIE $\Delta L$	CIE $\Delta a$	CIE $\Delta b$	S. v. [%]	$\Delta K/S$	RUI
1	Standard						0,1691
2	0,88	-1,69	-0,05	0,78	109,80	0,31	0,1692
3	0,86	-1,76	0,52	0,15	109,80	0,27	0,1743
4	1,45	-2,94	0,91	0,42	117,20	0,45	0,1719
5	0,92	-0,61	1,38	1,25	95,30	0,01	0,1650
6	1,41	-2,44	1,22	-0,48	114,80	0,31	0,1750

Vybarvení egacidovou modří A2G vykazovaly barevnou diferenci přijatelnou. Ke změně hodnoty došlo zejména v jasu, způsobenou silnějším vybarvením. Rozdíly v nesejnoměrnosti vybarvení byly velice malé a potvrdily tak problematickou retardaci patrnou již ze studia kinetiky barvení.

### 3.9 Hodnocení stálobarevnosti

Hodnocení stálobarevnosti bylo provedeno při nejdůležitějších mokrých stálostech pro vybarvení polyamidových materiálů, a to zkouška v praní při 60 °C a zkoušky v alkalickém a kyselém potu.

Výsledky změn odstínů a zapouštění do doprovodných tkanin jsou uvedeny v tabulkách níže. Číselné označení barvicích postupů odpovídá tabulce 24.

Tabulka 24: Legenda barvicích postupů

Barvicí postup	Číselné označení
Běžný barvicí postup	1
Barvicí postup bez jakékoliv retardace	2
Barvicí postup s enakspulovaným barvivem v lázni, kationaktivní tenzid	3
Barvicí postup s enakapsulovaným barvivem v lázni, anionaktivní tenzid	4
Barvicí postup s enkapsulovaným barvivem sušeným kationaktivní tenzid	5
Barvicí postup s enkapsulovaným barvivem sušeným, anionaktivní tenzid	6

Tabulka 25: Stálobarevnost: Egacidová žlutí R

Barvící postup	Praní v 60 °C			Alkalický pot			Kyselý pot		
	Z. ods.	Zap.		Z. ods.	Zap.		Z. ods.	Zap.	
		PAD	BA		PAD	BA		PAD	BA
1	4	5	5	4	4	4–5	5	4–5	4–5
2	4	5	4–5	4	4–5	4–5	4–5	4–5	4–5
3	3–4	5	5	4–5	4–5	4–5	4–5	4–5	4–5
4	4	5	5	4–5	4–5	3–4	4–5	4–5	4–5
5	4	5	5	4	4–5	5	4–5	5	5
6	4	5	5	4	5	4	5	5	5

Vybarvení egacidovou žlutí R vykazovalo velmi dobré stálosti, pro všechny tři provedené zkoušky, vliv enkapsulace barviva pozorován nebyl.

Tabulka 26: Stálobarevnost: Rybacidová žlutí E

Barvící postup	Praní v 60 °C			Alkalický pot			Kyselý pot		
	Z. ods.	Zap.		Z. ods.	Zap.		Z. ods.	Zap.	
		PAD	BA		PAD	BA		PAD	BA
1	4–5	4–5	4–5	4–5	4	4–5	4–5	4–5	5
2	4–5	4–5	4–5	4–5	4–5	4–5	4–5	4–5	5
3	4–5	5	4–5	5	4–5	5	4–5	4–5	5
4	4–5	5	4–5	5	4–5	5	5	4–5	5
5	4–5	5	4–5	4–5	4–5	4–5	4–5	4–5	5
6	4–5	3–4	4–5	4–5	4–5	4–5	4–5	4–5	5

Vybarvení rybacidou žlutí E dosáhly opět velmi dobré stálosti. Enkapsulované barvivo s anionaktivním tenzidem vykazuje zvýšení zapouštění do polyamidové tkaniny při práci zkoušce, jiná změna stálosti pozorována není.

Tabulka 27: Stálobarevnost: Rybacidová červeň E

Barvicí postup	Praní v 60 °C			Alkalický pot			Kyselý pot		
	Z. ods.	Zap.		Z. ods.	Zap.		Z. ods.	Zap.	
		PAD	BA		PAD	BA		PAD	BA
1	3 – 4	3	4	4	4 – 5	4 – 5	4 – 5	4 – 5	4 – 5
2	4	2 – 3	3 – 4	4	4 – 5	4 – 5	4 – 5	4 – 5	4 – 5
3	4	3	4	4 – 5	4 – 5	4 – 5	5	4 – 5	4 – 5
4	3 – 4	3	4	4	4 – 5	4 – 5	3 – 4	5	4 – 5
5	4	3	4	4 – 5	4 – 5	4	4	4 – 5	4 – 5
6	4	3	4	3	4 – 5	4	3	4 – 5	4 – 5

Rybacidová červeň E dosáhla pouze průměrných stálostí v práci zkoušce. Ve zkouškách v potu jsou stálosti výborné. Mírné zhoršení stálosti je patrné u enkapsulovaného barviva v lázni s anioaktivním tenzidem v kyselém potu, kdy došlo k výraznější změně odstínu.

Tabulka 28: Stálobarevnost: Egacidová violeť 3B

Barvicí postup	Praní v 60 °C			Alkalický pot			Kyselý pot		
	Z. ods.	Zap.		Z. ods.	Zap.		Z. ods.	Zap.	
		PAD	BA		PAD	BA		PAD	BA
1	3 – 4	3 – 4	4 – 5	5	3	3 – 4	4 – 5	4 – 5	4 – 5
2	3 – 4	4	4 – 5	5	3	4	4 – 5	4	4 – 5
3	3 – 4	3 – 4	4	5	3	3 – 4	5	3 – 4	4
4	3 – 4	3	4	4 – 5	3	3 – 4	4 – 5	3 – 4	4
5	3 – 4	3 – 4	4 – 5	4 – 5	3 – 4	4	5	4 – 5	4
6	3 – 4	3 – 4	4	4 – 5	3 – 4	4	4 – 5	3 – 4	4

Egacidová violeť 3B vykazuje poměrně výraznou změnu odstínu, ale také zapouštění do doprovodné polyamidové tkaniny při zkoušce v praní při 60°C. Intenzivní zapouštění bylo pozorováno i při zkoušce v alkalickém potu, tentokrát i do bavlněné doprovodné tkaniny. Vliv enkapsulace na stálost vybarvení pozorován nebyl.

Tabulka 29: Stálobarevnost: Rybacidová modř R

Barvící postup	Praní v 60 °C			Alkalický pot			Kyselý pot		
	Z. ods.	Zap.		Z. ods.	Zap.		Z. ods.	Zap.	
		PAD	BA		PAD	BA		PAD	BA
1	3 – 4	5	4 – 5	4 – 5	4 – 5	4	5	4 – 5	4 – 5
2	3 – 4	5	4	5	4 – 5	4	5	4 – 5	4 – 5
3	3 – 4	5	5	4 – 5	4 – 5	4 – 5	4 – 5	5	4 – 5
4	3	5	4 – 5	4 – 5	4 – 5	4	3 – 4	4 – 5	4 – 5
5	3 – 4	5	4 – 5	3 – 4	4 – 5	4	5	5	4 – 5
6	5	5	4 – 5	4	4 – 5	4 – 5	4	4 – 5	4 – 5

U rybacidové modře R došlo k výrazné změně odstínu v práci zkoušce, avšak nedocházelo téměř k zapouštění. Vybarvení obstálo zkoušky v potu na výbornou. Vliv enkapsulace pozorován také nebyl.

Tabulka 30: Stálobarevnost: Egacidová modř A2G

Barvící postup	Praní v 60 °C			Alkalický pot			Kyselý pot		
	Z. ods.	Zap.		Z. ods.	Zap.		Z. ods.	Zap.	
		PAD	BA		PAD	BA		PAD	BA
1	4 – 5	3 – 4	4	4	4 – 5	4 – 5	4	4 – 5	4 – 5
2	4 – 5	3 – 4	4	4 – 5	4 – 5	4 – 5	5	5	5
3	4	3 – 4	4	4 – 5	3 – 4	4 – 5	4 – 5	4 – 5	4 – 5
4	4	3 – 4	4	5	4 – 5	4 – 5	5	4 – 5	5
5	4	3 – 4	4	4	5	5	4 – 5	4 – 5	4 – 5
6	4 – 5	4	4	4 – 5	4 – 5	4 – 5	5	4 – 5	4 – 5

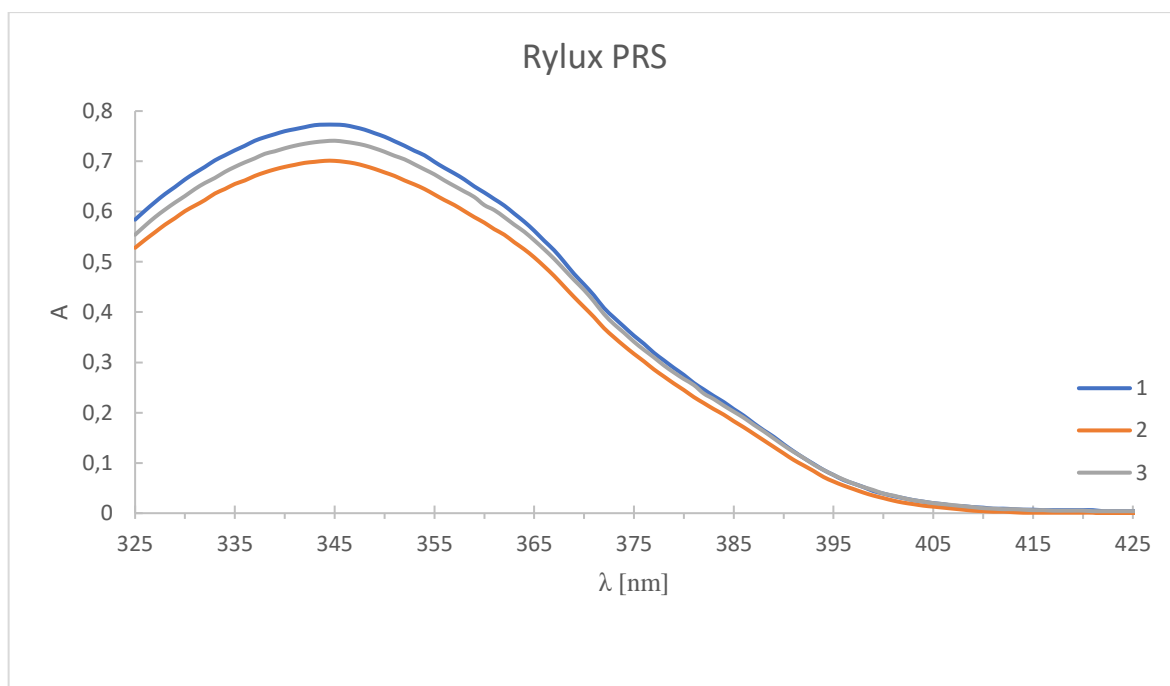
Egacidová modř A2G vykazovala po stálostních zkouškách dobré hodnoty, pouze v praní docházelo k zapouštění do polyamidové a bavlněné tkaniny.

Výrazný vliv enkapsulace barviva na stálost vybarvení pozorován nebyl.

### 3.10 Studium enkapsulace OZP

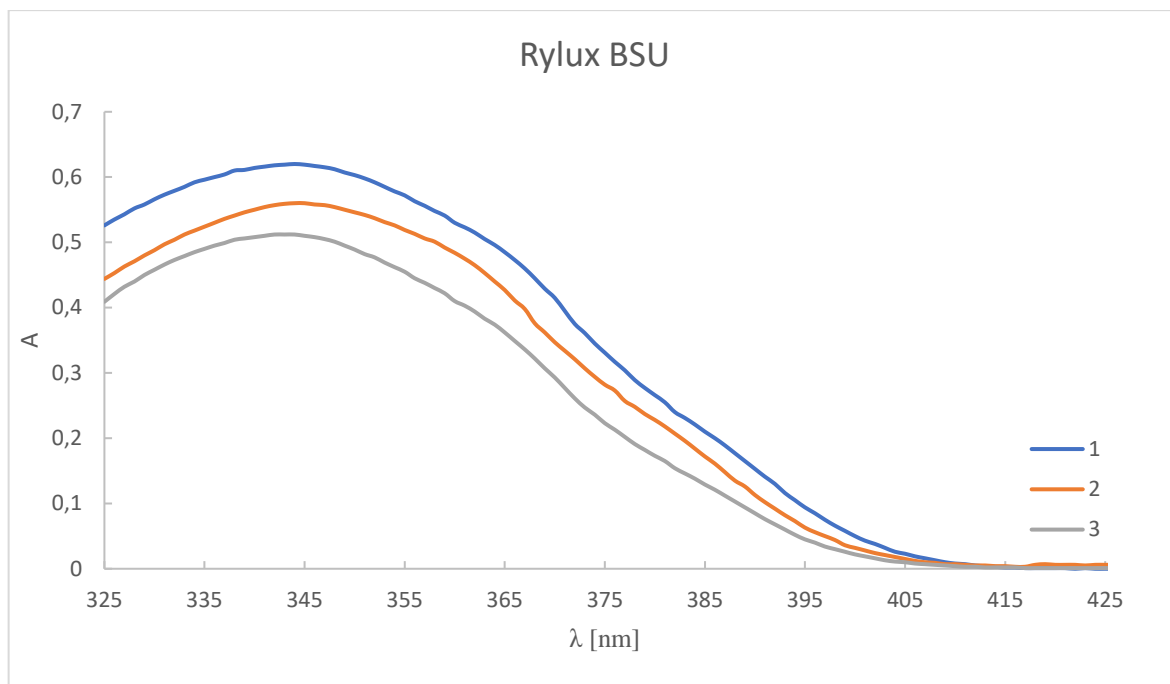
Pro studium vlastností enkapsulovaného OZP byly zvoleny shodné analytické metody jako pro enkapsulovaná kyselá barviva.

#### 3.10.1 Absorpční spektra OZP



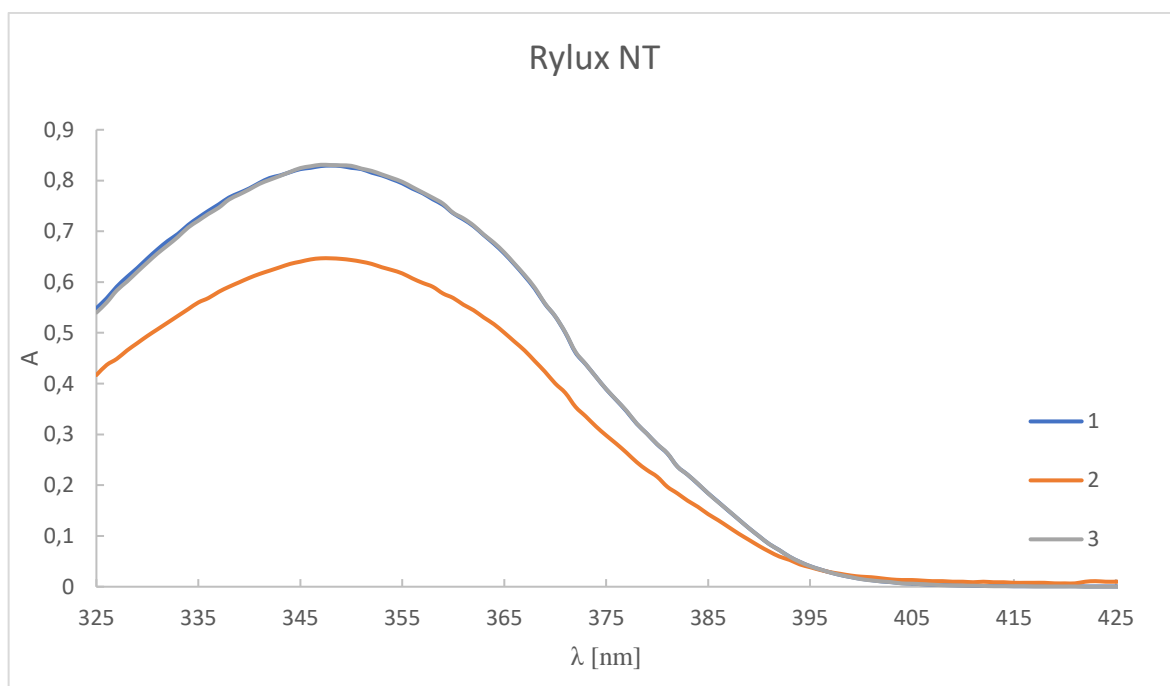
Graf 13: Absorpční spektra, rylux PRS

Z naměřených spekter ryluxu PRS lze pozorovat vyšší pokles absorbance u vzorku enkapsulovaného OZP s užitím kationaktivního tenzidu.



Graf 14: Absorpční spektra, rylux BSU

Z naměřených absorpčních spekter ryluxu BSU je patrný trend opačný, většího poklesu bylo dosaženo při enkapsulaci s anionaktivním tenzidem



Graf 15: Absorpční spektra, rylux NT

Analýzou absorpčních spekter ryluxu NT nebyl pozorován pokles absorbance u vzorku enkapsulovaného OZP s anionaktivním tenzidem. U vzorku s kationaktivním tenzidem byl pozorován výrazný pokles absorbance.

### 3.10.2 Velikost částic a hodnoty Zeta potenciálu enkapsulovaných OZP

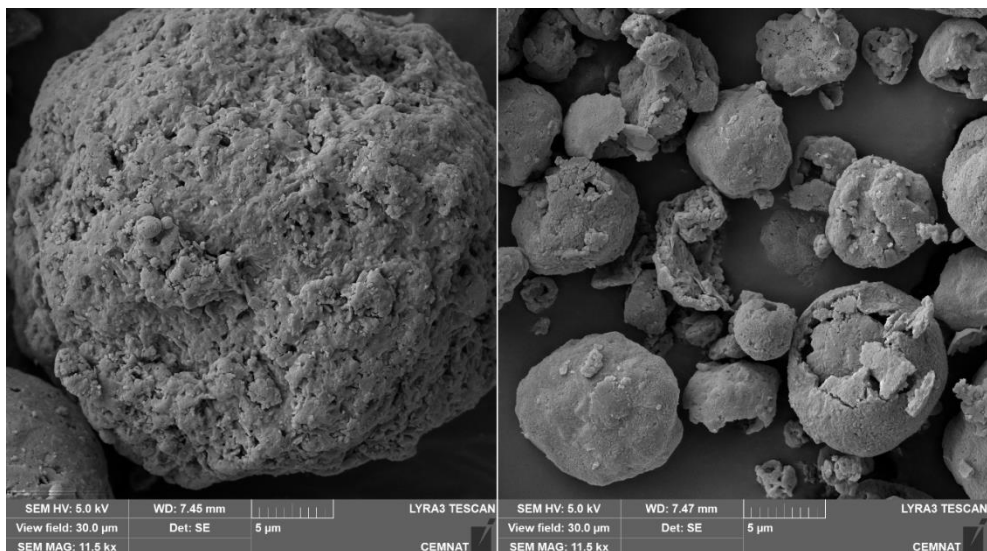
Z naměřených hodnot uvedených v tabulce 35, je patréý, že velikost liposomů enkapsulovaného OZP vykazuje závislost na velikosti molekuly samotného OZP. Vzhledem k naměřeným hodnotám nelze označit liposomy jako stabilní, některé kombinace, např. Rylux BSU enkapsulovaný s kationaktivním tenzidem se jevil jako krajně nestabilní.

*Tabulka 31: Hodnoty velikosti a Zeta potenciálu enkapsulovaných OZP*

Rylux	Anionaktivní tenzid				Kationaktivní tenzid			
	Velikost [nm]	S. o.	Zeta p. [mV]	S. o.	Velikost [nm]	S. o.	Zeta p. [mV]	S. o.
PRS	461	39	-10	1	646	104	-29	3
BSU	254	61	-28	2	362	46	-6	1
NT	101	9	-10	1	290	21	-14	2

### 3.10.3 Snímky z elektronového mikroskopu enkapsulovaného OZP

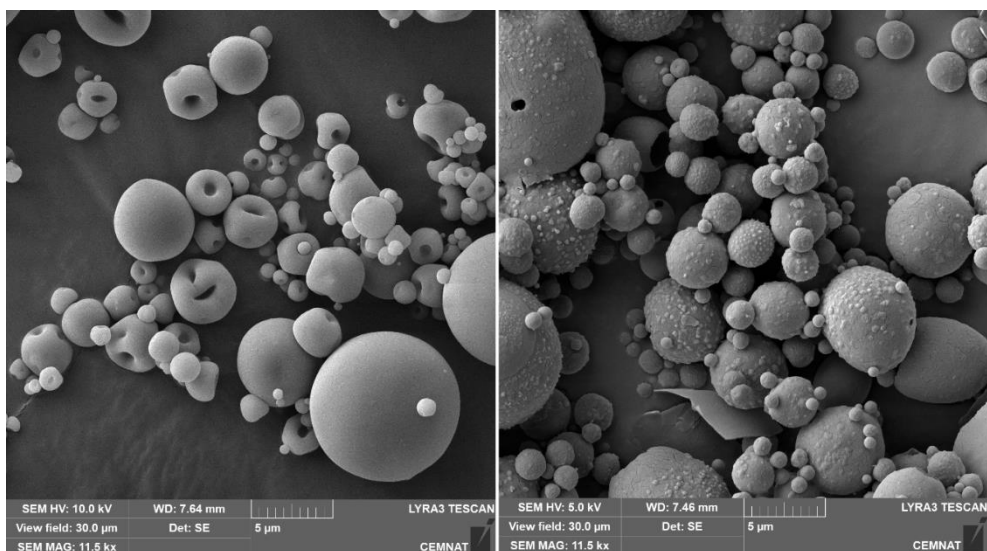
Na levé straně jsou snímky vzorků připravený enkapsulací s kationaktivním tenzidem, na pravé straně snímky vzorků enkapsulovaný s anionaktivním tenzidem.



Obrázek 30: Rylux PRS

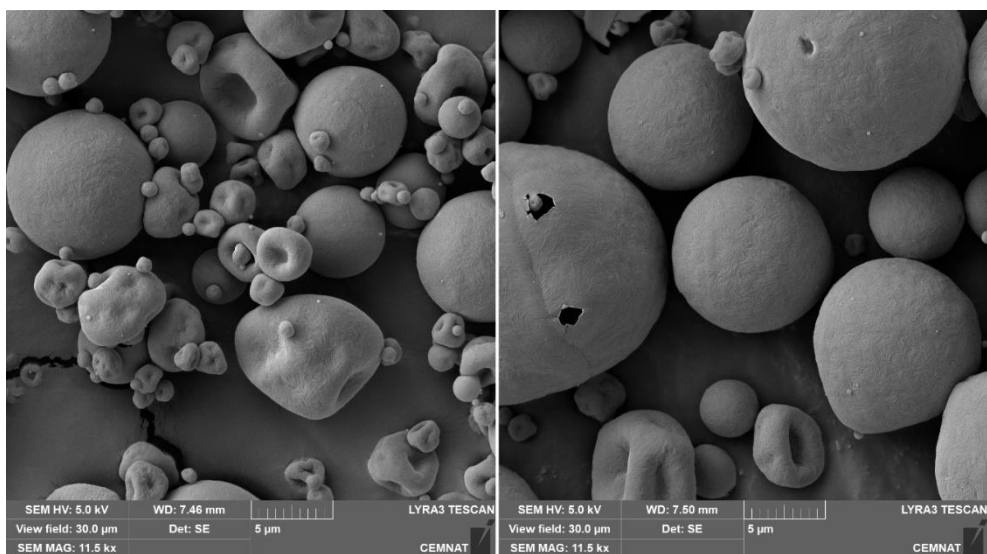
Porovnáním snímku enkapsulovaného ryluxu PRS jsou patrné obrovské rozdíly ve velikosti částic. Enkapsulací kationaktivním tenzidem dosahovaly částice několika desítek μm. Při enkapsulaci s anionaktivním tenzidem byly připraveny částice menší.





Obrázek 31: Rylux BSU

Enkapsulovaný rylux BSU dosáhl pravidelných tvarů liposomů s kationaktivním i anionaktivním tenzidem. Vzorek s anionaktivním tenzidem mají hrubší povrch zřejmě způsobený adsorpcí velice malých liposomů či micel.

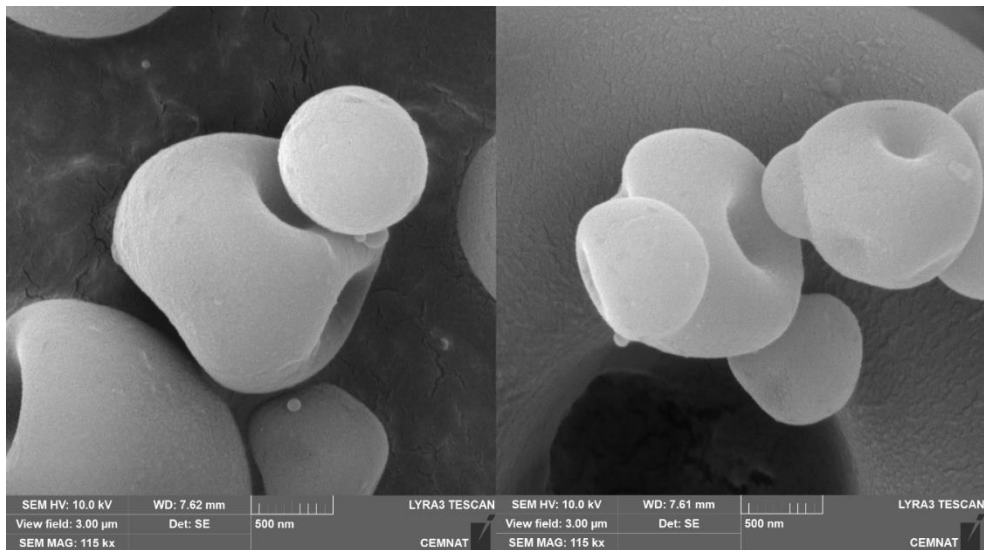


Obrázek 32: Rylux NT

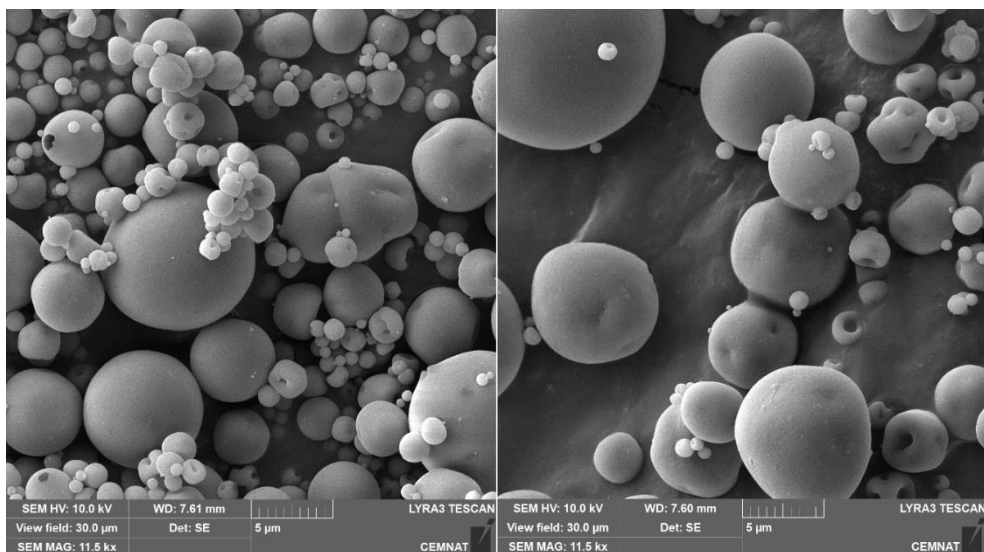
Liposomy ryluxu NT dosáhly dobré pravidelnosti s v obou postupech enkapsulace. Ze snímku je patrná přítomnost frakce velmi malé frakce liposomů při použití kationaktivního tenzidu.

### 3.10.4 Vliv sušícího média na morfologii, tvar a velikost liposomů vybraného OZP

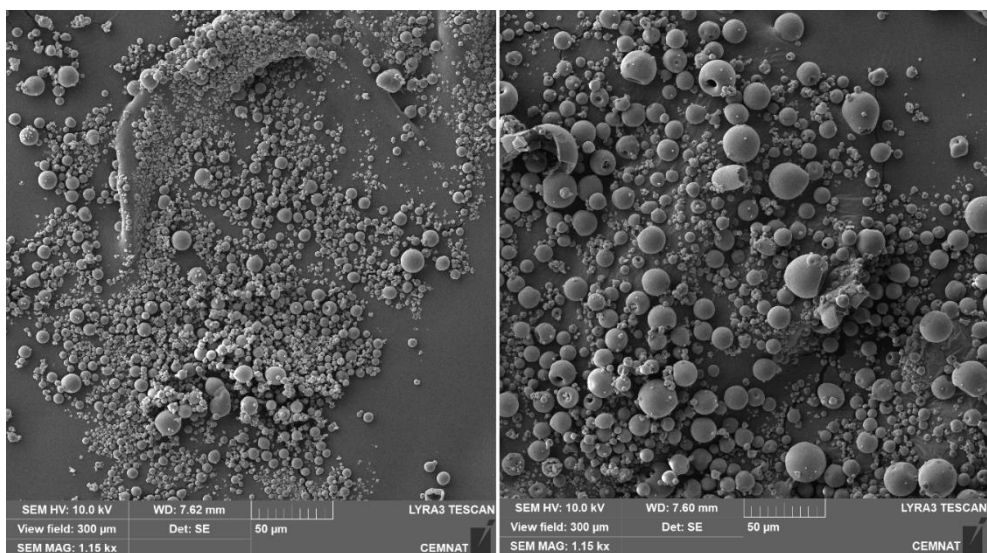
Pro studium vlivu sušícího média byl vybrán opticky zjasňující prostředek rylux BSU enkapsulovaný s kationaktivním tenzidem, Syntegalem V20. Byly provedeny dvě téměř identické sušení. Jediný rozdíl byl v již zmíněném sušícím médiu. Bylo provedeno sušení ve vzdušné atmosféře a sušení v inertní dusíkové atmosféře. Levá strana snímků znázorňuje vzorky usušené ve vzdušné atmosféře a pravá v dusíkové atmosféře.



Obrázek 33: Rylux BSU, kationaktivní tenzid, Zvětšení 115000 x, porovnání sušícího média



Obrázek 34: Rylux BSU, kationaktivní tenzid, zvětšení 11500x, porovnání sušícího média



Obrázek 35: Rylux BSU, kationaktivní tenzid, zvětšení 1150x, porovnání sušícího media

Z uvedených snímků z elektronové mikroskopie není patrný negativní vliv oxidační atmosféry na morfologii povrchu či tvar liposomů. Je zde, ale pozorovatelný určitý nárůst velikosti při sušení v inertní atmosféře.

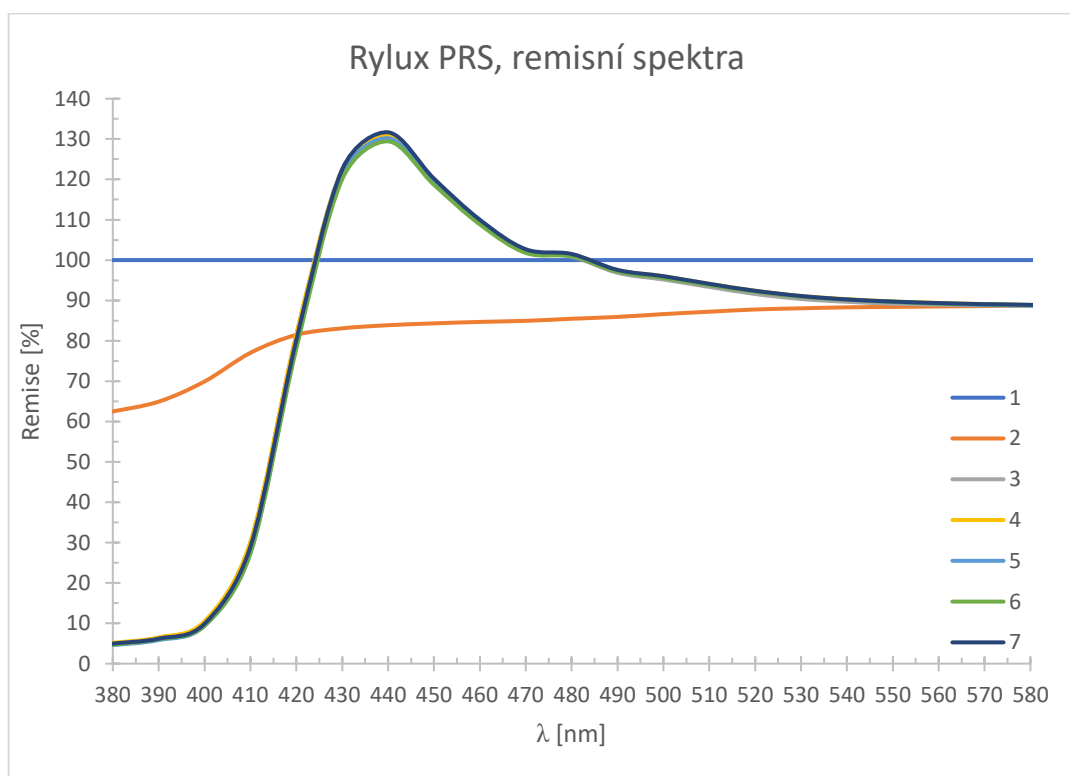
### 3.10.5 Porovnání remisních spekter opticky zjasněného substrátu

Pro posouzení efektu enkapsulace na aplikaci OZP na bavlněnou tknainu zadrženi OZP v lázni byly na opticky zjasněných vzorcích stanoveny remisní spektra.

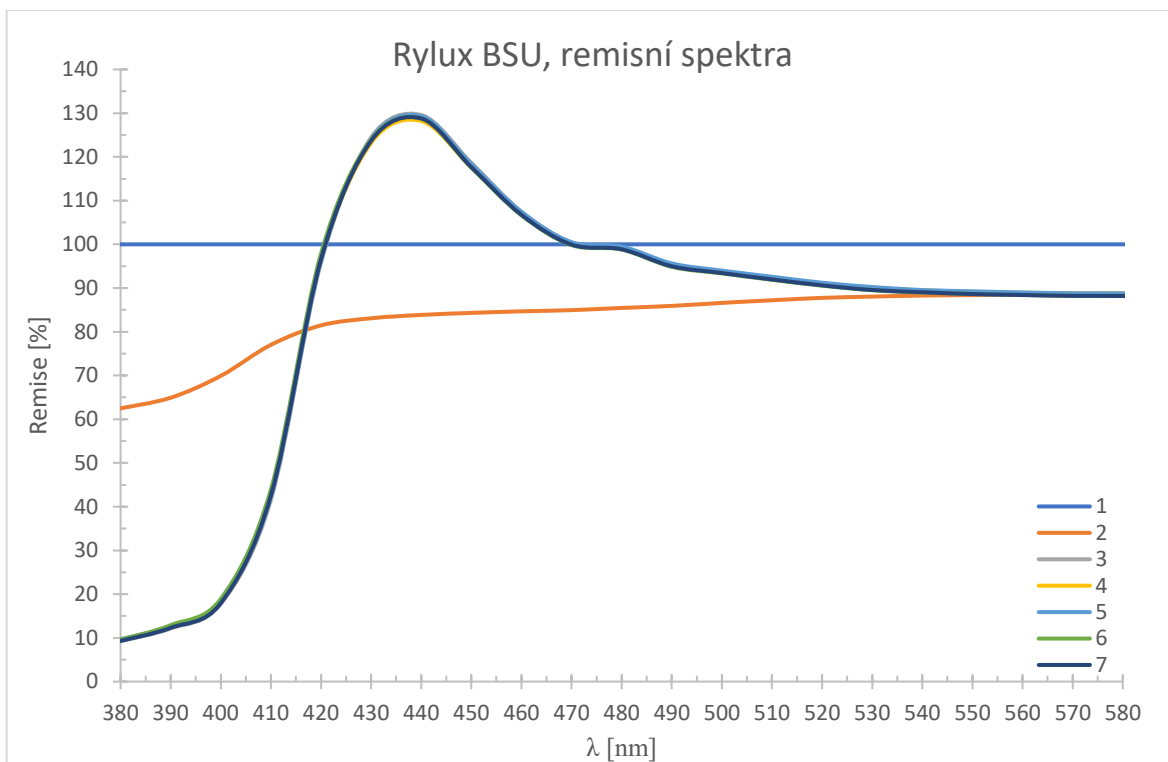
Z remisní spekter je patrné, že enkapsulace nemá vliv na aplikaci OZP. Nedochází také posunu remisního maxima, z toho lze usoudit, že nedochází k ulpívání lecitinu na materiál, nebo interakce OZP s lecitinem či tenzidem, viz graf 16, 17, 18.

Tabulka 32: Legenda k remisním spektrům OZP

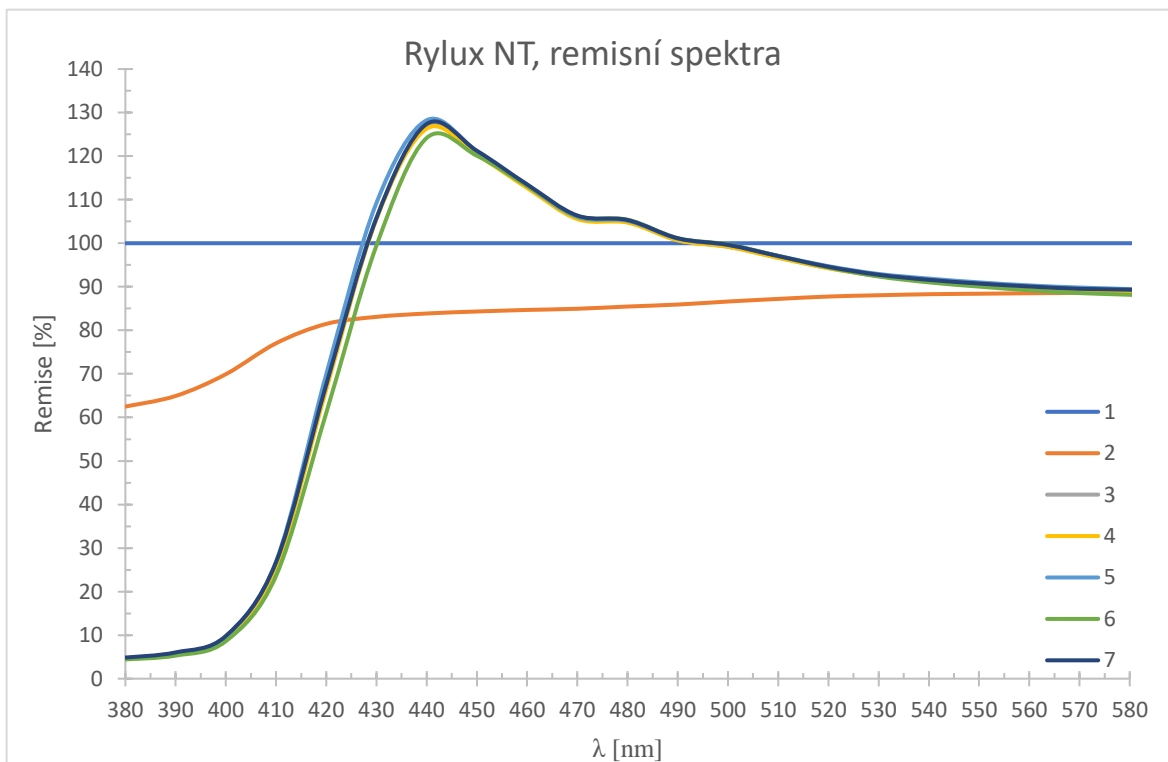
Remisní Křivka	Číselné označení
Přímka ideální remise	1
Bavlna bělená (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ), mercerizovaná	2
Běžný aplikační postup	3
Aplikace enkapsulovaného OZP v lázni, kationaktivní tenzid	4
Aplikace enkapsulovaného OZP v lázni, anionaktivní tenzid	5
Aplikace enkapsulovaného OZP sušeného, kationaktivní tenzid	6
Aplikace enkapsulovaného OZP sušeného, anionaktivní tenzid,	7



Graf 16: Rylux PRS, remisní spektra



Graf 17: Rylux BSU, remisní spektra



Graf 18: Rylux NT, remisní spektra

## 4. Závěr

Předmětem studia této práce bylo pozorovat vliv textilních pomocných přípravků na enkapsulaci kyselých barviv. Pro toto studium byly vybrány dva tenzidy, kationaktivní Syntegal V20 a anionaktivní laurylsíran sodný. Dále byl sledován vliv sušení na vlastnosti enkapsulovaných barviv.

Vliv použitého tenzidu na vlastnosti enkapsulovaného barviva byl také hodnocen pomocí standartních koloristických metod. Sledovaným parametrem byla, také schopnost krytí pružnosti pomocí enkapsulovaného barviva. Tyto vlastnosti byly studovány na vybarvení polyamidové tkaniny. Studována byla také možnost enkapsulace opticky zjasňujících prostředků jako možnou metodu analýzy enkapsulace obecně. Pro charakterizaci enkapsulovaných barviv i OZP byla využita absorpční analýza, stanovení velikosti liposomů pomocí DLS a také stanovení Zeta potenciálu pro vyhodnocení jejich stability. Pořízeny byly také snímky ze skenovacího elektronového mikroskopu, pro studium morfologie povrchu a tvaru připravených liposomů. Pro vlastní enkapsulaci byla vybrána možnost intenzifikace magnetickým míchadlem, jako jednoduchá a snadná intenzifikační metoda, která je uskutečnitelná i v průmyslovém měřítku.

Z naměřených absorpčních spekter je patrné, že při enkapsulaci barviv, ale i OZP s kationaktivním tenzidem dochází k výraznějšímu poklesu absorbance než při enkapsulaci tenzidem anionaktivním. Z toho lze usuzovat vyšší efektivitu enkapsulace.

Ze získaných hodnot velikosti částic a jejich Zeta potenciálu je zřetelné, že při použití anionaktivního tenzidu vznikají liposomy nepatrně menší. Výjimkou je rybacidová červeň E, u které je pozorován trend opačný. Problematická byla také enkapsulace egacidové modře A2G, u které byly naměřeny vysoké hodnoty velikosti částic, zřejmě docházelo k tvorbě agregátů. Na hodnotu Zeta potenciálu volba z vybraných tenzidů neměla vliv.

Z naměřených hodnot velikosti OZP byl potvrzen vliv velikosti chromoforu resp. celé molekuly barviva či OZP na velikost připravených liposomů.

Ze snímku elektronové mikroskopie je patrný vliv použitého tenzidu. Pokud byl použit tenzid anionaktivní byla patrná tendence tvorby liposomů pravidelnějších kulovitých útvarů. Také bylo zjištěno, že barviva s azovým chromoforem umožňují tvorbu pravidelnějších liposomů.

Z aplikačního hlediska enkapsulací barviva bylo dosaženo retardace srovnatelné s retardačním efektem síranu sodného enkapsulováním u rybacidové žluť R, Bohužel jen

pro barviva enkapsulovaná v lázni nikoliv pro barviva sušená. Enkapsulací egacidové violeťe 3B bylo dokonce dosaženo ještě výrazně lepší retardace než při retardaci elektrolytem. Retardace byla pozorována opět pro barvivo enkapsulované v barvicí lázni.

Sledováním barevných diferencí bylo zjištěno, že enkapsulací barviva s azovým chromoforem dochází u vybarvení ke změně odstínu. U barviv s antrachinonovým chromoforem byla barevná odchylka minimální. Výraznější změna odstínu byla pozorována při enkapsulaci s laurylsíranem sodným než při enkapsulaci s kationaktivním tenzidem.

Z vypočítaných hodnot relativního indexu nestejnomyšlnosti, lze přisoudit lepší egalizační schopnosti enkapsulového barviva s laurylsíranem sodným, zejména u barviv enkapsulovaných v lázni, než u barviv enkapsulovaných se syntegalem V20

Pozitivní faktem je, že nebyl pozorován negativní vliv enkapsulace na vyčerpání barviva z lázni ani na výsledky provedených mokřích stálostí.

Studiem aplikace enkapsulovaného OZP bylo potvrzeno, že enkapsulace nemá vliv na zadržení OZP v lázni, ani na polohu remisního maxima opticky zjasněného substrátu ve srovnání s aplikací běžných OZP.

Pro další studium využití enkapsulace v textilním odvětví bych doporučoval zaměřit na optimalizaci sušení, zejména, prostudovat možnost sušení pomocí lyofilizace, jakožto metodou šetrnější k organickým materiálům.

## 5. Literatura

- [1] Man-Made Fibers Continue To Grow | Textile World. Textile World [online]. Copyright © Copyright 2017 Textile Industries Media Group, LLC. [cit. 29.04.2019]. Dostupné z: <https://www.textileworld.com/textile-world/fiber-world/2015/02/man-made-fibers-continue-to-grow/>
- [2] COOK, James Gordon. Handbook of textile fibres. 4th ed. Watford (Herts.): Merrow Publishing Co., 1968.
- [3] ŠŇUPÁREK, Jaromír. Makromolekulární chemie: úvod do chemie a technologie polymerů. Vyd. 3., dopl. a upr. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2014. ISBN 978-80-7395-761-2.
- [4] MLEZIVA, Josef. Polymery - výroba, struktura, vlastnosti a použití. Praha: Sobotáles, 1993. ISBN 80-901570-4-1
- [5] File:Polyamide-6-Production V.1.svg - Wikimedia Commons. [online]. Dostupné z: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Polyamide-6-Production\\_V.1.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Polyamide-6-Production_V.1.svg)
- [6] MCINTYRE, J. E. Synthetic fibres: nylon, polyester, acrylic, polyolefin. Cambridge, England: Woodhead Pub., 2005. ISBN 0-8493-2592-7."
- [7] Preparation, Properties and Applications of Nylon 6,6 Fibers - Textile Learner. Textile Learner: One stop solution for textiles [online]. Dostupné z: <https://textilelearner.blogspot.com/2013/09/preparation-properties-and-applications.html>
- [8] Kevlar Chemical Structure H-bonds[online]. Dostupné z: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/95/Kevlar\\_chemical\\_structure\\_H-bonds.svg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/95/Kevlar_chemical_structure_H-bonds.svg)
- [9] Global polyamide fiber production 1975-2017 | Statistic. • Statista - The Statistics Portal for Market Data, Market Research and Market Studies [online]. Copyright © Statista 2019 [cit. 05.03.2019]. Dostupné z: <https://www.statista.com/statistics/649908/polyamide-fiber-production-worldwide/>
- [10] Body Armor Innovations. AmmoLand.com [online]. Dostupné z: <https://www.ammoland.com/2015/08/body-armor-innovations/>
- [11] KUDLÁČEK Ladislav, RŮŽIČKA Jiří. Struktura a vlastnosti textilních vláken 2 díl, Pardubice 1980
- [12] Kolektiv autorů. Příručka textilního odborníka 2. část, Praha 1981



- [13] Lowest Prices on Quality Tennis Racquet Strings, at Golden Set Tennis [online]. Copyright © [cit. 29.04.2019]. Dostupné z: [http://www.goldensettennis.com/Source/PDF\\_Files/STRING%20TECHNOLOGY\\_STRING%20MATERIALS%20CHART.pdf](http://www.goldensettennis.com/Source/PDF_Files/STRING%20TECHNOLOGY_STRING%20MATERIALS%20CHART.pdf)
- [14] Kolektiv autorů. Příručka pro textilní barvíře a tiskaře, Praha, 1976
- [15] KRYŠTŮFEK, Jiří, Jakub WIENER a Dagmar MACHAŇOVÁ. Barvení textilií II. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2011. ISBN 978-80-7372-796-3.
- [16] BURGERT Ladislav. Přednášky z technologie barvení a tisku, přednáška VII: Disperzní barviva. 2018 Univerzita Pardubice Fakulta chemicko-technologická
- [17] NĚMEC Martin, PÁČOVÁ Eva. Náhrada dispersních barviv Ostacet P - část II. 2018. - Synthesia, a.s., SBU Pigmenty a barviva, Textilní barvení
- [18] VIK, Michal. Základy měření barevnosti. Liberec : Technická univerzita v Liberci, 1995. 80-7083-162-6
- [19] Where is visible light located on the electromagnetic spectrum? | Socratic. Homework in a snap | Socratic [online]. Dostupné z: <https://socratic.org/questions/where-is-visible-light-located-on-the-electromagnetic-spectrum>
- [20] přednáky černý
- [21] Datacolor 500 Benchtop Color Matching Instrument | Datacolor. Datacolor | Color Management Solutions: Tools for the Most Accurate Color [online]. Copyright © Datacolor 2019 [cit. 08.05.2019]. Dostupné z: <https://www.datacolor.com/business-solutions/product-overview/datacolor-500-family/>
- [22] CIE LAB 1976 color space. | Download Scientific Diagram. ResearchGate | Share and discover research [online]. Copyright © ResearchGate [cit. 08.05.2019]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/figure/CIE-LAB-1976-color-space\\_fig2\\_263697963](https://www.researchgate.net/figure/CIE-LAB-1976-color-space_fig2_263697963)
- [23] Pruhovité vybarvení, foto archiv autora
- [24] Textile News, Apparel News, RMG News, Fashion Trends | Textile Today [online]. Dostupné z: <https://www.textiletoday.com.bd/leveling-agents-chemistry-and-performance>
- [25] MACHAŇOVÁ, Dagmar. Předúprava textilií. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2007. ISBN 80-7083-971-6.
- [26] Studijní texty z postgraduálního cyklu přednášek "Vybrané semestrální přednášky z organické chemie" (2005). Supramolekulární chemie - kapitola 6: Biomimetika, dostupné na adrese: [www.uochb.cas.cz/Zpravy/PostGrad2005/6\\_Hampl.pdf](http://www.uochb.cas.cz/Zpravy/PostGrad2005/6_Hampl.pdf)
- [27] Liposomes as vectors for specific drug delivery [online]. Dostupné z: <https://cordis.europa.eu/docs/results/images/2016-07/183088.jpg>

- [28] Schematic of basic structure of liposome and different types of... | Download Scientific Diagram. ResearchGate | Share and discover research [online]. Copyright © ResearchGate [cit. 29.04.2019]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/figure/Fig-6-Schematic-of-basic-structure-of-liposome-and-different-types-of-liposomes\\_fig7\\_301533191](https://www.researchgate.net/figure/Fig-6-Schematic-of-basic-structure-of-liposome-and-different-types-of-liposomes_fig7_301533191)
- [29] BARANI, Hossein a Majid MONTAZER. A Review on Applications of Liposomes in Textile Processing. *Journal of Liposome Research* [online]. 2008, 18(3), 249-262 [cit. 2019-03-05]. DOI: 10.1080/08982100802354665. ISSN 0898-2104. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/08982100802354665>
- [30] EL-ZAWAHRY, M.M., S. EL-SHAMI a M. Hassan EL-MALLAH. Optimizing a wool dyeing process with reactive dye by liposome microencapsulation. *Dyes and Pigments* [online]. 2007, 74(3), 684-691 [cit. 2019-03-16]. DOI: 10.1016/j.dyepig.2006.04.014. ISSN 01437208. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0143720806001513>
- [31] BRINKER, Udo H. a Jean-Luc MIEUSSET, ed. *Molecular Encapsulation* [online]. Chichester, UK: John Wiley & Sons, 2010 [cit. 2019-03-05]. ISBN 9780470664872.
- [32] WIENER Jakub, DEMBICKÝ Josef, DVOŘÁKOVÁ Eva. Enkapsulace v textilní technologii. *Technická univerzita v Liberci, Fakulta textilní*. 2007, 46s. Dostupné online z: <http://www.ft.tul.cz/depart/ktc/publikace/enkap.pdf>
- [33] 10. Liposomes: Preparations and Applications | Insight Medical Publishing. *Drug Development Journals | Open Access* [online]. Copyright © 2012 IJDDR, Rohilla Seema et al. This is an open access paper distributed under the copyright agreement with Serials Publication, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original [cit. 05.03.2019]. Dostupné z: <http://www.ijddr.in/drug-development/10-liposomes-preparations-and-applications.php?aid=5113>
- [34] LAOUNI, A., C. JAAFAR-MAALEJ, I. LIMAYEM-BLOUZA, S. SFAR, C. CHARCOSSET a H. FESSI. Preparation, Characterization and Applications of Liposomes: State of the Art. *Journal of Colloid Science and Biotechnology* [online]. 2012, 1(2), 147-168 [cit. 2019-03-05]. DOI: 10.1166/jcsb.2012.1020. ISSN 2164-9634. Dostupné z: <http://www.ingentaconnect.com/content/10.1166/jcsb.2012.1020>
- [34] How to avoid micelles during preparing liposomes?. ResearchGate | Share and discover research [online]. Copyright © ResearchGate 2019. All rights reserved. [cit. 29.04.2019]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/post/How\\_to\\_avoid\\_micelles\\_during\\_preparing\\_liposomes](https://www.researchgate.net/post/How_to_avoid_micelles_during_preparing_liposomes)

- [35] PRICHYSTAL, Petr, Ladislav BURGERT, Radim HRDINA, Nasanjargal PUREV a Michal CERNY. Encapsulation of textile dyes and textile auxiliary agents into liposome systems and their use for polyamide dyeing. *Coloration Technology* [online]. 2013, 129(1), 64-68 [cit. 2019-05-08]. DOI: 10.1111/cote.12002. ISSN 14723581. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/cote.12002>
- [36] *Textile World* [online]. Dostupné z: [https://www.textileworld.com/Articles/2015/January/issue\\_pics/FiberFig1.pdf](https://www.textileworld.com/Articles/2015/January/issue_pics/FiberFig1.pdf)
- [37] Behpak Soy Lecithin INTRODUCTION, SPECIFICISATION, APPLICATIONS & BENIFITS
- [38] Lecithin: Benefits, risks, and types. *Health News - Medical News Today* [online]. Copyright © 2004 [cit. 05.03.2019]. Dostupné z: <https://www.medicalnewstoday.com/articles/319260.php>
- [39] XU, Qingyi, Mitsutoshi NAKAJIMA, Zengshe LIU a Takeo SHII. Soybean-based Surfactants and Their Applications. NG, Tzi-Bun, ed. *Soybean - Applications and Technology* [online]. InTech, 2011, 2011-04-26 [cit. 2019-03-05]. DOI: 10.5772/15261. ISBN 978-953-307-207-4. Dostupné z: <http://www.intechopen.com/books/soybean-applications-and-technology/soybean-based-surfactants-and-their-applications>
- [40] HEN, Chengjun, Dandan HAN, Cuifang CAI a Xing TANG. An overview of liposome lyophilization and its future potential. *Journal of Controlled Release* [online]. 2010, 142(3), 299-311 [cit. 2019-03-05]. DOI: 10.1016/j.jconrel.2009.10.024. ISSN 01683659. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0168365909007366>
- [41] ENNINGS, Thomas. *Lyophilization* [online]. CRC Press, 1999 [cit. 2019-03-05]. ISBN 978-1-57491-081-0.
- [42] Büchi B-290 Mini Spray Dryer Operation Manual. Büch Labortechnik AG, Postfach
- [43] *Spray Drying: An Overview* | IntechOpen. IntechOpen - Open Science Open Minds | IntechOpen [online]. Copyright © 2019 IntechOpen. All rights reserved. [cit. 09.05.2019]. Dostupné z: <https://www.intechopen.com/books/biomaterials-physics-and-chemistry-new-edition/spray-drying-an-overview>
- [44] *Liposome Analysis and Characterization - Creative Biostructure*. Creative-Biostructure, protein structure and characterization, drug discovery [online]. Copyright © 2005 [cit. 16.03.2019]. Dostupné z: <https://www.creative-biostructure.com/liposome-analysis-and-characterization-494.htm>
- [45] *Scanning Electron Microscopy (SEM)*. [online]. Dostupné z: [https://serc.carleton.edu/research\\_education/geochemsheets/techniques/SEM.html](https://serc.carleton.edu/research_education/geochemsheets/techniques/SEM.html)

- [46] SEM. Engineering Atoms [online]. Dostupné z: [https://www.eng-atoms.msm.cam.ac.uk/Images/SEM/image\\_view\\_fullscreen](https://www.eng-atoms.msm.cam.ac.uk/Images/SEM/image_view_fullscreen)
- [47] Proteomics services, including protein identification, protein quantification, protein modification etc. - Creative Proteomics [online]. Copyright ©O [cit. 29.04.2019]. Dostupné z: <https://www.creative-proteomics.com/images/DLS-Based-Analysis-Service.jpg>
- [48] Liposome Analysis and Characterization - Creative Biostructure. Creative-Biostructure, protein structure and characterization, drug discovery [online]. Copyright © 2005 [cit. 16.03.2019]. Dostupné z: <https://www.creative-biostructure.com/liposome-analysis-and-characterization-494.htm>
- [49] BNYAN, Ruba, Iftikhar KHAN, Touraj EHTEZAZI, Imran SALEEM, Sarah GORDON, Francis O'NEILL a Matthew ROBERTS. Surfactant Effects on Lipid-Based Vesicles Properties. Journal of Pharmaceutical Sciences [online]. 2018, 107(5), 1237-1246 [cit. 2019-03-05]. DOI: 10.1016/j.xphs.2018.01.005. ISSN 00223549. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022354918300054>
- [50] Sdružení pro odbyt dehtových barviv- pardubice OZP 1979
- [51] CLARK, M. Handbook of textile and industrial dyeing. Philadelphia: Woodhead Publishing Limited, 2011. ISBN 9781845696962.
- [52] Pharmaceutical L-Histidine Monohydrochloride Monohydrate Food Grade Amino Acids Product Photos, Pharmaceutical L-Histidine Monohydrochloride Monohydrate Food Grade Amino Acids Product pictures - Page1. Amino Acid Chelate for sale - aminoacidschina [online]. Copyright © 2009 [cit. 09.05.2019]. Dostupné z: <http://aminoacidschina.sell.everychina.com/p-95359124/showimage.html>
- [53] dye|World dye variety - dye, Acid Dyes, Azoic Dyes, Basic Dyes, Direct Dyes, Disperse Dyes, Food Dyes, Mordant Dyes, Reactive Dyes, Sulphur Dyes, Vat Dyes, Solvent Dyes [online]. Dostupné z: <http://www.worlddyevariety.com/wp-content/uploads/2012/05/Acid-Yellow-11.gif>
- [54] dye|World dye variety - dye, Acid Dyes, Azoic Dyes, Basic Dyes, Direct Dyes, Disperse Dyes, Food Dyes, Mordant Dyes, Reactive Dyes, Sulphur Dyes, Vat Dyes, Solvent Dyes [online]. Dostupné z: <http://www.worlddyevariety.com/wp-content/uploads/2012/05/Acid-Yellow-61.gif>
- [55] dye|World dye variety - dye, Acid Dyes, Azoic Dyes, Basic Dyes, Direct Dyes, Disperse Dyes, Food Dyes, Mordant Dyes, Reactive Dyes, Sulphur Dyes, Vat

Dyes,Solvent Dyes [online]. Dostupné z: <http://www.worlddyevariety.com/wp-content/uploads/2012/06/Acid-Red-118.gif>

[56] dye|World dye variety - dye,Acid Dyes,Azoic Dyes,Basic Dyes,Direct Dyes,Disperse Dyes,Food Dyes,Mordant Dyes,Reactive Dyes,Sulphur Dyes,Vat Dyes,Solvent Dyes [online]. Dostupné z: [http://www.worlddyevariety.com/wp-content/uploads/2012/06/Acid\\_Violet\\_43.gif](http://www.worlddyevariety.com/wp-content/uploads/2012/06/Acid_Violet_43.gif)

[57] Acid Blue 80. dye|World dye variety - dye,Acid Dyes,Azoic Dyes,Basic Dyes,Direct Dyes,Disperse Dyes,Food Dyes,Mordant Dyes,Reactive Dyes,Sulphur Dyes,Vat Dyes,Solvent Dyes [online]. Copyright © [cit. 09.05.2019]. Dostupné z: <http://www.worlddyevariety.com/acid-dyes/acid-blue-80.html>

[58] dye|World dye variety - dye,Acid Dyes,Azoic Dyes,Basic Dyes,Direct Dyes,Disperse Dyes,Food Dyes,Mordant Dyes,Reactive Dyes,Sulphur Dyes,Vat Dyes,Solvent Dyes [online]. Dostupné z: [http://www.worlddyevariety.com/wp-content/uploads/2012/06/Acid\\_Violet\\_43.gif](http://www.worlddyevariety.com/wp-content/uploads/2012/06/Acid_Violet_43.gif)

[59] Dye|Dye intermediates|Fluorescent Brightener|pigment dye - Dye,Dye intermediates,Fluorescent Brightener,pigment dye [online]. Dostupné z: <http://www.dyestuffintermediates.com/wp-content/uploads/2012/11/Fluorescent-Brightener-134.gif>

[60] Dye|Dye intermediates|Fluorescent Brightener|pigment dye - Dye,Dye intermediates,Fluorescent Brightener,pigment dye [online]. Dostupné z: <http://www.dyestuffintermediates.com/wp-content/uploads/2012/11/Fluorescent-Brightener-264.gif>

[61] *Dye/Dye intermediates/Fluorescent Brightener/pigment dye - Dye,Dye intermediates,Fluorescent Brightener,pigment dye* [online]. Dostupné z: <http://www.dyestuffintermediates.com/wp-content/uploads/2012/11/Fluorescent-Brightener-351.gif>

## 6. Seznam obrázků grafů a tabulek

Vzorec 1: Anioinický tenzid, laurylsíran sodný.....	31
Vzorec 2: Kationaktivní tenzid, methosulfát oxyethylenovaného mastného aminu (Syntegal V20) .....	31
Vzorec 3: Neionický tenzid ,oxyethylenovaný mastný alkohol (Slovazol 257).....	32
Vzorec 4: L- Histidin monohydrochlorid [52].....	47
Vzorec 5: Acid Yellow 11 [53].....	48
Vzorec 6: Acid Yellow 61 [54].....	48
Vzorec 7 Acid red 118 [55].....	48
Vzorec 8: Acid violet 43 [56] .....	48
Vzorec 9: Acid Blue 80.....	48
Vzorec 10: Acid Blue 43 [58] .....	48
Vzorec 11: Fluorescent Brighetener 134 [59].....	49
Vzorec 12: Fluorescent Brighetener 134 [60].....	49
Vzorec 13: Fluorescent Brighetener 351 [61].....	49
Rovnice 1: Hydrolytická syntéza polyamidu 6 [37] .....	16
Obrázek 1 Graf produkce textilních vláken dle hmotnosti [1].....	14
Obrázek 2: Schématický rozdíl v počtu intermolekulárních vodíkových vazeb mezi PAD 6 a PAD 66 [7] .....	16
Obrázek 3: Rigidní struktura Kevlaru, Základní stavební jednotka tučně zvýrazněna [9] ..	17
Obrázek 4: Balisticky odolná kevlarová tkanina s deformovaným projektillem [40] .....	18
Obrázek 5: Konstrukce polyamidové struny pro výplet tenisové rakety [13] .....	19
Obrázek 6: Srovnání křivek saturace pro vlnu, hedvábi polyamid [15] .....	21
Obrázek 7: Vznik iontové vazby mezi polyamidem 6 a kyselím barvivem (Acid Orange 7) .....	24
Obrázek 8: Viditelné spektrum elektromagnetického záření [19] .....	25
Obrázek 9: Remisní spektrometr firmy Datacolor [21] .....	27
Obrázek 10: barevný prostor CIELAB [22].....	27
Obrázek 11: Pruhovité vybarvení polyamidové tkaniny, barvivo egacidová modř A2G ( Acid Blue 40 ) [23] .....	30
Obrázek 12: micela a liposom srovnání [27] .....	33

Obrázek 13: Klasifikace liposomů [28] .....	34
Obrázek 14: Schéma tvorby micely a liposomu [35].....	36
Obrázek 15 : Strukturní vzorec fosfatidilcholinu, nejvýznamnější složky lecitinu [38].....	38
Obrázek 16: Schéma rozprašovací sušárny [42] .....	40
Obrázek 17: Schéma Skenovací elektronové mikroskopie [46] .....	41
Obrázek 18: Schématické znázornění DLS analýzy [47] .....	42
Obrázek 19: Struktura celulózy s vyznačenými vodíkovými můstky. [48].....	43
Obrázek 20: Remisní křivky pro různě upravené bavlněné materiály: IW ideální běl, R neupravená bavlna, Bl bělená bavlna, BB bělená a modřená bavlna, V,B, BG Bavlna opticky zjasněná, OZP s různým nádechem[51].....	45
Obrázek 21: Barvicí postupy vybraných kyselých barviv .....	54
Obrázek 22: Graficky znázorněné body odběrů lázně .....	55
Obrázek 23: Aplikační postup vybraných OZP .....	60
Obrázek 24: Egacidová žlut' R.....	67
Obrázek 25: Rybacidová žlut' E .....	67
Obrázek 26 Rybacidová červen' E .....	68
Obrázek 27: Egacidová violet' 3B.....	68
Obrázek 28: Rybacidová modř R.....	69
Obrázek 29: Egacidová modř A2g.....	69
Obrázek 30: Rylux PRS .....	86
Obrázek 31: Rylux BSU .....	87
Obrázek 32: Rylux NT.....	87
Obrázek 33: Rylux BSU, kationaktivní tenzid, Zvětšení 115000 x, porovnání sušícího media .....	88
Obrázek 34: Rylux BSU, kationaktivní tenzid, zvětšení 11500x, porovnání sušícího média .....	88
Obrázek 35: Rylux BSU, kationaktivní tenzid, zvětšení 1150x, porovnání sušícího media	89
Graf 1: Absorpční spektra, egacidová žlut' R.....	62
Graf 2: Absorpční spektra, rybacidová žlut' E .....	63
Graf 3: Absorpční spektra, rybacidová červen' E .....	63
Graf 4: Absorpční spektra, egacidová violet' 3B .....	64
Graf 5: Absorpční spektra, rybacidová modř R .....	64
Graf 6: Absorpční spektra, egacidová modř A2G.....	65

Graf 7: Egacidová žlut' R, studium kinetiky barvení .....	70
Graf 8: Rybacidová žlut' E, studium kinetiky barvení .....	71
Graf 9: Rybacidová červen' E, studium kinetiky barvení .....	72
Graf 10: Egacidová violeť 3B, studium kinetiky barvení .....	73
Graf 11: Rybacidová modř R, studium kinetiky barvení .....	74
Graf 12: Egacidová modř A2G, studium kinetiky barvení .....	75
Graf 13: Absorpční spektra, rylux PRS .....	83
Graf 14: Absorpční spektra, rylux BSU .....	84
Graf 15: Absorpční spektra, rylux NT .....	84
Graf 16: Rylux PRS, remisní spektra .....	90
Graf 17: Rylux BSU, remisní spektra .....	91
Graf 18: Rylux NT, remisní spektra .....	91
Tabulka 1: Hodnoty RUI .....	29
Tabulka 2 : Seznam použitých laboratorních přístrojů .....	46
Tabulka 3: Seznam použitých chemikálií .....	47
Tabulka 4: Seznam použitých kyselých barviv .....	48
Tabulka 5: Seznam použitých opticky zjasňujících prostředků .....	49
Tabulka 6: Parametry sušení enkapsulovaných barviv .....	51
Tabulka 7: Parametry sušení barviv pro analýzu vlivu sušení na velikost a stabilitu liposomů .....	53
Tabulka 8: Přehled stálostních zkoušek včetně norem a chemického složení lázní .....	57
Tabulka 9: Složení lázně pro zkoušku v praní při 60 °C, včetně normy .....	57
Tabulka 10: Parametry sušení enkapsulovaných OZP .....	59
Tabulka 11: Legenda ke grafům absorpčních spekter .....	62
Tabulka 12: Absorpční maxima použitých barviv .....	62
Tabulka 13: Naměřené hodnoty velikosti a Zeta potenciálu enkapsulovaných barviv .....	65
Tabulka 14: Hodnoty velikosti a Zeta pot. enkaps. barviva před a po sušení, azový chromofor .....	66
Tabulka 15: Hodnoty velikosti a Zeta pot. enkaps. barviva před a po sušení, antrachinonový chromofor .....	66
Tabulka 16: Legenda barvicích postupů pro vytahovací křivky .....	70
Tabulka 17: Legenda číselného označení barvicích postupů: .....	76
Tabulka 18: Koloristické hodnoty: Egacidová žlut' R 0,5 % síla vybarvení .....	76



Tabulka 19: Koloristické hodnoty: Rybacidová žlut' R 0,5 % síla vybarvení.....	77
Tabulka 20: Koloristické hodnoty: Rybacidová červen' E, 0,5 % síla vybarvení .....	77
Tabulka 21: Koloristické hodnoty:Egacidová violet' 3B, 0,5 % síla vybarvení .....	78
Tabulka 22: Koloristické hodnoty: Rybacidová modř R, 0,5 % síla vybarvení .....	78
Tabulka 23: Koloristické hodnoty: Egacidová modř A2G, 0,5 % síla vybarvení.....	79
Tabulka 24: Legenda barvicích postupů .....	79
Tabulka 25: Stálobarevnost: Egacidová žlut' R .....	80
Tabulka 26: Stálobarevnost: Rybacidová žlut' E .....	80
Tabulka 27: Stálobarevnost: Rybacidová červen' E .....	81
Tabulka 28: Stálobarevnost: Egacidová violet' 3B .....	81
Tabulka 29: Stálobarevnost: Rybacidová modř R .....	82
Tabulka 30: Stálobarevnost: Egacidová modř A2G.....	82
Tabulka 31: Hodnoty velikosti a Zeta potenciálu enkapsulovaných OZP.....	85
Tabulka 32: Legenda k remisním spektrům OZP .....	90

## 7. Údaje pro knihovnickou databázi

Název práce	Vliv textilních pomocných přípravků na enkapsulaci kyselých barviv
Autor práce	Bc. Ondřej Ctibor
Obor	Vlákna a textilní chemie
Rok obhajoby	2019
Vedoucí práce	Ing. Michal Černý Ph. D.
Anotace	Tato diplomová práce se zabývá vlivem textilních pomocných přípravků na enkapsulaci kyselých barviv. Byla provedena enkapsulace vybraných kyselých barviv s využitím kationaktivní a anionaktivního tenzidu. Byl jejich vliv na velikost připravených liposomů, stabilitu liposomů v roztoku. Také byly pořízeny snímky ze skenovací elektronové mikroskopie. Studovány byly také aplikační vlastnosti enkapsulovaných barviv.
Klíčová slova	Enkapsulace, polyamid, kyselá barviva, liposomy, SEM, tenzidy