

MASARYKOVA UNIVERZITA

PEDAGOGICKÁ FAKULTA

KATEDRA FYZIKY, CHEMIE A ODBORNÉHO VZDĚLÁVÁNÍ



Přírodní barviva a jejich aplikace na textilní materiály

Bakalářská práce

Brno 2018

Vedoucí bakalářské práce:

PhDr. Mgr. Monika Bortlíková

Vypracovala:

Veronika Pešáková

Anotace

Práce se zabývá problematikou přírodních barviv. Jejich vlastnostmi, chemickou strukturou, výskytem a jejich následnou aplikací na konkrétní textilní vlákna různého původu. Zabývá se barevnou stálostí v závislosti na různých faktorech a následným použitím těchto barviv v běžném životě.

Annotation

The thesis deals with the issue of natural dyes. Their properties, chemical structure, occurrence and their subsequent application to specific textile fibres of different origins. It deals with colour stability depending on various factors and the subsequent use of these dyes in everyday life.

Klíčová slova

Anthokyany, cibule kuchyňská, červená řepa, karotenoidy, kontryhel obecný, kurkuma dlouhá, ořešák královský, ostružiník křovitý, ostružiník maliník, přírodní bavlna, přírodní hedvábí, viskóza.

Keywords

Anthocyanins, kitchen onions, beetroot, carotenoids, swallowtail, turmeric, royal walnut, blackberries, raspberry raspberries, natural cotton, natural silk, viscose.

Bibliografická citace:

PEŠÁKOVÁ, Veronika, 2018. *Přírodní barviva a jejich aplikace na textilní materiály*. Brno. Bakalářská práce. MASARYKOVA UNIVERZITA. Vedoucí práce PhDr. Mgr. Monika Bortlíková.

Prohlášení

„Prohlašuji, že jsem závěrečnou bakalářskou práci vypracovala samostatně, s využitím pouze citovaných literárních pramenů, dalších informací a zdrojů v souladu s Disciplinárním řádem pro studenty Pedagogické fakulty Masarykovy univerzity a se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů.“

29. 3. 2018

Veronika Pešáková

Poděkování

Poděkování patří především mé rodině. Hlavně mé mamince, která mě vždy a ve všem podporuje. Mé sestře, která trpělivě naslouchá a je mi nápomocna v boji s technickými nedostatky. Dále bych ráda poděkovala všem profesorům z katedry chemie, kteří nám vždy vychází vstříc. A v neposlední řadě paní PhDr. Mgr. Bortlíkové za cenné rady a skvělou podporu při psaní této práce.

Obsah

| | |
|-------------------------------------|----|
| Úvod..... | 9 |
| 1 Historie | 12 |
| 2 Rozdělení přírodních barviv | 14 |
| 2.1 Karotenoidy..... | 14 |
| 2.1.1 Karoteny | 15 |
| 2.1.2 Xanthofyly..... | 17 |
| 2.1.3 Apokarotenoidy | 18 |
| 2.1.4 Výskyt | 18 |
| 2.1.5 Využití..... | 20 |
| 2.2 Flavonoidy..... | 21 |
| 2.2.1 Anthokyany | 22 |
| 2.2.2 Ostatní flavonoidy | 24 |
| 2.2.3 Výskyt | 27 |
| 2.2.4 Využití..... | 27 |
| 2.3 Fenoly a chinony | 28 |
| 2.3.1 Stilbeny..... | 28 |
| 2.3.2 Kurkuminoidy | 28 |
| 2.3.3 Chinony | 29 |
| 2.3.4 Benzochinony..... | 29 |
| 2.3.5 Terfenylchinony | 30 |
| 2.3.6 Pulvové kyseliny | 30 |
| 2.3.7 Naftochinony | 30 |
| 2.3.8 Gossypol..... | 30 |
| 2.3.9 Anthrachinony | 30 |
| 2.3.10 Emodiny | 30 |
| 2.3.11 Košenila..... | 31 |
| 2.3.12 Výskyt | 31 |
| 2.3.13 Využití..... | 31 |
| 2.4 Dusíkatá barviva..... | 33 |
| 2.4.1 Tetrapyrroly..... | 33 |
| 2.4.2 Betalainy..... | 37 |
| 2.4.3 Indoly..... | 39 |
| 2.4.4 Isochinoliny | 40 |

| | | |
|--------|--|----|
| 2.4.5 | Puriny | 41 |
| 2.4.6 | Pteriny | 41 |
| 2.4.7 | Isoalloxaziny | 41 |
| 2.4.8 | Fenoxaziny | 42 |
| 2.4.9 | Výskyt | 42 |
| 2.4.10 | Využití | 42 |
| 3 | Charakteristika textilních materiálů použitých v praktické části | 44 |
| 3.1 | Bavlna | 45 |
| 3.2 | Hedvábí | 46 |
| 3.3 | Viskóza..... | 47 |
| 4 | Charakteristika jednotlivých látek použitých k barvení v praktické části | 48 |
| 4.1 | Cibule kuchyňská (<i>Allium cepa</i>)..... | 48 |
| 4.1.1 | Praktická část..... | 49 |
| 4.1.2 | Výsledek..... | 49 |
| 4.2 | Červená řepa (<i>Beta vulgaris</i>)..... | 51 |
| 4.2.1 | Praktická část..... | 51 |
| 4.2.2 | Výsledek..... | 51 |
| 4.3 | Jahodník velkoplodý (<i>Fragaria annanassa</i>) | 53 |
| 4.3.1 | Praktická část..... | 53 |
| 4.3.2 | Výsledek..... | 53 |
| 4.4 | Kontryhel obecný (<i>Alchemilla vulgaris</i>)..... | 55 |
| 4.4.1 | Praktická část..... | 55 |
| 4.4.2 | Výsledek..... | 55 |
| 4.5 | Kurkumovník dlouhý (<i>Curcuma Longa</i>)..... | 58 |
| 4.5.1 | Praktická část..... | 58 |
| 4.5.2 | Výsledek..... | 58 |
| 4.6 | Ořešák královský (<i>Juglans regia</i>)..... | 60 |
| 4.6.1 | Praktická část..... | 60 |
| 4.6.2 | Výsledek..... | 60 |
| 4.7 | Ostružiník křovitý (<i>Rubus fruticosus</i>)..... | 62 |
| 4.7.1 | Praktická část..... | 62 |
| 4.7.2 | Výsledek..... | 62 |
| 4.8 | Ostružiník maliník (<i>Rubus idaeus</i>)..... | 64 |
| 4.8.1 | Praktická část..... | 64 |

| | |
|---|----|
| 4.8.2 Výsledek..... | 64 |
| Závěr | 66 |
| Citovaná literatura..... | 69 |
| Seznam obrázků: | 72 |
| Seznam tabulek: | 73 |
| Označení použita v praktické části: | 73 |

Úvod

Barvy jsou všude okolo nás. Doprovází nás na každém kroku a jsou součástí našeho každodenního života. Veškeré barevné škály pochází z přírody. Ve světě zvířat se setkáváme s pestrobarevnými živočichy, kteří se prostřednictvím svého nápadného zbarvení snaží zaujmout potencionální partnery. Mimo této vábící funkce může zbarvení živočichů sloužit i k zastrašení predátorů. S těmito vlastnostmi se ve světě zvířat setkáváme například u páva korunkatého. Samci pávů mají modře zbarvené tělo a ocas tvořený peřím, které na koncích obsahují paví oka, typické pro tyto jedince. V případě ohrožení jsou pávi schopni své peří rozprostřít do tvaru vějíře. Pomocí této evoluční vychytávky vypadají opticky větší. Mimo těchto okázale zbarvených živočichů se setkáváme i s živočichy, které se snaží co nejvíce zapadnout do okolí. Do této kategorie spadá například zajíc polní. Zajíc má hnědou srst, s jejíž pomocí splývá s okolním prostředím, tedy s oraništěm nebo křovinami.

Častěji se setkáváme s barevnou rozmanitostí u rostlin. Rostliny se svou barevností snaží zaujmout a přilákat opylovače. Jiné rostliny zase svým vzhledem dávají najevo svou toxicitu. O jedovatosti červené muchomůrky jsme se všichni učili již v raných školních letech. Další takovou rostlinou, avšak ne tak zmiňovanou, může být tis červený. Bobule tisu mají výraznou červenou barvu a upozorňují ptáky—potencionální konzumenty, že něco není v pořádku.

S různými barevnými škálami u rostlin se můžeme setkat v závislosti na měnících se ročních obdobích. Z jara má většina listů zelené odstíny a postupně během roku s ubývajícím zeleným pigmentem—chlorofylem se začínají projevovat pigmenty karotenoidů a xanthofylů. Tento jev zapříčiňuje krásné zbarvení listů teplými odstíny, které můžeme pozorovat v období podzimu.

U lidí tomu není jinak. Již ve starověku se lidé snažili zaujmout svým vzhledem. Prostřednictvím oděvů dávali najevo své postavení ve společenské hierarchii. V té době byl antický purpur velmi žádanou komoditou. Získával se z mořského plže – ostranky jaderské. Oděvy obarvené tímto barvivem si mohli dovolit jen vysoce postavení hodnostáři.

V současné době barvy neslouží k vyjádření společenského postavení, avšak spíše k navození dobrého pocitu a pohodlí. Lidé si oblékají oděvy, ve kterých se cítí dobře a tím pádem i sebevědomě. Některé barvy máme zaškatulkované ke konkrétním příležitostem. Černou barvu oblékáme v obdobích smutku a bílou při svatebním obřadu. A pak máme barvy, které na nás působí příjemně a vyvolávají v nás pocit klidu a pohodlí. V takovém případě mluvíme o světlých, nevýrazných odstínech žluté, modré a zelené, které se záměrně používají v nemocničních prostorách.

Slovní spojení „jídlo se jí očima“ zaslechl ve svém životě snad každý. Toto tvrzení má něco do sebe a jsou si toho vědomi všichni výrobci, prodejci a lidé pohybující se v potravinářském a gastronomickém průmyslu. Každá potravina vyskytující se v regálech obchodů musí spotřebitele zaujmout a jedním z parametrů podmiňující zájem spotřebitele je

vzhled a barva produktu. Mnoho lidí se nechá zlákat dobře vypadajícím obalem a jiní zase vyhledávají produkty s chuť povzbuzující barvou. Například jahodové jogurty bývají dobarvovány pigmentem vyskytujícím se přirozeně v červené řepě. Tento počín u spotřebitele vyvolá domněnku, že daný jogurt obsahuje opravdu jahody a podmiňuje jej k další koupi. Takových produktů máme v obchodech nespočet.

V papírenském a polygrafickém průmyslu vznikají všudypřítomné reklamy. Jsou na plakátech, dopravních prostředcích nebo obalech potravin. Jejich cílem je zaujmout spotřebitele a vhodná barevná kompozice je zde nezbytná. Lidé pracující v tomto odvětví vhodně kombinují barvy tak, aby výsledek vzbuzoval v lidech dobrý pocit a rádi se znovu dívali na danou reklamu.

V textilním odvětví se taktéž setkáváme s pestrou paletou barev. Dříve se barviva pro barvení látek získávala ze snadno dostupných, běžných rostlin. Byly používány i barviva živočišného původu, avšak převážně se jednalo o pigmenty rostlinného původu. V současné době je většina těchto původních barviv nahrazena syntetickými barvivy. Jsou snadno dostupné, nevymývají se a jejich stálost se nemění s teplotou, pH nebo vlivem světla.

Ve farmaceutickém odvětví se taktéž setkáváme s barvivy. Při každém výrobním procesu v tomto odvětví je nezbytné odlišit podobné léky pocházející od různých výrobců. Dále by léčivé medikamenty měly mít pro oko „příjemnou“ barvu, aby pacienta neodrazovaly. Použití syntetických barviv k úpravě vzhledu léčiv je levnější a jsou více stabilnější. Syntetika však může mít nežádoucí vliv na alergie, ADHD nebo také při intoleranci na nějakou látku. Aplikace přírodních barviv je v mnoha případech šetrnější k našemu zdraví a v některých případech mají i pozitivní účinky. Například barvivo lykopen má antioxidační účinky, má pozitivní vliv na srdce a cévy a je velmi významný pro sítnici lidského oka. Lykopen je použit například v kosmetickém přípravku Photoderm od značky Bioderma. Nevýhoda přírodních barviv skýtá v nestabilitě a taktéž mohou měnit chuť a vůni farmaceutického výrobku.

Například lék Ibalgin je známý svou výraznou, nezaměnitelnou, růžovou barvou, které se dosahuje pomocí syntetického barviva erytrosin. Medikament proti nadýmání—Espumisan osahuje barvivo označované oranžová žluť.

Barviva, které jsou pro nás dostupná a využitelná v mnoha zmíněných odvětvích, dělíme na syntetická a přírodní. Syntetická barviva jsou ty, která získáváme uměle, a pochází z ropných produktů. Po ekonomické stránce jsou jednoznačně levnější. Využití těchto barviv sebou nese i mnoho negativních dopadů, z nich pro nás nejrizikovější se týká našeho zdraví. Přírodní barviva pocházejí z přírodních látek, které jsou pro nás zejména dobře dostupné. Jejich využití není rizikové. Barviva, která vykazují nežádoucí účinky nejsou povoleny pro výrobu běžně dostupných produktů. Rozsah využitelných barviv určují bezpečnostní normy, v našem případě směrnice Evropské unie.

Cílem této práce je zaměřením se na dostupná přírodní barviva a jejich následná aplikace na textilní materiály. Barviva jsou voleny tak, aby se dosáhlo barevné rozmanitosti a odlišnosti u výsledných odstínů. Dalším kritériem pro výběr přírodnin je snadná dostupnost v našich podmínkách. V praktické části jsou tedy použity plody jahodníku, kurkuma, slupky cibule kuchyňské, plody ostružiníku maliníku, červená řepa, kontryhel obecný, ořešák královský a plody ostružiníku. Textilie jsou zvoleny tak, aby se navzájem lišily strukturou a vlastnostmi. V praktické části jsou jako materiály použity: bavlna, hedvábí a viskóza. V závěrečném zhodnocení se bude přihlížet na výsledný barevný efekt daného barviva vzhledem ke všem třem zmíněným materiálům a následně bude zhodnocen celkový výsledek průzkumu vycházející z praktické části této práce.

1 Historie

Barviva se v lidské historii vyskytují již odedávna. První zmínky sahají do doby kamenné, kdy jeskynní lidé využívali různě zabarvenou hlínu, saze a rozmačkané lesní plody. Veškeré využití těchto látek můžeme jen odhadovat, mohly sloužit například k rituálním účelům, avšak to nemůžeme nijak potvrdit ani vyvrátit. Z této doby se nám dochovaly jeskynní malby, například Lascaux ve Francii a Altamira ve Španělsku.

První zmínka o využívání barviv k barvení látek je spjata s kulturou Číny a Egyptu. V Číně, přibližně okolo roku 2600 př. n. l. se začal používat k barvení tkanin indigovník pravý (*Indigofera tinctoria*). Následně zde začali využívat k barvení i rýt barvířský (*Reseda luteola*), kterým dosáhli žluté barvy, krušinu olšovou (*Frangula alnus*) k získání zeleného odstínu a mimo rostlin i směs popelu a tuku k barvení na černo.

Zhruba ze stejného období pochází nálezy barevných tkanin, nalezené v egyptských hrobkách, které dokládají, že i zde bylo barvení látek na vysoké úrovni (Barvířské rostliny, 2004).

Na rozdíl od Číny, se v Egyptě používaly k barvení nejen rostliny, ale i minerály. Červené barvy a odstínů hnědé až šedé docílili díky hematitu. Žluté, hnědé, šedé až černé pomocí arsenu. Dále se využíval také žlutý a červený okr. Vysokou úroveň barvířských zkušeností (v Egyptě) dokládá ve svém spisu *Naturalis Historia* i římský filozof Gaius Plinius Secundus, který se zmiňuje o využívání mořidel pro barvení tkanin. Mořidlo je látka, která se přidává do procesu barvení za účelem zvýraznění odstínu barvy a také, aby se barva nevymývala. V té době byl jako mořidlo nejčastěji používán vinný kámen.

Později se v Řecku začal používat i živočišný zdroj barviva, a to královský purpur. Purpur byl získáván z mořských plžů – ostranky purpurové (*Hexaplex trunculus*) a ostranky jaderské (*Bolinus brandaris*). Získání dostatečného množství barviva na obarvení látky bylo velmi nákladné a tím i méně dostupné pro obyčejný lid. Takto obarvené tkaniny nosili jen velmi mocní a bohatí lidé.

Na konci 4. století vydal císař Theodosius dekret zakazující pod trestem smrti používat jistý druh purpuru pro všechny s výjimkou císařské rodiny, z čehož můžeme usuzovat vzácnost takto zabarvených tkanin (Bidlová, 2005).

Z roku 700 n. l. jsou dochovány spisy z Číny, ve kterých je podrobně popsána batika.

Později, ve 12. - 13. století, se začal používat černý bez (*Sambucus nigra*), svízel přítula (*Galium aparine*) a truskavec ptačí (*Polygonum aviculare*). Všechny tyto rostliny rostou volně na našem území i v současné době.

V českých zemích se lidé, zabývající se barvířským řemeslem, dělili na tzv. černobarvíře a krasobarvíře. Černobarvíři barvili textilie na tmavé, nevýrazné odstíny. To znamená na černo, na modro a na hnědo. Krasobarvíři barvili látky na žluto, červeno a zeleno. Některé zdroje přírodních barviv se nacházely i u nás. Mořena barvířská (*Rubia tinctorum*) se pěstovala v okolí Prahy a Brna již v 17. století. Ve středověku se v Čechách a na Slovensku pěstoval boryt barvířský (*Isatis tinctoria*) a šafrán (*Crocus*). Na zpracování lněných výrobků se podíleli běliči, barvíři pláten a mandlíři. Běliči bílili plátna pomocí vody a slunce. Lněná plátna rozprostřeli na zemi a kropili je vodou. Zbytek závisel na slunci. Celý tento proces se

může zdát jednoduchý, avšak byl velmi pracný a zdlouhavý. Bělení plátna trvalo přibližně 12. týdnů. Tento způsob bílení byl velice kvalitní, protože nebyla nijak narušená vlákna, avšak vzhledem k časové náročnosti a vyšší poptávce byl tento původní způsob vytlačen. Poté se plátno naškrobilo namočením ve škrobové kaši a putovalo k mandlířům. Mandlíři protahovali naškrobené plátno mezi dvěma válci, aby získalo lesk a hladkost.

Roku 1562 si pražští běličci založili cech, a to nejen pro Prahu, ale pro celé České království (Barvířské rostliny, 2004).

Během 17. století začaly v Nizozemí, Francii a Německu vznikat velké manufaktury, které se zabývaly nejen výrobou barev, ale i jejich distribucí a prodejem.

Na začátku dalšího století se přírodovědci sir Humphry Davy a pruský chemik Klaproth začali více zajímat o složení a vlastnosti barviv.

V první polovině 20. století, se vznikem mnoha malých výrobců barev, byla znatelná nejednotnost velkého množství odstínů a s tím i spojené pojmenování daných barev, což se nelíbilo Wilhelmu Ostwaldovi. Z toho důvodu vytvořil systém, který ve své základní verzi obsahoval 680 normativních vzorků a následně usiloval o zavedení systému k běžnému užívání. Zřídil pracoviště nauky o barvách v Drážďanech a cílem tohoto pracoviště byl vývoj, výzkum a výuka o barvách (Historické pigmenty a barviva, 2006).

2 Rozdělení přírodních barviv

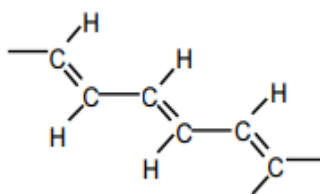
Přírodní barviva lze rozdělit dle mnoha kritérií. Podle vlastností, barvy, chemické struktury, dle původu nebo mnoha dalších společných náležitostí. Některé barviva jsou rozpustné v polárních rozpouštědlech a jiné v nepolárních. Mohou být lipofilní, lipofóbní, hydrofilní nebo hydrofobní. Některé barviva jsou stálá a jiná mění své zbarvení vlivem teploty, světla, pH nebo oxidu siřičitého. Mnohé společné vlastnosti jednotlivých barviv tvoří společně charakteristickou skupinu, jejíž zástupci bývají strukturně odvozeny od jedné výchozí látky. Jedná se většinou o nějaké deriváty. Tato kapitola je zaměřena na deriváty, které mají podobnou strukturu a v mnoha případech i vlastnosti z ní vycházející.

2.1 Karotenoidy

Karotenoidy jsou žluté a oranžové lipofilní pigmenty, vyskytující se ve všech fotosyntetizujících rostlinách, v mikroorganismech a jsou také součástí těl živočichů. V rostlinných pletivech jsou sdružovány se zeleným chlorofylovým barvivem v chromoplastech (resp. chloroplastech) (Velíšek, 2002).

Jedná se o barviva charakterizována řetězcem lineárních nenasycených konjugovaných uhlovodíků. Tento konjugovaný systém dvojných vazeb v molekule karotenoidů ovlivňuje jejich absorpční vlastnosti a tím zapříčiňuje jejich barevnost. Tento konjugovaný systém způsobuje, že karotenoidy absorbují zelenou a modrou část viditelného spektra, červené a žluté barvy se odráží na nás. Z toho důvodu vidíme jejich zbarvení ve žluto-červených odstínech.

V molekule se vyskytují zejména v konfiguraci „*all-trans*“. To znamená, že každá dvojná vazba v molekule je v konfiguraci *trans*. Molekuly karotenoidů jsou v základu tvořeny nenasyceným řetězcem o 22 atomech s methylovým větvením. Na obou koncích tohoto řetězce se vyskytuje devítičlenná jednotka, která je buď cyklického, nebo alicyklického charakteru. Celkově molekuly karotenoidů obsahují 40 uhlíkových atomů (Chemické listy, 2013).



Obrázek č. 1: Konjugované vazby. Převzato z: https://fcht.upce.cz/sites/default/files/public/papa0159/ktol-polyenovab1_78768.pdf

Strukturně se jedná o nejjednodušší barviva. Jsou nestálé a působením světla velmi snadno blednou. Z tohoto důvodu je jejich využití k barvení textilií nevhodné. Nejsou rozpustné ve vodě, avšak jsou dobře rozpustné v nepolárních rozpouštědlech. V současné době víme přibližně o 700 karotenoidech, které jsou přítomny v přírodě. Z tohoto množství pigmentů jich umí lidské tělo využít pouze 6 a to β -karoten, α -karoten, lutein, lykopen, kryptoxanthin a zeaxanthin. Přibližně 50 sloučenin karotenoidů projevuje aktivitu vitamínu A. Tyto molekuly se nazývají provitaminy A nebo také prekurzory vitamínu A a řadí se mezi retinoidy (Chemické listy, 2013).

Rostliny jsou schopny syntetizovat karotenoidy a živočichové ne. Živočichové získávají rostlinné pigmenty v potravě a následně je přeměňují na látky odlišné struktury anebo je skladují, jako takové. Podobně je na tom i lidský organismus, který taktéž není schopen biosyntézy karotenoidů. Z toho důvodu je nezbytné přijímat je v potravě, zejména v ovoci a zelenině, popř. v doplňcích stravy (Chemické listy, 2013).

Pro lidský organismus jsou karotenoidy významné kvůli svým antioxidačním schopnostem. Bojují s volnými radikály a podporují imunitní systém. Trávicí trakt lidského těla není schopen dostatečně vstřebat karotenoidy ze syrové zeleniny. Tomu lze napomoci třeba tím, že před požitím zeleninu tepelně zpracujeme. Požití většího množství karotenoidů než je doporučená denní dávka může způsobit oranžové zbarvení kůže, především v oblasti dlaní a chodidel. Takový stav je dočasný, zdraví neškodný a vymizí po snížení denní dávky.

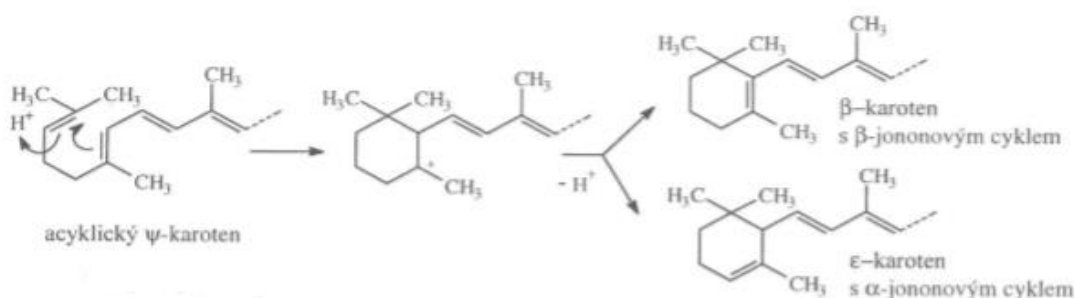
Karotenoidy rozdělujeme na dvě základní skupiny: uhlovodíky – karoteny a kyslíkaté sloučeniny odvozené od karotenů – xantofyly.

2.1.1 Karoteny

Název této skupiny je odvozen od mrkve obecné (*Daucus carota*), z jejíhož kořene byly poprvé roku 1981 izolovány. Karoteny jsou acyklické a alicyklické uhlovodíky. Nejjednodušším zástupcem je acyklický polyenasycený uhlovodík lykopen.

„Další karoteny vznikají enzymově katalyzovanou cyklizací z acyklických Ψ -karotenů, kdy se tvoří β - nebo α -jononové struktury (obrázek č. 2). Struktura s β -jononovým cyklem se nazývá β -karoten, struktura s α -jononovým cyklem je ϵ -karoten. Cyklizaci na obou koncích molekuly vznikají struktury přítomné například v β -karotenu nebo v α -karotenu“ (Velíšek, 2002).

Karoteny obsahující β -jononový cyklus řadíme mezi retinoidy, Retinoidy jsou karotenoidy, které jsou prekurzory retinolu. Je jich přibližně 50 a nejznámějšími zástupci jsou α -karoten, β -karoten a γ -karoten.

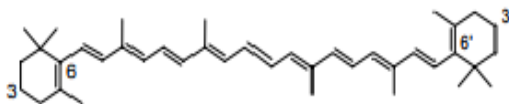


Obrázek č. 2: Vznik alicyklických karotenů (Velíšek, 2002)

Ve formě provitaminů jsou nezbytnou součástí naší stravy. Nejvýznamnější zástupci karotenů jsou β -karoten a lykopen.

Betakaroten

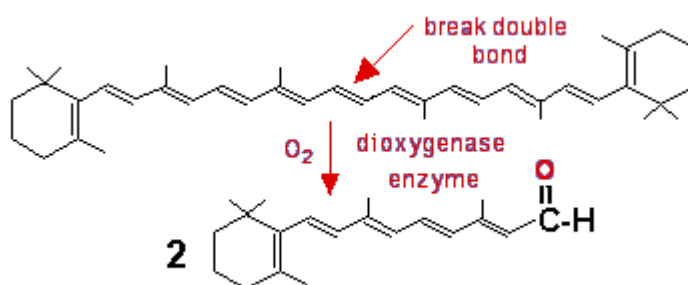
Betakaroten je jeden z nejznámějších a nejvýznamnějších karotenoidů. Strukturně se jedná o sloučeninu s dvěma β -jononovými cykly. Systematicky se tedy nazývá β,β -karoten. Můžeme jej nalézt v mnohém ovoci a zelenině. Do lidského povědomí se dostal především



Obrázek č. 3: Betakaroten. Převzato z:

http://uchpl.vscht.cz/files/uzel/0006943/c3IMcg3zO9yp4Kjg7BF6dIl_GJDtc7gxxDtSIUwh4OiMw71B_i5HZgHIA_xDghzDPP0ONzp7AAA.pdf?redirected

v souvislosti s mrkví, kde se projevuje pro β -karoten typický výrazný oranžový pigment. V mrkví je obsah β -karotenu většinou přibližně $60\text{--}120\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, avšak v některých odrůdách může být přítomno až $300\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$. Můžeme jej najít i v listové zelenině, kde tvoří 10-20 % přítomných karotenoidů, avšak zde je jeho přítomnost zastíněna zeleným chlorofylovým barvivem. Ve velkém množství se nachází i v paprikách, špenátu, batátech ale i například v meruňkách. Má velký význam pro lidský organismus. Řadí se mezi prekurzory retinolu, tzv. retinoidy. Z této skupiny retinoidů je β -karoten nejvýznamnější, protože z jedné molekuly β -karotenu vzniknou 2 molekuly retinolu (Obr. č. 4). Tento proces probíhá v játrech. V případě nadměrného příjmu β -karotenu, je část převedena na retinol a zbytek se ukládá v zásobách tuku v těle. Z tohoto důvodu se může nadměrná konzumace β -karotenu projevit navenek oranžovo-žlutým zbarvením kůže. Má potencionální antineoplastické (protinádorové) a chemopreventivní účinky. Zvyšuje aktivitu imunitního systému tím, že stimuluje uvolňování lymfocytů a monocytů a zároveň chrání lidskou kůži před vysokou intenzitou slunečního záření a UV záření. Je silný antioxidant a ve farmaceutickém průmyslu se používá k výrobě opalovacích přípravků. Podporuje regeneraci a obnovu kožních epitelů. Pro naše tělo je β -karoten lépe využitelný z již tepelně upravené zeleniny (Pubchem, 2004) (Sunghwan, 2016).



Obrázek č. 4: Vznik dvou molekul retinolu z jedné molekuly β -karotenu. Převzato z: https://chem.libretexts.org/Core/Biological_Chemistry/Vitamins%2C_Cofactors_and_Coenzymes/Vitamin_A

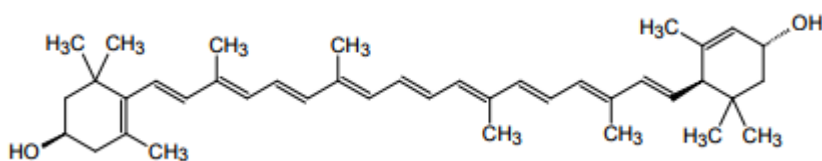
a nečistotami přítomnými v ovzduší. Podporuje správnou funkci imunitního systému a snižuje riziko vzniku rakoviny děložního hrdla.

Není pochyb, že je tento pigment pro lidský organismus nepostradatelný. Důležitý je pro nás příjem. Lutein můžeme přijímat z rostlin ve dvou formách. V podobě volného luteinu nebo ve formě esteru luteinu s mastnými kyselinami. Volný lutein je obsažen ve velkém množství v listové zelenině, kapustě, špenátu a brokolici. V těchto druzích zeleniny je přítomnost karotenoidů zastíněna zeleným chlorofylovým barvivem a z toho důvodu se navenek neprojevují barvami typickými pro konkrétní karotenoidy.

Ve formě esteru můžeme lutein přijímat například v mangu, pomerančích nebo také v červených a zelených paprikách.

Krom ovoce a zeleniny můžeme nalézt velké množství luteinu v aksamitníku vzpřímeném (*Tagetes erecta*), který je u nás známý také pod názvem „afrikán“ a pěstujeme jej na záhoncích jako okrasnou rostlinu. Pro komerční účely se aksamitník pěstuje v Mexiku, Ekvádoru a Španělsku, kde se květy této rostliny usuší, rozemelou a získá se tak nepolární extrakt oleoresin, který se dále zpracovává (Šivel, 2013).

Dále se vyskytuje například v měsíčku lékařském (*Calendula officinalis*). Lutein můžeme nalézt i v živočišných produktech, konkrétně ve vaječném žloutku nebo depotním tuku drůbeže. Používá se v potravinářském průmyslu a na potravinových etiketách nese označení E161b.



Obrázek č. 6: Strukturální vzorec luteinu (Velíšek, 2002)

2.1.3 Apokarotenoidy

Malá, avšak velmi významná skupina karotenoidů. Jedná se o sloučeniny obsahující v molekule méně než 40 atomů uhlíku. Někdy tato skupina bývá označována též jako degradované karotenoidy (Velíšek, 2009).

Nejvýznamnějším zástupcem této skupiny je vitamin A₁. Dále do této skupiny spadá například apokarotenoid bixin a krocetin. Bixin je pigment oranžové barvy. Nachází se ve vnější části semen orelániku barvířského (*Bixa orellana*), který roste ve Střední a Jižní Americe. Krocetin je žluto-oranžové barvivo, které se nachází v blizně šafránu setého (*Crocus sativus*). Šafrán má charakteristickou vůni a barvu a pro svou malou dostupnost je velmi drahý. Krocetin se v šafránu vyskytuje ve formě di-β-genciobiosylkrocetinu, který je ve vodě rozpustný a nazývá se krocín.

2.1.4 Výskyt

Karotenoidy jsou významnými a nejrozšířenějšími barvivy vyskytující se ve všech fotosyntetizujících rostlinách. Nachází se v rostlinných pletivech – v chromoplastech (resp.

chloroplastech), kde jsou sdružovány se zeleným chlorofylovým barvivem. U některých rostlin společná přítomnost karotenoidů a chlorofylu potlačuje barevnost rostliny a s úbytkem zeleného barviva chlorofylu dojde k dodatečnému zbarvení rostlin ve škále žlutých odstínů. Typickým příkladem mohou být zeleně zbarvené listy stromů na jaře, kdy barevnost karotenoidů je potlačena chlorofylem a s příchodem podzimu a postupným rozkladem chlorofylu vynikne žlutý pigment způsobený karotenoidy. Nutno podotknout, že s rozkladem chlorofylu dochází i k rozkladu karotenoidů, avšak i tak, jich zůstává v listech dřevnatých rostlin dostatek.

Oranžové až červené zbarvení listů dřevnatých rostlin je způsobeno různými kombinacemi karotenoidů s antokyany (Co rozhoduje o barvě podzimních listů?, 2013).

Karotenoidy jsou obsaženy i ovoci a zelenině. V jednom druhu ovoce se většinou nevyskytuje jen jeden druh karotenoidu, ale je jich tam obsaženo více. Například v meruňkách se vyskytuje převážně β -karoten a pak v menším množství lykopen, fytofluen, fytoen, ζ -karoten, γ -karoten. Xanthofyly se v meruňkách vyskytují ve velmi malém množství. V pomerančích jsou zastoupeny jak karoteny, tak xanthofyly (viz. Tabulka č. 1).

| Karotenoidy | Obsah v mg.kg ⁻¹ | | | | | | |
|--------------------------|-----------------------------|-----------|----------|---------|--------|---------|----------|
| | meruňka | mango | pomeranč | mrkev | špenát | rajče | paprika |
| karoteny | | | | | | | |
| lykopen | 0,1 | | | | | 16-750 | |
| neurosporen | | | | | | 3,0 | |
| ξ -karoten | 0,4 | stopy-0,1 | 0,5 | | | 8,4 | |
| fytofluen | 0,3 | | 1,3 | | | 5,1 | |
| fytoen | 0,6 | | 0,4 | | | 6,0 | |
| β -karoten | 64 | 4,9-27 | 0,1-0,4 | 46-103 | 33-89 | 2,8-5,8 | 51-275 |
| α -karoten | | | 0,1-0,2 | 22-49 | stopy | | |
| γ -karoten | 0,2 | | | 6,3-27 | | 0,4-1,6 | |
| xanthofyly | | | | | | | |
| 5,6-epoxylykopen | | | | | | 5,3 | |
| β -kryptoaxanthin | | | 0,1-7,1 | | | | 36-79 |
| α -kryptoaxanthin | | 0,3-1,1 | | | | | |
| zeaxanthin | | | 0,5 | | | | 40-125 |
| lutein | | | 0,3 | 1,1-5,6 | 42-81 | 0,4-1,3 | |
| antheraxanthin | | | 0,6 | | | | 33-44 |
| violaxanthin | | 0,7-3,0 | 0,7 | | 74 | | 53-98 |
| neoxanthin | | | | | 24 | | 174 |
| mutatochrom | | stopy-0,1 | | | | | |
| mutatoxanthin | | stopy-2,0 | 0,6 | | 5,0 | | 164 |
| luteoxanthin | | 0,8-5,5 | 1,7 | | | | 85 |
| autoxanthin | | 0,1-0,4 | 1,2 | | | | |
| kapsanthin | | | | | | | 523-1207 |
| 5,6-epoxykapsaxanthin | | | | | | | 40-216 |
| kapsorubin | | | | | | | 53-179 |
| kapsolutein | | | | | | | 69-213 |
| kryptoflavin | | | | | | | 109 |
| kryptokapsin | | | | | | | 814 |

Tabulka č. 1: Složení a obsah hlavních karotenoidů ovoce a zeleniny (Velíšek, 2002)

Karotenoidy jsou přítomny i v tělech živočichů. Lutein, zeaxanthin a β -karoten můžeme nalézt v depotním tuku drůbeže, ale i také ve vaječném žloutku. Xanthofyl – astaxanthin je příčinou červeného zbarvení lososovitých ryb a také krevet, krabů

a jiných korýšů. Astaxanthin je silný antioxidant a ochraňuje oční sítnici před vlivem volných radikálů. Kanthaxanthin podmiňuje červené zbarvení některých druhů brouků. Nutno podotknout, že karotenoidy přítomné u živočichů jsou rostlinného původu. Živočichové nejsou schopni syntetizovat karotenoidy. Musí je přijímat v potravě a dále je ukládají nebo přeměňují na látky odlišné struktury (Šivel, 2013).

Rhodoxanthin, oranžovo-žlutý pigment, je obsažen v semenech tisu (*Taxus baccata*), řase chlorella, ale také v peří některých druhů holubů.

Poměrně ve velkém množství se karotenoidy vyskytují i v rostlinných olejích. V palmovém oleji jsou hlavními složkami α - a β -karoten, díky čemu má v surovém stavu světle oranžovou barvu. Za zmínku zajisté stojí i krocín, což je barvivo žluto-oranžové barvy. Jde o cenné a drahé barvivo, které se získává z gardénie jasmínové (*Gardenia jasminoides*) a z červených pestíků šafránu (*Crocus sativus*).

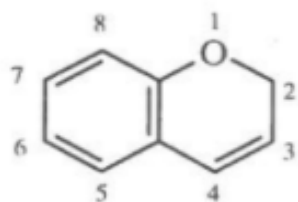
2.1.5 Využití

Karotenoidní pigmenty se ve formě sušených rostlin nebo extraktů využívají především v potravinářském průmyslu k barvení potravin. Pomocí nich se barví margaríny, jogurty, těstoviny, sýry a nespočet dalších produktů. Přítomnost karotenů v potravinách můžeme vyčíst z etikety uvedené na balených výrobcích, pod označením E160a. V hospodářském průmyslu se karotenoidy přidávají do krmiva dojníc a drůbeže, aby se docílilo žádoucí pigmentace mléčných výrobků, vajec a masa. Ve farmaceutickém průmyslu jsou významné pro své antioxidantní účinky. Využívají se v prevenci degenerativních procesů a jako antikarcinogenní látky. Betakaroten je součástí opalovacích preparátů zejména kvůli svému regenerativnímu efektu na pokožku. Astaxanthin i betakaroten chrání oční sítnici před působením volných radikálů. V oční sítnici se hromadí pigmenty zeaxanthin a lutein, které zároveň zpomalují její degenerativní procesy. Ve farmacii se uplatňuje zejména lutein, betakaroten, lykopen, zeaxanthin a astaxanthin (Barviva a jejich vliv na lidský organizmus, 2012).

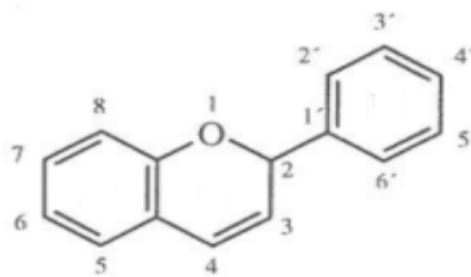
2.2 Flavonoidy

Flavonoidy jsou rostlinné pigmenty přítomné v ovoci, květenstvích rostlin, listech, ale i v semenech. V rostlinách plní mnoho funkcí. Chrání je před UV zářením. Jsou velmi přínosné nejen pro rostliny, ale i pro lidský organismus. Zejména antioxidantními vlastnostmi. To znamená, že ochraňují lidský organismus před oxidačními reakcemi, které mohou způsobovat poškození bílkovin, DNA, aj. Svým působením tedy pomáhají předcházet chronickým onemocněním. Lidské tělo si flavonoidy neumí syntetizovat a z toho důvodu je nebytné přijímat je v potravě (Velíšek, 2002).

Flavonoidy tvoří rozsáhlou skupinu rostlinných fenolů obsahujících ve své molekule dva benzenové kruhy spojené tříuhlíkovým řetězcem. Jde tedy o uspořádání C₆-C₃-C₆. Na rozdíl od jiných fenolových pigmentů se liší svými vlastnostmi a z toho důvodu bývají uváděny jako samostatná skupina. Řetězec C₃ bývá u většiny zástupců této skupiny součástí heterocyklického (pyranového) kruhu. Základní struktura je odvozena od kyslíkaté heterocyklické sloučeniny 2H-chromenu (Obr. 7) na který je do polohy 2 substituovaná fenylová skupina. Vzniklá molekula se nazývá flavan (Obr. 8).



Obrázek č. 7: 2H-chromen
(Velíšek, 2002)



Obrázek č. 8: Flavan (Velíšek, 2002)

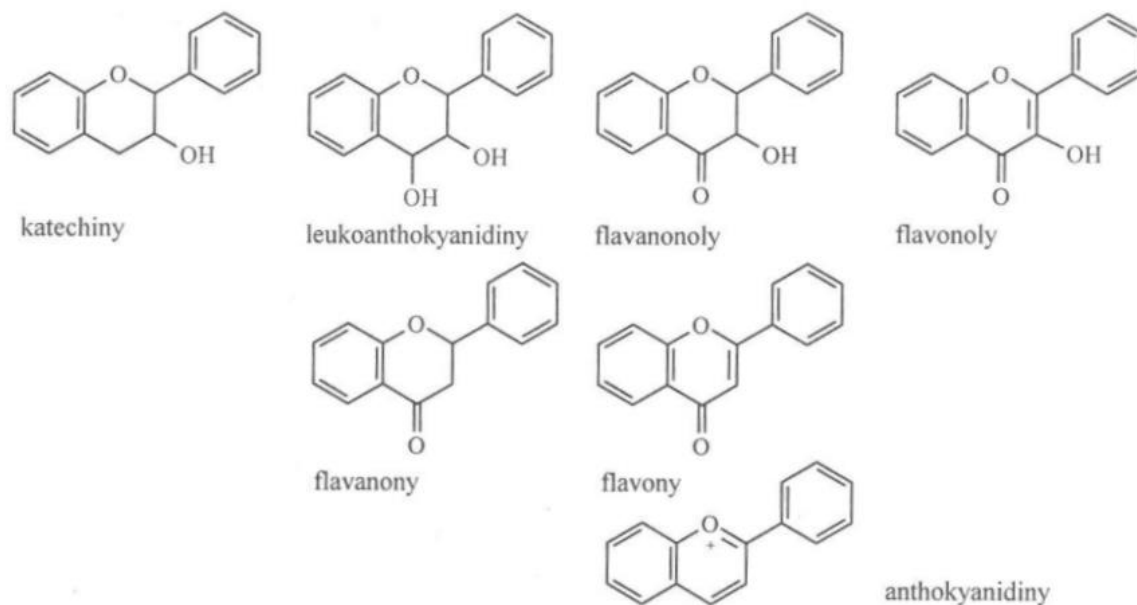
Většinou jsou všechny tři kruhy substituovány hydroxy- nebo methoxy- skupinami a vzniklé deriváty se od sebe liší pouze stupněm substituce a oxidace. Mohou se vyskytovat jako volné látky nebo jako glykosidy.

Základní struktury flavonoidů rozeznáváme podle stupně oxidace C₃ řetězce, a to na následující podskupiny:

- katechiny
- leukoanthokyanidiny
- flavanony
- flavanonoly
- flavony
- flavanoly
- anthokyanidiny

Do skupiny flavonoidů, zařazujeme i chalkony, dihydrochalkony a aurony. Mají podobnou strukturu, avšak na rozdíl od výše zmíněných podskupin se liší alifatickým C₃ řetězcem, který tvoří část furanového cyklu (Velíšek, 2009).

Struktury výše zmíněných skupin jsou znázorněny na následujícím obrázku (Obr. č. 9).



Obrázek č. 9: Struktury základních flavonoidů (Velíšek, 2002)

Jako přírodní barviva jsou významní pouze někteří zástupci této skupiny, další jsou významné díky své chuti nebo mají významné biologické účinky. Flavonoidy jsou chuťově hořké a trpké. Někteří zástupci z podskupiny flavanonů způsobují nahořklou chuť typickou pro grapefruity.

Původně se barevné flavonoidy dělily na dvě skupiny. Anthokyaniny a anthoxanthiny. Anthokyaniny byly červené až modré a anthoxanthiny žluté. Pojmenování těchto skupin vycházelo z řeckých slov. Květ–neboli anthos, modrý–kyaneos a žlutý–xanthos. Nejvýznamnější využívaná barviva z flavonoidů jsou žlutě zbarvené flavanony a flavanonoly a dále také anthokyaniny.

V současné době je známo více než 4000 flavonoidních látek a stále se nacházejí nové sloučeniny, které spadají svou strukturou a vlastnostmi do této skupiny (Velíšek, 2002).

2.2.1 Anthokyaniny

Anthokyaniny bývají někdy nazývané též jako anthokyaniny. Tvoří nejrozsáhlejší skupinu rostlinných barviv. Jsou rozpustné ve vodě. V přírodě dostupných zdrojích bylo zatím identifikováno přes 300 anthokyaninů. Můžeme je nalézt v ovoci, zelenině, květinách a mnoho dalších rostlinách. U rostlin způsobují převážně oranžovou, červenou, fialovou až modrou barvu. Strukturou se jedná o glykosidy různých aglykonů, které se nazývají anthokyanidiny (viz. Obr. č. 9). Jejich základ je odvozen od flavyliového (2-fenylbenzopyryliového) kationu (Velíšek, 2002).

V přírodě se vyskytuje 15 různých anthokyanidinů. Glykosidy anthokyanidinů jsou hlavními pigmenty ve všech rostlinách. V tělech rostlin je můžeme najít v buněčných

vakuolách, kde jsou stabilizovány interakcemi ion-ion s organickými molekulami. A to kyselinou malonovou, citronovou nebo jablečnou. Anthokyanidiny jsou obsaženy ve vinné révě, švestkách, malinách, jahodách, jablkách, červeném zelí, olivách, rybízu, borůvkách, ale také v odrůdách brambor s červenou slupkou. V jedné rostlině se většinou vyskytuje větší množství anthokyanů a společně s nimi můžeme v rostlinách nalézt i jiná barviva, například karotenoidy a chlorofyly. Množství těchto pigmentů u jednotlivých rostlin ovlivňuje výslednou barvu (Velíšek, 2002).

Zajímavé jsou pigmenty vyskytující se ve víně. U mladého červeného vína, které se získává z bobulí vinné révy, můžeme nalézt pigmenty vyskytující se také v dané odrůdě vinné révy. Tyto pigmenty jsou nositeli typické červené barvy. U starších vín během zrání dochází ke změnám barvy. Původní počet anthokyanů se snižuje a díky tomu vznikají tmavší, stabilnější červené pigmenty. Pigmenty vzniklé zráním vína jsou méně citlivé na změny pH nebo na odbarvení oxidem siřičitým. Z toho tedy vyplývá, že uzralá vína jsou tmavší (Velíšek, 2002).

Důležitou vlastností anthokyanů je barva a stabilita. Obě tyto vlastnosti jsou závislé na pH prostředí, teplotě, přítomnosti kyslíku, působení záření, přítomnosti některých enzymů, ale také na struktuře molekuly.

Při různých hodnotách pH můžeme zaznamenat pět různých struktur aglykolů, mezi kterými je ustanovena rovnováha. U hodnoty pH 0–1 se jedná o flavyliové soli červeného zbarvení. S rostoucím pH se posunuje rovnováha na stranu bezbarvé karbinolové pseudobáze. V důsledku toho dochází ke slábnutí červeného zbarvení a při hodnotě pH 4,0–4,5 k úplnému odbarvení. Se zvyšující se hodnotou pH dochází k purpurově červenému zbarvení. Při pH 7,5–8,0 jde o modré zbarvení a s dalším růstem hodnoty pH dochází ke snížení intenzity modrého zbarvení a k postupnému přechodu na žluté zbarvení (Velíšek, 2009).

Struktura molekuly má také vliv na výsledné zbarvení. U anthokyanidinů obsahujících větší množství hydroxylových skupin zaznamenáváme modré odstíny. U derivátů s methoxyskupinami se jedná převážně o červené odstíny. Deriváty obsahující více hydroxylových skupin jsou málo stabilní. U molekul s rostoucím počtem methoxylových skupin se stabilita zvyšuje. Přítomnost acylových skupin v molekule anthokyanů zapříčiňuje jejich vyšší stabilitu. Jedná se o tzv. intramolekulární kopigmentaci. Při reakci s vodou ve slabě kyselém nebo neutrálním prostředí přednostně vzniká chinoidní báze modrého zbarvení. Dané pigmenty jsou mnohem méně citlivé na změny pH. Jejich barevnost přetrvává ve slabě kyselém a neutrálním prostředí.

Například pigment kyanidin se v zásaditém prostředí vyznačuje modrým zbarvením a kyselém prostředí červeným zbarvením. V červené formě se vyskytuje v třešních a brusinkách a zapříčiňuje typické modré zbarvení květů chrpy polní (*Centaurea cyanus*).

Jedním z dalších faktorů, který může ovlivnit barevnost anthokyanů je teplota. Při vyšších teplotách jsou anthokyaniny více stabilní. Vznikají stabilnější oligomerní pigmenty,

jejichž množství roste s rostoucí teplotou. Jedná se o významné nositele barvy zejména u červeného vína a ovocných šťáv.

Přítomnost vzdušného kyslíku oxiduje anthokyany na bezbarvé nebo hnědě zbarvené produkty.

Stabilita anthokyanů klesá taktéž působením ultrafialového, viditelného nebo ionizujícího záření. Rozklad látky probíhá především prostřednictvím fotooxidace (Velíšek, 2002).

Ve farmaceutickém odvětví jsou hojně využívány kvůli svým pozitivním vlastnostem na lidský organismus. Mohou předcházet vzniku oxidačního stresu. Jsou protizánětlivé, chemoprotektivní, analgetické a přispívají regeneraci oční sítnice (Barviva a jejich vliv na lidský organizmus, 2012).

Přítomnost anthokyanů v potravinách nese označení E163 na etiketě.

2.2.2 Ostatní flavonoidy

Ostatní podskupiny flavonoidů tvoří většinou žlutá až tmavě žlutá barviva. Jde o flavanony, flavanonoly, flavony, flavonoly, chalkony, aurony a isoflavony. Ve většině případů se tyto látky nevyužívají jako potravinářská barviva. Flavony a flavonoly jsou přirozené pigmenty potravin. Některé sloučeniny z těchto skupin označujeme jako bioflavonoidy. To znamená, že se jedná o látky s významnými biologickými účinky.

Flavanony

Flavanony jsou bezbarvé až světle žluté málo významná barviva. Jejich zastoupení v potravinách je velmi malé. Ve vyšších koncentracích je můžeme najít jen v citrusových plodech. Za zmínku stojí například hesperetin, naringenin, naringin a likviritin. Hesperetin můžeme najít v plodech citronů a pomerančů, jako součást jejich glykosidů. Glykosid naringin je součástí grapefruitů, ale můžeme ho nalézt taktéž ve šťávě pomerančů. Likviritin je obsažen v lékořici (*Glycyrrhiza glabra*). Naringenin je hlavní složkou glykosidů v plodech grapefruitů.

Flavanonoly

Flavanonoly nevytváří nikterak významnou skupinu, protože nejsou přítomny ve vyšších koncentracích v rostlinách. Za zmínku však stojí taxifolin, který můžeme najít v plodech podzemnice olejné (*Arachis hypogaea*).

Flavony

Flavony jsou rozšířené žluté pigmenty rostlin. Významnými zástupci této skupiny jsou apigenin a luteolin. Glykosid diosmin můžeme najít v mátě kadeřavé (*Mentha crispa*).

Vyskytuje se v petrželi zahradní (*Petroselinum crispum*), miříku celeru (*Apium graveolens*), heřmánku pravém (*Matricaria chamomilla*). Žlutý pigment hesperidin se vyskytuje v citrusech. Luteolin je žlutý pigment, který se využívá k barvení vlny a vyskytuje se například v listech rýtu barvířského (*Reseda luteola*) (Barevné a chuťové látky v přírodě a potravinách, 2016). V listech jinanu dvoulaločného (*Ginkgo biloba*) se vyskytuje amentoflavon a biflavonoidy. Biflavonoidy jsou samostatná skupina přibližně 60 pigmentů odvozených od flavonů a většinou jde o dimery apigeninu.

Flavonoly

Flavonoly jsou žlutá barviva. Některé flavonoly se ve formě glykosidů vyskytují v rostlinách společně s anthokyany. A to například kempferol, kvercetin a myricetin. Kvercetin je ve velkém množství přítomný ve slupkách červených odrůd cibulí, v kůře dubu a chmelu. Má oranžovohnědou barvu. Kempferol a myricetin se vyskytují v plodech rybízu. Flavonol morin je v listech morušovníku bílého (*Morus alba*). Mimo jiné můžeme flavonoly najít například v borůvkách, bavlníku, černém bezu, jablkách i černém rybízu. Flavonoly jsou přítomny ve formě glykosidů i v čajích, a to ve větším množství než v ovoci. U čajových nálevů zapříčiňují trpkou chuť. Jedním z neznámějších a často vyskytujícím se flavonolem rostlin je rutin (Velíšek, 2002).

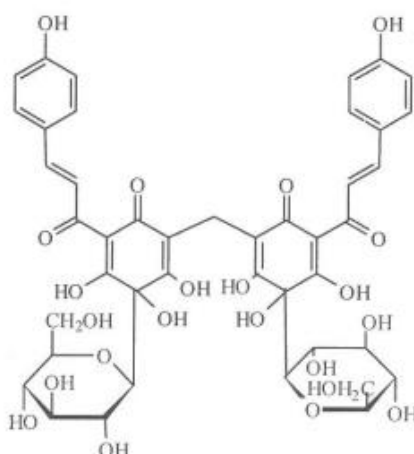
Rutin

Rutin je jedním z nejběžněji se vyskytujícím flavonolovým glykosidem u rostlin. Má žlutou barvu a je špatně rozpustný ve vodě. Najdeme jej například v pohance, hortenziích, tabáku. Dříve býval nazýván jako vitamin P. Pro lidský organismus je významný nejen svými antioxidační účinky, ale hlavně kvůli svému vlivu na pružnost a permeabilitu krevních kapilár. Má antialergické, protizánětlivé a antikarcinogenní vlastnosti. Konzumací potravin s dostatečným obsahem rutinu lze částečně předcházet koronárním onemocněním srdce, rakovině a zánětlivým onemocněním střev (PubChem, 2005).

Pro své účinky bývá používán ve vitamínových doplncích a v mnoha dalších produktech ve farmaceutickém průmyslu. Společně s bioflavonoidy podporuje zvýšení obsahu kyseliny askorbové v některých živočišných orgánech. Tyto přirozeně vyskytující se zdroje kyseliny askorbové mají větší účinnost než syntetický vitamin C. V takovém případě mluvíme například o růži šípkové (*Rosa canina*) (PubChem, 2005).

Chalkony

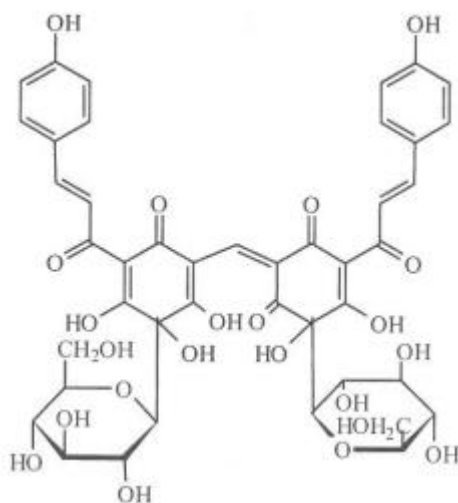
Chalkony jsou významné především jako barviva květů rostlin, ale i semen luštěnin a dřevní hmoty stromů. V čerstvých květech můžeme najít žluté barvivo prekarthamin, který je prekurzorem karthaminu. Struktura prekarthaminu je zobrazena na obrázku č. 10. Karthamin je jedním z významnějších zástupců této podskupiny. Prekarthamin se v důsledku izolace barviv oxiduje na karthamin. Za přítomnosti kyselého prostředí karthamin může měnit své prostorové uspořádání a prostřednictvím izomerace přechází na žlutý isokarthamin.



Obrázek č. 10: Prekarthamin (Velíšek, 2002)

Karthamin

Karthamin bývá v některé literatuře označován také jako karthemon. Jedná se o barvivo žluté až červené barvy nerozpustné ve vodě. Působením světla se stává nestálý. Jako barvivo se karthamin využívá již odedávna. Získává se z květů světlíce barvířské (*Carthamus tinctorius*). Používá se k výrobě malířských barev a kosmetiky. Dále k barvení rýže, cukrovinek, vlny a hedvábí (Barevné a chuťové látky v přírodě a potravinách, 2016).



Obrázek č. 11: Karthamin (Velíšek, 2002)

Aurony

Aurony jsou důležitými pigmenty rostlin. Pro potravinářský průmysl jsou však nevýznamné. Například pigment sulfuretin můžeme najít v květech jiřinek. Pigment aureusidin se vyskytuje v květech hledíku většího (*Antirrhinum majus*).

Isoflavony

Isoflavony můžeme najít především v rostlinách čeledi bobovitých (*Fabaceae*). Nachází se v sójových bobech a ve výrobcích z nich vyrobených. Z hlediska potravinářského průmyslu se však jedná spíše o nevýznamnou skupinu.

Isoflavony spadají do skupiny fytoestrogenů. To jsou složky potravin, které vykazují nežádoucí účinky na lidské tělo. Především toxické a estrogení účinky.

2.2.3 Výskyt

Flavonoidy můžeme najít jako součást mnoha rostlin a potravin všude okolo nás. Jsou početně zastoupeny v červených odrůdách vinné révy, ale i v jablkách, černém rybízu, černém bezu, arónii černoplodé, hruškách nebo i odrůdách brambor s červenou slupkou. V rostlinách se většinou nevyskytují samostatně. Bývají obsaženy společně s karotenoidy, chlorofylem, ale i mnoha jinými pigmenty. Výsledné zbarvení závisí na zastoupení jednotlivých barviv.

Černé olivy, červená cibule, červené zelí, červené fazole obsahují anthokyanová barviva. Isoflavony jsou obsaženy zejména v luštěninách, ale také v oříchách a obilovinách. Flavanony můžeme najít ve vyšších koncentracích v citrusových plodech. Isoflavony a chalkony najdeme v sójových bobech, avšak isoflavony patří mezi fytoestrogeny. Fytoestrogeny jsou toxické a estrogení.

Různé flavonoidy se vyskytují v jinanu dvoulaločném (*Ginkgo biloba*). Tento strom je v čínské kultuře považován za posvátný, a to zejména kvůli svým blahodárným účinkům na lidské zdraví. Používá se při léčbě Alzheimerovy choroby. Příznivé účinky na lidské zdraví jsou přisuzovány zrovna flavonoidům přítomným v jinanu (Velíšek, 2002).

2.2.4 Využití

Flavonoidy mají rozsáhlé využití ve zdravotním a farmaceutickém průmyslu. Zejména kvůli svým antioxidačním vlastnostem. Někteří zástupci z této skupiny vykazují antikarcinogenní, protizánětlivé a antialergické účinky. V potravinářském průmyslu se k barvení využívají jen některé flavonoidy. Se záměrem využití anthokyanů k barvení potravin byla zkoumána jejich toxicita a mutagenita. Ani jedna z těchto vlastností u nich nebyla prokázána a z toho důvodu je využití anthokyanů jakožto potravinářského barviva u nás zcela běžné (Velíšek, 2009). Anthokyaniny jsou součástí mnoha preparátů ve farmaceutickém odvětví.

Některé flavonoidy se používají i v textilním průmyslu k barvení textilií. V takovém případě mluvíme třeba o karthaminu, který se vyskytuje ve žlutých květech světlíce barvířské (*Carthamus tinctorius*).

2.3 Fenoly a chinony

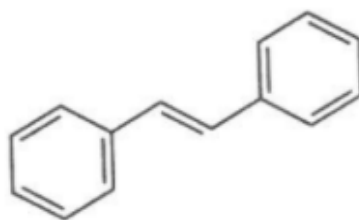
Fenoly jsou látky, které v rostlině plní mnoho funkcí. Zejména stavební, obrannou, signální. Chrání rostlinu před škůdci, infekcemi, nízkými teplotami a slunečním zářením. Pomáhají rostlině vydávat signály, aby mohlo dojít k opylení. Mimo tyto základní vlastnosti vynikají rostlinné fenoly také svou vůní a chutí. Například gingerol, zingeron a shogaol jsou příčinou výrazné pálivé chuti zázvoru (*Zingiber officinale* Rosc.) (Barevné a chuťové látky v přírodě a potravinách, 2016).

Fenoly uvádíme ve společné kapitole s chinony, protože mnoho rostlinných fenolů je odvozeno od základní struktury chinonu. Fenoly a chinony sestávají z těchto podskupin:

- Stilbeny
- Kurkuminoidy
- Chinony
- Benzochinony
- Terfenylchinony
- Pulvové kyseliny
- Naftochinony
- Anthrachinony
- Emodiny
- Košenila
- Tropony

2.3.1 Stilbeny

Stilbeny jsou přirozená barviva rostlin, které ve své molekule obsahují 2 benzenové kruhy. Tyto benzenové kruhy jsou spolu spojeny pomocí řetězce C₆-C₂-C₆. Většinou se vyskytují volně nebo ve formě glykosidů. Za zmínku stojí alespoň jedna jejich vlastnost a to, že jsou antimikrobní. Nejedná se o nikterak významná barviva.



Obrázek č. 12: Základní struktura stilbenů (Velišek, 2002)

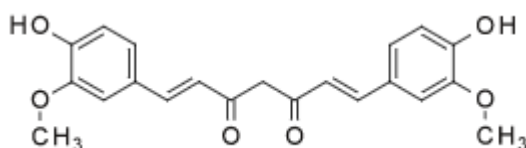
2.3.2 Kurkuminoidy

Kurkuminoidy, jak už z názvu vyplývá, jsou barviva vyskytující se v kurkumě dlouhé (*Curcuma longa*). Jde o výluh žlutooranžové barvy—kurkumin, získávaný z oddenků této tropické rostliny. Kurkuma pochází z Indie, kde má svou hojnou tradici a používá se především v tamní kuchyni. Má typickou lehce pikantní chuť a je součástí curry koření. Mimo gastronomického odvětví se také využívá k barvení textilií. V laboratorním odvětví se využívá k analýze kurkumový papír a mimo jiné i k detekci bóru. Významné jsou

i farmakologické vlastnosti kurkuminu, kdy se využívá jeho inhibičních účinků na metabolické enzymy. Má sytě žlutou barvu.

Kurkuma je rozpustná v alkoholu a tucích a nerozpustná ve vodě. Skládá se z pigmentů kurkuminu, demethoxykurkuminu a bisdemethoxykurkuminu. Pigment kurkumin většinou bývá zastoupen nejhojněji, avšak nemusí to být pravidlem. U některých odrůd kurkumy převládá i jiný pigment (Velíšek, 2002).

Za přítomnosti světla, kyslíku a působením alkalického prostředí se barviva obsažená v kurkumě rozkládají na bezbarvé látky. Za normálních podmínek jsou stabilní.



Obrázek č. 13: Kurkumin. Převzato z: <https://en.wikipedia.org/wiki/Curcumin>

Pro lidský organismus má kurkumin významné biologické účinky. Je protizánětlivý, antioxidační, protirakovinný, antimikrobiální, a studie prokázaly schopnost kurkuminů inhibovat karcinogenezi (PubChem, 2004). Dále podporuje správné trávení a přispívá k hojení ran a akné.

2.3.3 Chinony

Chinony jsou barviva vyskytující se v lišejnících, houbách, řasách a v některých druzích hmyzu. Tvoří obsáhlou skupinu žlutých, červených, hnědých a černých barviv. Strukturně se jedná o látky odvozené od základní struktury chinonu, nebo jeho dimeru, trimeru. Na tuto základní strukturu mohou být navázány hydroxylové skupiny nebo jiné substituenty.

Dříve se hojně využívaly k barvení látek a kůží, avšak v současné době je většina těchto barviv vytlačena syntetickými barvivy. Významným zástupcem je alizarin, který se v evropské přírodě vyskytuje v mořeně barvířské (*Rubia tinctorum*) nebo v mařince vonné (*Galium odoratum*). Za přítomnosti mořidla poskytuje výraznou červenou barvu. Využívá se k barvení textilií nebo jako malířská nátěrová barva.

2.3.4 Benzochinony

Benzochinony jsou přítomny v mnoha mikroorganismech, lišejnících, houbách, některých druzích hmyzu a výjimečně i u vyšších rostlin. Většinou se vyskytují ve formě bezbarvých glykosidů. Z těchto glykosidů prostřednictvím hydrolyzy sacharidasami a oxidací aglykonu mohou vznikat barevné formy chinonů.

V listech brusinky obecné (*Rhodococcus vitis-idaea*), pšenici, rýži, ale i hruškách se vyskytuje benzochinon arbutin. Využívá se jako antiseptická látka a k dezinfekci močových cest (Velíšek, 2002).

2.3.5 Terfenylchinony

Terfenylchinony jsou barviva červené až hnědé barvy vyskytující se v lišejnících a vyšších houbách. Strukturně se jedná o benzo-1,4-chinony, které mají na druhém a pátém uhlíku fenolové skupiny. Elementární terfenylchinon je obsažen například v choroši (*Polyporus*). Dimér terfenylchinonu způsobuje žlutou barvu lišejníků a kloboučky hřibů barví do čokoládově hnědého odstínu.

2.3.6 Pulvové kyseliny

Pulvové kyseliny vznikají enzymovými reakcemi z terfenylchinonů. Jedná se o žluté až červené pigmenty vyskytující se u lišejníků, plísní a vyšších hub (Velíšek, 2002).

2.3.7 Naftochinony

Naftochinony jsou přítomny ve vyšších rostlinách ve formě glykosidů. V listech a plodech ořešáku královského (*Juglans regia*) se vyskytuje červenohnědý pigment juglon. Je rozpustný v alkoholu a benzenu. Juglon způsobuje přetrvávající zbarvení kůže, které můžeme zaznamenat po kontaktu s nedozrálými vlašskými ořechy. Je lehce toxický a používá se při výrobě šamponů a opalovacích krémů. Pro textilní a potravinářský průmysl je podstatný červeno-hnědý pigment alkannin. Tento pigment se dříve používal k barvení cukrovinek a v přírodě se vyskytuje v brutnákovitých rostlinách (*Boraginaceae*).

2.3.8 Gossypol

Gossypol je žlutý pigment, který je svými vlastnostmi příbuzný s naftochinony. Vyskytuje se například v semenech bavlníku (*Gossypium*). Gossypol je toxický a velmi reaktivní. Při dlouhodobém příjmu gossypolu můžeme zaznamenat nechutenství, poškození jater nebo sníženou srážlivost krve zapříčiněnou chronickou intoxikací.

2.3.9 Anthrachinony

Oxidované formy anthranolu a anthrahydrochinonu–anthron a oxanthron jsou ve formě glykosidů prekurzory anthrachinonů. Anthrachinony jsou pigmenty přirozeně se vyskytující v rostlinách. V kořenech mořeny barvířské (*Rubia tinctorium*) je alizarin a purpurin. Purpurin je červený pigment. Alizarin je žlutooranžový pigment, který se využívá v potravinářském i textilním průmyslu. Strukturně se jedná o 2,3-dihydroxyanthrachinon (Velíšek, 2002).

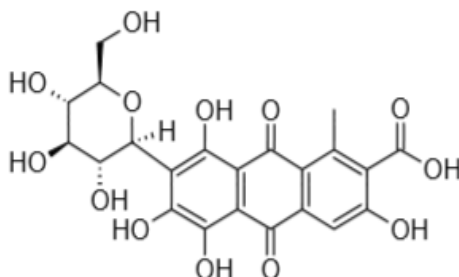
2.3.10 Emodiny

Emodiny jsou skupina polyhydroxyanthrachinonů, které jsou na dvou svých benzenových kruzích substituovány. Na benzenovém cyklu mívají substituovány minimálně 2 hydroxylové a jednu methylovou skupinu. Vyskytují se v lišejnících, houbách i vyšších rostlinách.

Aloin je emodin vyskytující se v rostlinách aloe (*Aloë* sp). Zapříčiňuje dávivé a mutagenní účinky.

2.3.11 Košenila

Košenila jsou barviva, která se od ostatních podskupin chinonů liší. Jedná se totiž o barviva živočišného původu. Košenila se opatřuje z oplodněných samiček červce nopálového (*Dactylopius coccus*). Črvec parazituje na kaktusech v Mexiku, Střední



Obrázek č. 14: Karmínová kyselina (Velíšek, 2002)

Americe a Kanárských ostrovech. Přibližně 22 % sušiny těla červce obsahuje žádané barvivo—karmín. Tato barevná látka je karmínová kyselina. Je ve vodě rozpustná a stálá. Při různých hodnotách pH se mění její barevný odstín. U hodnoty pH=3 jde o oranžovou barvu, u pH=5,5 o červenou a při pH=7 je karmínová kyselina purpurová. Za účelem zvýšení barevné intenzity se využívá ve formě laků. Košenila má široké uplatnění v potravinářském průmyslu (Velíšek, 2002). Na potravinových etiketách nese označení E120. Dále se využívá ve farmaceutickém a kosmetickém průmyslu. V kosmetických přípravcích se používá k docílení požadované barvy. Ve farmaceutickém průmyslu se využívá při výrobě potahovaných pastilek. Karmín má pozitivní i negativní účinky na lidský organismus. Má význam zejména jako inhibitor nádorových buněk kožních epitelů. K nežádoucím účinkům patří zejména rozvoj alergických reakcí a u některých dětí může zapříčiňovat rozvoj ADHD (Barviva a jejich vliv na lidský organismus, 2012).

2.3.12 Výskyt

Fenoly a chinony se vyskytují u vyšších rostlin, lišejníků, plísní a některých druhů hub. Ve většině případů se jedná o pigmenty rostlinného původu až na emodiny a pigment košenila. Emodiny se získávají ze sušiny červce, který přirozeně parazituje na kaktusech v Mexiku. Některé terfenylchinony způsobují hnědé zbarvení kloboučků hub. Derivat oleuropein se vyskytuje u oliv a způsobuje jejich hořkost. Pigment kurkumin se vyskytuje nejen ve stejnojmenném koření, ale například i v zázvoru. Pigment juglon ze skupiny naftochinonů způsobuje, že se nám na podzim zbarvují ruce do hněda při manipulaci s listy a plody ořešáku královského (*Juglans regia*).

2.3.13 Využití

Kurkuminoidy se používají v potravinovém průmyslu k barvení mléčných a pekařských výrobků, ale i k dochucování pokrmů. Některé odrůdy kurkumy v Indii slouží

k tradiční medicíně. Na potravinových etiketách nese pigment kurkumin označení E100. Pro své pozitivní účinky na lidský organismus se využívá ve farmacii.

Chinoidní barviva byly dříve hojně využívána k barvení látek, kůží, jako potravinářská barviva, ale i pro farmaceutické a kosmetické využití. V současné době již tomu tak není, protože jsou z velké části nahrazeny syntetickými barvivy.

Benzochinon arbutin se využívá ve zdravotnictví pro své antiseptické a dezinfekční účinky. Ze skupiny naftochinonů se například červeno-hnědý pigment alkannin využívá k barvení textilií, ale i cukrovinek a jiných potravin.

Z anthrachinonů se žlutooranžový pigment alizarin používá v textilním průmyslu jako mořidlové barvivo. Krom textilního průmyslu se využívá i v potravinářství (Velíšek, 2002).

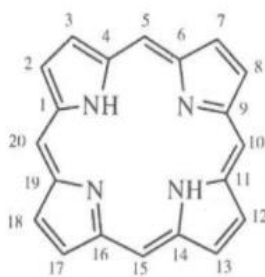
Pigment košenila je ve farmaceutickém odvětví součástí výroby potahovaných pastilek a dále slouží k dobarvování kosmetických výrobků.

2.4 Dusíkatá barviva

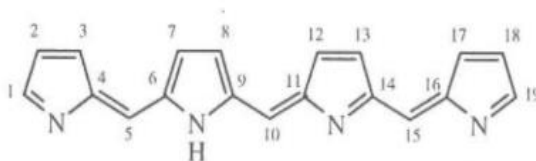
Dusíkatá barviva vytváří jednu velkou a významnou skupinu. Strukturně se jedná o heterocyklické sloučeniny, odvozené od pyrrolu, indolu, isochinolinu nebo pyrimidinu. Podskupiny dusíkatých barviv lze tedy rozdělit podle toho, od které sloučeniny jsou látky strukturně odvozeny. Nejdůležitější a co se týká výskytu, tak nejrozsáhlejší a nejrozšířenější skupinu tvoří tetrapyrroly (Velíšek, 2009).

2.4.1 Tetrapyrroly

Tetrapyrroly jsou skupina velmi významných a nezbytných pigmentů. Strukturně se jedná o spojená 4 pyrrolová jádra tak, že společně tvoří takzvaný porfínový kruh. Tento porfínový kruh může být spojen lineárně nebo pomocí methinových můstků. Podle tohoto spojení se tetrapyrroly dělí na cyklické porfyriny a lineární biliny. Základní struktury těchto dvou podskupin jsou vyobrazeny na obrázcích č. 15 a 16.



Obrázek č. 15: Výchozí struktura cyklických porfyrinů (Velíšek, 2002)



Obrázek č. 16: Výchozí struktura lineárních bilinů (Velíšek, 2002)

Mimo tohoto rozdělení můžeme tetrapyrroly dělit na barviva živočišných tkání nebo rostlinných pletiv. Barviva vyskytující se v živočišných tkáních nazýváme hemová a barviva vyskytující se nejen v rostlinných pletivech, ale i mikroorganismech a řasách nazýváme chlorofylová. Hemová a chlorofylová barviva bývají někdy společně označovány jako oligopyrrolová barviva.

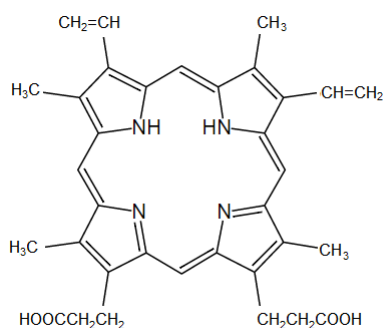
Hemová barviva

Hemová barviva jsou velmi důležitá kvůli svým biologickým funkcím v živých organismech. Jsou nepostradatelné zejména kvůli transportu kyslíku pro všechny savce, ptáky, plazi, ryby, ale i některé druhy hmyzu. V souvislosti s hemovými barvivy mluvíme především o myoglobinu a hemoglobinu. Myoglobin se v živých organismech vyskytuje jako barvivo sarkoplazmatického proteinu, které je součástí svalové tkáně. Má červenou barvu.

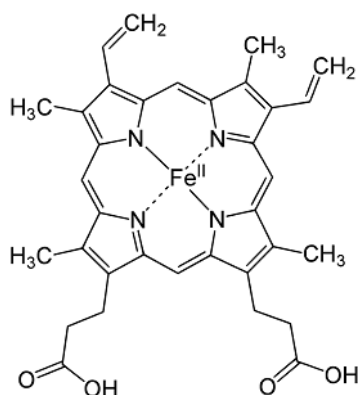
Slouží k dočasnému ukládání kyslíku do tkání. Obsahuje ve své molekule 150 aminokyselin. Hemoglobin má nepostradatelnou funkci jako barvivo erythrocytů. Erythrocyty bývají nazývány taktéž jako červené krvinky. Hlavní funkcí hemoglobinu je transport kyslíku z plic do buněk. Hemoglobin je utvořen ze 4 podjednotek. Dvě podjednotky obsahují 141 aminokyselin a zbývající dvě podjednotky obsahují 146 aminokyselin. Kvůli uskupení těchto 4 podjednotek se můžeme setkat i s označením tetramer. Tyto podjednotky jsou podobné myoglobinu.

Mimo těchto dvou významných a nezbytných bílkovin je nezbytné zmínit i hemerythrin a hemokyanin. Hemerythrin je bílkovina obsahující železnaté ionty sloužící k transportu kyslíku u některých druhů bezobratlých. Například u mořských červů (*Eunice aphroditois*). Hemokyanin je bílkovina obsahující měďnaté ionty sloužící k transportu kyslíku u jiných tříd bezobratlých. Zejména u měkkýšů a členovců (Polypeptides in Nature: Oxygen Transport by the Proteins Myoglobin and Hemoglobin, 2017).

Základní struktura myoglobinu a hemoglobinu se nazývá hem. Hem se skládá z cyklického tetrapyrrolo nazývaného protoporfyrin IX, který navíc obsahuje centrální atom dvojmocného železa. Molekulu protoporfyrinu IX i molekulu hemu obohacenou o dvojmocné železo můžeme vidět na obrázcích č. 17 a 18 (Velíšek, 2002). V tělech živočichů bývá hem vázán na bílkoviny. Oxidací hemu vzniká oranžovočervený bilirubin, který je hlavním barvivem žluči. Ve žluči je přítomen i billiverdin, který je taktéž derivátem hemu a má zelenou barvu.



Obrázek č. 17: Protoporfyrin. Převzato z:
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Protoporphyrin_IX.svg



Obrázek č. 18: Hem. Převzato z:
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/be/Heme_b.svg

Hemoproteiny mají v organismech mnoho funkcí. Hemoglobin slouží k přenášení oxidu uhličitého a kyslíku. Myoglobin můžeme brát jako takovou zásobárnu kyslíku. Jsou

nezbytné při přeměně energie v cytochromech. Při dýchacím řetězci dochází k získávání energie ve formě ATP a hemoproteiny jsou zodpovědné za využití takto získané energie organismem. U rostlin je tento proces obdobný, jen s tím rozdílem, že rostliny získávají energii ve formě ATP z fotosyntézy. Hemoproteiny jsou pro lidský organismus významné i kvůli dodávání železa. Při nedostatku hemoglobinu může dojít k onemocnění zvanému anémie. Anémie je onemocnění, při kterém lidský organismus nemá dostatek zdravých červených krvinek a v důsledku toho nemá lidské tělo dostatečný přísun kyslíku do tkání.

Faktorem ovlivňujícím vlastnosti hemových barviv je teplota. Myoglobin při teplotě 65 °C denaturuje a jeho molekula se rozloží na molekulu hemu a globinu. Při vystavení vyšším teplotám dochází ke změně barvy. S tímto jevem se setkáváme běžně všude okolo nás. Například při tepelném opracování masa je zřejmé, že syrové maso má jinou barvu než po jeho tepelném opracování. U tohoto konkrétního příkladu si taktéž můžeme povšimnout, že každý druh masového produktu pocházející od odlišného druhu zvířete se liší barvou. Kuřecí maso má v syrovém stavu světle růžovou barvu a na rozdíl od toho hovězí maso má tmavě červený odstín. Tuto barevnou diferenci zapříčiňuje obsah hemových barviv. Kuřecí maso obsahuje přibližně 126 mg hemových barviv na kilogram masa. Hovězí maso přibližně 1700-7500 mg na 1 kg (Velíšek, 2002).

Chlorofylová barviva

Chlorofylová barviva se zkráceně nazývají chlorofyly. Jedná se o porfyrinová barviva zelené barvy vyskytující se u vyšších rostlin, mechů i některých druhů bakterií. Bakterie obsahující chlorofyl bývají označovány jako bakteriochlorofyly.

V rostlinách jsou chlorofylová barviva přítomny v rostlinných pletivech a mají důležitou roli. Zachycují paprsky slunečního záření čímž umožňují fotosyntézu. Hlavními zástupci této skupiny jsou chlorofyl a a chlorofyl b. Vzájemně se liší svou chemickou strukturou a zářením, které jsou schopny absorbovat. Základní struktura je tvořena molekulou 17,18-dihydroporfyrinu. Tento cyklický tetrapyrrol je strukturně odvozen od výše zmíněného protoporfyrinu IX (viz. Obr. č. 10). Na rozdíl od molekuly hemu je centrální atom tvořen hořečnatým iontem. Jsou rozpustné v tucích. Barevné zbarvení některých zástupců této skupiny zobrazuje tabulka č. 2 (Velíšek, 2002).

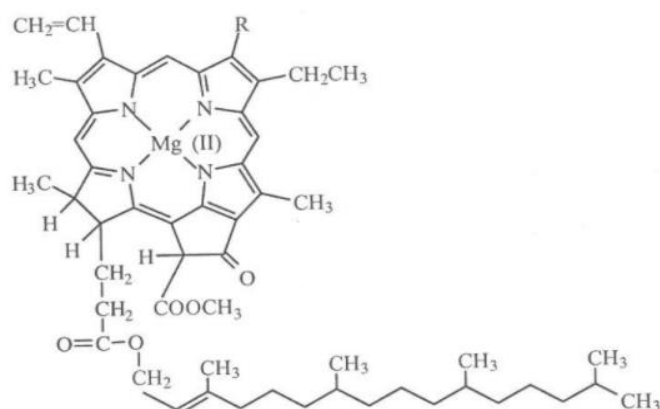
| Pigment | Barva |
|---------------------------------|---------------|
| chlorofyl <i>a</i> | modro-zelená |
| chlorofyl <i>b</i> | zelená |
| chlorofyl <i>c</i> ₁ | žluto-zelená |
| chlorofyl <i>c</i> ₂ | žluto-zelená |
| chlorofyl <i>d</i> | modro-zelená |
| feofytin <i>a</i> a <i>b</i> | olivově-hnědá |
| chlorofylid <i>a</i> a <i>b</i> | zelená |
| feoforbid <i>a</i> a <i>b</i> | olivově-hnědá |

Tabulka č. 2: Barevnost některých chlorofylových barviv (Velišek, 2002)

Chlorofyly se využívají v potravinovém, kosmetickém a farmaceutickém průmyslu. K tomuto účelu se využívají například některé druhy pícnin, kopřiva dvoudomá (*Urtica dioica*) nebo tolíce vojtěška (*Medicago sativa*). Na lidský organismus mají chlorofylová barviva mnoho pozitivních účinků. Slouží jako prevence rakoviny tlustého střeva. Zabraňují vzniku a šíření bakterií, čímž přispívají k hojení zranění. V posledních letech se stávají populární přípravky založené na detoxikačních účincích chlorofylu získaného ze sladkovodních řas. V takovém případě mluvíme o preparátech Chlorella a Spirulina, které zároveň podporují správné trávení organismu (Barviva a jejich vliv na lidský organismus, 2012).

Chlorofyl a, chlorofyl b

Chlorofyl *a* je fotosyntetické barvivo přítomné u většiny rostlin a bakterií. Ve viditelném spektru pohlcuje záření modré, červené a fialové vlnové délky. Chlorofyl *b* pohlcuje záření modré vlnové délky, slouží k doplnění absorpčního spektra chlorofylu *a*. To znamená, že slouží ke zvětšení rozsahu absorpce vlnových délek. V rostlinách se chlorofyl *a* a chlorofyl *b* vyskytují společně. Chlorofyl *a* je zastoupen ve větší míře. V rostlinných materiálech jsou přítomny přibližně v poměru 3:1. Avšak nutno podotknout, že všechny rostliny nemusí obsahovat chlorofyl *b*. Chemická struktura obou chlorofylů je zobrazena na obrázku č. 19. Uhlovodíkový zbytek–R v obrázku je u chlorofylu *a* nahrazen methylovým zbytkem a u chlorofylu *b* aldehydovou skupinou.



Obrázek č. 19: Základní struktura chlorofylu a a chlorofylu b (Velíšek, 2002)

Fykobiliny

Fykobiliny jsou komplexy lineárních tetrapyrrolů s proteiny. V různé literatuře bývají označovány taktéž jako biliny řas. Nazývají se tak, protože se vyskytují u řas rodu Cryptophyta, Cyanophyta a Rhodophyta. Na rozdíl od ostatních barviv jsou jedinečné tím, že se jedná o fluoreskující barviva. Jsou rozpustné ve vodě. Podle barevnosti je můžeme rozdělit na fykoerythriny, fykokyaniny a allofykokyaniny. Fykoerythriny jsou červené barvy. Fykokyaniny a allofykokyaniny jsou význačné modrou barvou.

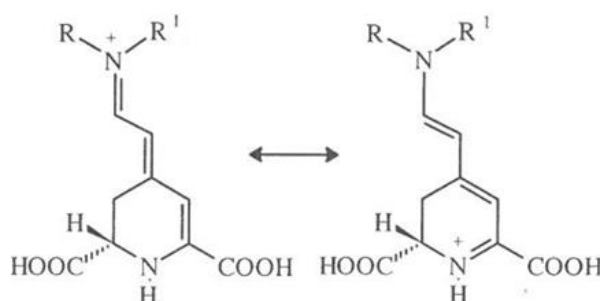
Nejedná se o významnou skupinu. Průmyslově se příliš nevyužívají, avšak předpokládá se jejich využití v oboru kosmetiky, potravinářství nebo farmacie.

2.4.2 Betalainy

Betalainy vytváří skupinu barviv strukturně odvozených od indolu. Barevně jde o červené, oranžové a žluté pigmenty obsahující dusík. Jsou rozpustné ve vodě. V současné době známe přibližně 70 zástupců této skupiny. Název betalainů je odvozen od slovního spojení *Beta vulgaris*, což je latinský název červené řepy. Červená řepa je tedy typickým pigmentem pro tuto skupinu.

Podle barevného zabarvení betalainy dělíme na betakyany a betaxanthiny. Betakyany obsahují pigmenty červené barvy. Betaxanthiny obsahují barviva oranžových až žlutých odstínů.

Všichni zástupci této skupiny strukturně vychází z molekuly dihydropyridinu. Konkrétní sloučeniny se liší navázanými uhlovodíkovými zbytky R^1 a R . Zmíněné substituenty mohou být alifatické nebo vycházejí z dusíkatých heterocyklů (Velíšek, 2002). Zmíněnou elementární strukturu zobrazuje obrázek č. 20.

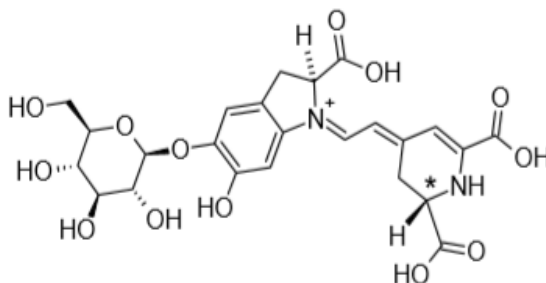


Obrázek č. 20: Základní struktura betalainů (Velíšek, 2002)

Betakyany

V současné době známe přibližně 50 zástupců této skupiny. Všichni se vyskytují převážně ve formě glykosidů. Důležitým členem této skupiny je betanidin. Glukosid odvozený od betanidinu se nazývá betanin. Betanin je pigment vyskytující se v červené řepě (*Beta vulgaris*) a je zodpovědný za její typické červené zbarvení. V souvislosti s pigmenty červené řepy se můžeme setkat i s označením betaninová červeň. Betaninová červeň má široké uplatnění v potravinovém průmyslu. Faktorem ovlivňujícím stabilitu betaninů je pH. Při hodnotě pH 4–5 jsou stabilní. Při hodnotě pH vyšší než 7 dochází k jejich znehodnocení. Krom pH může mít na stabilitu betaninů vliv působení teploty, světla nebo oxidu siřičitého. Působením oxidu siřičitého dochází k jejich odbarvení (Velíšek, 2002).

Přítomnost betaninu v potravinách nese na etiketě výrobku označení E162. Struktura betaninu je vyobrazena na obrázku č. 21.



Obrázek č. 21: Betanin (Velíšek, 2002)

Dalším zástupcem betakyanů je amarantin. Má červenofialovou barvu a vyskytuje se v laskavci (*Amaranthus*). Laskavec je obilnina, která se v poslední době stává populární zejména kvůli vysokému obsahu bílkovin.

Betakyany mají pozitivní vliv na lidský organismus. Jsou antimikrobiální, antivirové, silné oxidanty a mohou inhibovat rakovinu vaječnicků a močového měchýře. Slouží tedy při prevenci nádorových a kardiovaskulárních onemocnění (International Journal of Scientific & Engineering Research, 2014). V přírodě se vyskytují zřídka a nikdy je nenajdeme v rostlině přítomny společně s anthokyany.

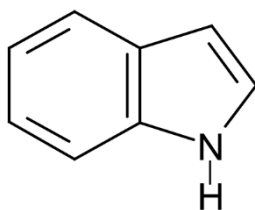
Betaxanthiny

Betaxanthiny nejsou významnou ani obsáhlou skupinou. Projevují se oranžovou a žlutou barvou. Strukturně se jedná o deriváty dihydropyridinu, biogenní aminy anebo produkty reakce betalamové kyseliny s aminokyselinami.

V přírodě je většina žlutých barviv ze skupiny betaxanthinů tvořena pigmentem vulgaxanthinem I. Mluvíme přibližně o 95 %. Zbýlých 5 % zaujímá zejména vulgaxanthin II, betalamová kyselina, muskaurin, miraxanthin I. a jiné.

2.4.3 Indoly

Indoly, jak už název napovídá, jsou pigmenty strukturně odvozené od indolu. Základní struktura indolu je vyobrazena na obrázku č. 22.



Obrázek č. 22: Indol. Převzato z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Indol>

Dle výskytu lze indolová barviva rozdělit na melaniny a indigo. Melaniny jsou pigmenty živočišného původu. Indigo jsou pigmenty převážně rostlinného původu.

Dříve byly tyto barviva hojně využívána, avšak v současné době jsou ve velké míře nahrazeny syntetickými barvivy.

Melaniny

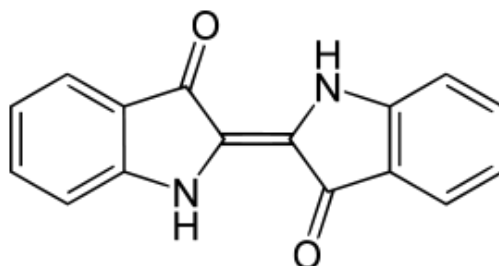
Melaniny jsou pigmenty živočišného původu. V některé literatuře bývají melaniny nazývané jako eumelaniny. Nejsou rozpustné ve vodě. Tvoří pigmenty kůže, vlasů i srsti. Dosahují odstínů hnědé až černé. V lidském organismu mají nepostradatelnou funkci. Chrání lidský organismus před nepříznivými účinky UV záření.

Do skupiny melaninů patří i feomelaniny. Feomelaniny jsou pigmenty světlehnědé, žluté a oranžové barvy. Vyskytují se v srsti savců, lidských vlasech i v peří některých ptáků.

Mimo savců a drůbeže můžeme zástupce ze skupiny melaninů najít i v sépii lékařské (*Sepia officinalis*). Konkrétně v inkoustu tohoto hlavonožce.

Indigo

Indigo je barvivo, které má v lidské historii dlouholetou tradici. Jeho využití za účelem barvení textilií se datuje již od středověku. Má typickou modrou barvu. V rostlinách se přirozeně vyskytuje ve formě prekursoru zvaného indikan. Získává se z rostliny indigovníku pravého (*Indigofera tinctoria*) nebo z borytu barvířského (*Isatis tinctoria*). Příslušnou chemickou reakcí lze z indiga dosáhnout pigmentů indigotinu a indigokarminu. Tyto pigmenty se následně využívají k potravinářskému barvení potravin.



Obrázek č. 23: Indigo. Převzato z: <https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/2548>

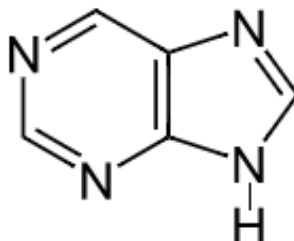
Dalším pigmentem indigoidního charakteru je barvivo získávané z ostranky jaderské (*Murex purpurea*). Mluvíme o pigmentu punycinu. Strukturně jde o dibromindigo. Ostranka je plž vyskytující se ve středozezemním moři. Barvivo získávané z tohoto plže je označováno jako antický purpur a má červenofialovou barvu. Pojmenování „antický“ má svůj význam. Ve starověkém Řecku se látky barvily především snadno dostupnými barvivy. Barvivo z ostranky jaderské bylo špatně dostupné a nebylo možné získat jej ve větším množství. Obyčejní lidé si takto barvené látky nemohli dovolit. Oděv v barvách purpuru byl známkou vysokého společenského postavení.

2.4.4 Isochinoliny

Isochinoliny jsou pigmenty převážně žluté barvy. V této malé skupině stojí za zmínku odvozený pigment berberin. V malém množství jej můžeme najít v kořenech, kůře i listech dřeviny obecné (*Berberis vulgaris*) nebo také ve vlašovičnicku větším (*Chelidonium majus*). Berberin se v některých zemích využívá k barvení potravin, avšak byla u něj prokázána toxicita a z toho důvodu je jeho použití v mnoha zemích zakázáno (Velíšek, 2002). Navzdory těmto negativním vlastnostem má i antibakteriální vlastnosti. Antimikrobiální účinky byly shledány i u isochinolinu sanguinarinu. Alkaloid sanguinarin se získává z oddenku a kořene krvavěnky kanadské (*Sanguinaria canadensis*). Z názvu rostliny vyplývá, že pomocí této rostliny lze dosáhnout krvavě červeného zbarvení, avšak je možné docílit i růžové a oranžové barvy. Krvavěnka se k barvení využívá již po mnoho století (Barevné a chuťové látky v přírodě a potravinách, 2016).

2.4.5 Puriny

Do této skupiny spadají pigmenty strukturně odvozené od purinu. Základní struktura purinu je zobrazena na obrázku č. 24.



Obrázek č. 24: Purin. Převzato z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Purin>

Mezi typické představitele této skupiny patří guanin, xanthin nebo močová kyselina. Všechny tyto zmíněné molekuly jsou za normálních podmínek bezbarvé. V podobě mikrokrytallků však dosahují bílé až stříbřité barvy.

2.4.6 Pteriny

Pteriny jsou pigmenty vyskytující se na křídlech motýlů, u ryb nebo plazů. Nabývají všech odstínů barev na škále od bílé až k červené. Základní struktury všech pigmentů z této skupiny jsou odvozeny od pteridinu.

2.4.7 Isoalloxaziny

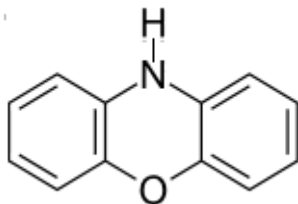
Isoalloxaziny jsou pigmenty žluté barvy. Významný je zejména zástupce riboflavin. Riboflavin je známý také jako vitamin B₂ a pro lidský organismus je nepostradatelný. Isoalloxaziny se uplatňují k barvení v potravinovém průmyslu.

Riboflavin

Riboflavin bývá označován jako vitamin B₂. Barvivo, které se jeho prostřednictvím získává, se nazývá riboflavinová žluť. Je teplotně stabilní a rozpustný ve vodě. Má žlutou až oranžovožlutou barvu a mimo to je fluoreskující. Strukturně se jedná o pteridinový derivát. Tvoří prekurzor koenzymů flavinmononukleotidu a flavinadenindinukleotidu, které jsou součástí metabolismu tuků, sacharidů a bílkovin. Volná žluť se vyskytuje v oční sítnici, v moči a v syrovátce. Vázaná riboflavinová žluť se nachází v játrech, rybím tuku, avokádu, vaječném žloutku nebo v ořích. Pro lidský organismus je nezbytný a je nutné ho přijímat v potravě. V lidském organismu má vliv na stav vlasů, pokožky a nehtů. Podporuje tvorbu červených krvinek, protilátek a správnou funkci štítné žlázy. Bohatým přírodním zdrojem riboflavinu jsou kvasnice. Dále se nachází v mléce, vejcích, sladovém ječmenu, játrech a listové zelenině. Používá se jako potravinářské barvivo a můžeme jej nalézt například v tavených sýrech, ovocných nápojích nebo jako součást mléčných výrobků (PubChem, 2005). Na potravinových etiketách nese riboflavin označení E101.

2.4.8 Fenoxaziny

Fenoxaziny jsou pigmenty žluté až hnědé barvy. Ve formě prekurzorů se vyskytují převážně u lišejníků. Mimo to je můžeme nalézt i bezobratlých živočichů a výjimečně i u obratlovců. Strukturně se jedná o látky odvozené od fenoxazinu. Tato výchozí struktura je vyobrazena na obrázku č. 25.



Obrázek č. 25: Fenoxazin. Převzato z: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Fenoxazina>

Do skupiny fenoxazinů spadají i charakteristická orceinová barviva. Mají červenofialovou až purpurovou barvu a získávají se z lišejníků za přítomnosti amoniaku.

2.4.9 Výskyt

Hemoproteiny se vyskytují v tělech všech živých organismů. V plazích, ptácích, rybách, ale i v rostlinných materiálech.

Chlorofylová barviva můžeme najít ve všech zelených rostlinách. Ve vyšších rostlinách, mechu, v některých druzích bakterií i u sladkovodních řas.

Betalainy jsou pigmenty, které se vyskytují nejvíce v červené řepě.

Indolová barviva můžeme najít jako součást živočichů i rostlin. U živočichů se vyskytují zejména v pokožce, vlasech, srsti nebo jako součást inkoustu některých hlavonožců. Krom toho je můžeme nalézt i u některých rostlin. V tom případě mluvíme o borytu barvířském nebo o indigovníku pravém.

2.4.10 Využití

O využití hemových barviv v některém odvětví průmyslu nelze hovořit. V souvislosti s barvením v potravinářském průmyslu je využití hemových barviv zakázáno. Výjimku mohou tvořit některé potraviny, u kterých je hemoglobin součástí jejich výrobního procesu. Může se jednat například o typická jídla ze zabíjaček. Jitrnice, tlačanky a jiné. Při výrobě těchto produktů se využívá krev z prasete, která je součástí výrobního procesu zmíněných produktů.

Chlorofylová barviva se využívají k barvení v potravinářském průmyslu. Pro své pozitivní účinky na lidský organismus jsou využívány ve farmacii. K těmto účelům slouží například kopřiva dvoudomá (*Urtica dioica*), špenát setý (*Spinacia oleracea*) nebo tolice vojtěška (*Medicago sativa*). V některých asijských zemích se k barvení využívají exkrementy bource morušového (*Bombyx mori*). Pomocí chlorofylu se barví jogurty, těstoviny, cukrovinky a další produkty potravinového průmyslu. Na potravinových etiketách nesou chlorofyly označení E140. Dále se využívají v kosmetickém průmyslu.

Ze skupiny betalainů se hojně využívá betaninová červeň. Má široké uplatnění v potravinovém průmyslu. Slouží k barvení trvanlivých výrobků, mléčných výrobků i nealkoholických nápojů.

Indigoidní barviva mají dlouholetou tradici v textilním odvětví. S jejich pomocí lze dosáhnout modrých a fialovočervených odstínů. Jsou rostlinného i živočišného původu. Některé pigmenty ze skupiny indigoidních barviv se používají jako součást potravin. Například indigotin je na etiketách potravin označen jako E132.

3 Charakteristika textilních materiálů použitých v praktické části

V současné době máme k dispozici rozsáhlou škálu textilií. Z mikroskopického hlediska je každá textilie, oděv, klubko vlny složeno z vláken. Podle původu vláken lze textilní materiály rozdělit na syntetické a přírodní. Syntetická vlákna jsou uměle vytvořená a jedná se například o viskózu, polypropyleny. Přírodní vlákna se dále rozřazují na rostlinná a živočišná. Rostlinná jsou například bavlna, konopí nebo len. Bavlna se získává z bavlníku chlupatého (*Gosypium hirsutum*), len ze lnu setého (*Linum usitatissimum L.*) a konopí z konopí setého (*Cannabis sativa*). Živočišného původu je vlna, kašmír nebo hedvábí. Vlna se zpracovává z ovčí srsti. Hedvábí se získává z kokonu bource morušového. Kašmír se získává z kašmírské kozy. Existuje mnoho dalších materiálů, avšak tyto patří k těm základním. Nepříliš typická živočišná vlákna mohou pocházet z angorské kozy, velblouda dvouhrbého, lamy alpaky nebo angorského králíka. Každá textilie pocházející z různého vlákna je charakteristická svou strukturou a vlastnostmi. Některé textilie jsou příjemné, jemné a jiné tzv. “koušou“ a pro spotřebitele je nepříjemné je nosit. Jiné látky vynikají svými tepelnými, izolačními vlastnostmi a jiné jsou prodyšné. Podle svých význačných vlastností se využívají v různých odvětvích průmyslu. Pevná vlákna se používají například k výrobě lan, ochranných materiálů–rukavic a bezpečnostních vest, nebo k výrobě specializovaných technických materiálů používaných například v letecké nebo lodní dopravě. Nevýhodou těchto vláken je špatná odolnost vůči ohybu. Vlákna s charakteristickou odolností vůči vysokým teplotám jsou důležité v technických oborech a tvoří nezbytnou součást hasičského oděvu.

Pro praktickou část této práce byly vybrány textilní materiály tak, aby pocházely z odlišných zdrojů a lišily se svými vlastnostmi. Jako přírodní materiál rostlinného původu je zvolena bavlna. Ze skupiny přírodních materiálů živočišného původu je vybráno hedvábí a v rámci syntetických textilií je použita viskóza. Následující charakteristiky jsou tedy věnovány těmto materiálům.

3.1 Bavlna

Bavlna je nejrozšířenějším přírodním vláknem. První zmínka o bavlníku pochází ze 4. století př. n. l. z Mexika. Velkého rozmachu a uplatnění bavlny se v Americe



Obrázek č. 26: Bavlník. Převzato z: <https://leporelo.info/bavlnik>

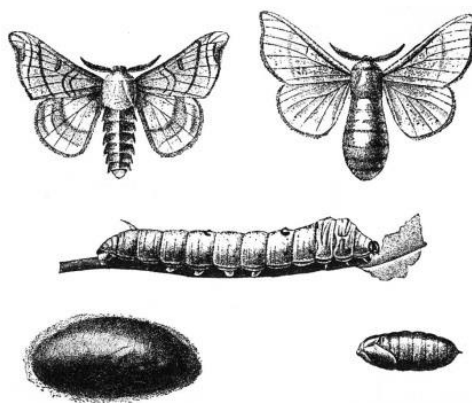
a Evropě dostalo až v 17. století. Bavlna se získává z rostlin bavlníku (*Gossypium*). Známe přibližně 40 druhů bavlníků. Podle odrůdy mají bílé, světle žluté nebo narůžovělé květy. Tyto rostliny na svých stoncích obsahují tobolky. Uvnitř každé tobolky se vyskytuje přibližně 6-7 semen a ke každému semenu je připojeno až 20 tisíc bavlněných vláken. Délka těchto vláken je určujícím faktorem kvality. V určitém okamžiku zrání se bavlněná vlákna již nemohou vměstnat do tobolky, čímž dojde k jejímu prasknutí a bílá vlákna trčí ven z tobolky. V tomto okamžiku je bavlník zralý a připraven ke sklizni. Bavlník potřebuje k růstu vhodné podmínky, a to zejména vyšší teplotu a vzdušnou vlhkost. Dobře se mu daří v zemích Střední Ameriky i Jižní Asie.

Při nevhodných podmínkách dochází k degradaci kvality vlákna. Na to může mít vliv i špatné počasí. Využívá se v klasickém oděvním průmyslu i pro výrobu technických oděvů. Používá se i k výrobě bytových doplňků, ručníků, potahů sedacích souprav a mnoho dalšího. Z chemické struktury se jedná o derivát celulózy (vlákna na bázi celulózy). Bavlněné vlákno obsahuje přibližně z 88-96 % celulózu. Zbytek je tvořen pektiny, bílkovinami, vosky, organickými kyselinami, cukry a minerálními látkami. Bavlník neustále podléhá různému šlechtění. Díky tomu se může vyskytovat jako jednoletá bylina, keř nebo i strom. Šlechtitelé se snaží dosáhnout co největší pevnosti vláken, jemnosti a také žádané barvy. Vlákna bavlny jsou citlivá na vlhkost a vyšší teplotu. V roce 2000 dosáhla celosvětová spotřeba bavlny téměř 20 milionů tun.

Celulóza obsažená v bavlně je jedna z nejčistších a dále může sloužit například k výrobě papírových bankovek nebo cigaretového papíru (Militký, 2002). V oděvním odvětví je bavlněný materiál univerzální. Vyrábí se z něj například košile, bytový textil, ložní prádlo a jiné.

3.2 Hedvábí

Přírodní hedvábí má dlouholetou tradici. První zmínky pochází z 3. století př. n. l. z Číny. Své zásluhy na této tradici má i císařovna Hsi-Ling-Shih, která se zasloužila o rozvoj této komodity, čímž si vysloužila přezdívku „bohyně hedvábí“. Hedvábí je druh vlákna živočišného původu. Živočiškové nezbytní pro vznik této tkaniny jsou z čeledi bourcovitých. Z výměšku snovacích žláz těchto motýlů se prostřednictvím dalších výrobních procesů získává tížené vlákno. Bourec morušový (*Bombyx mori*) nám poskytuje vlákno žlutošedé barvy. Bourec dubový (*Antheraca pernyi*) nám dává hedvábí hnědé barvy. Tito motýli se živí listy morušovníku (*Morus*). Bourec dubový konzumuje i dubové listy a z toho důvodu se hedvábí získané z výměšku tohoto motýla liší svou barvou. Bourec žije ve formě motýla



Obrázek č. 27: Životní etapy bource morušového. Převzato z:
<http://lide.uhk.cz/fhs/student/sejblja1/>

pouhé 3 dny. Během této krátké doby naklade vajíčka a poté uhynie. Z vajíčka se na jaře vyklube housenka. Čerstvě vylíhnutá housenka je velká přibližně 6,5 mm. Přibližně za 28 dní doroste své maximální délky cca 8 cm. V tomto okamžiku přestane jíst a začne se zakuklovat. Při zakuklení si housenka vytváří kokon neboli chrysalis. Při tvorbě kokonu housenka vylučuje 2 vlákna ze sprádacích žláz. Jedná se o fibroin, který tuhne za přítomnosti vzduchu. Tyto dvě fibroinová vlákna bourec spojuje hedvábným kličem, nazývaným sericin. Výroba kokonu trvá 3 dny a uvnitř kokonu housenka přežívá maximálně 20 dní.

Každý jednotlivý kokon obsahuje 3-4 km dlouhé vlákno, které je žádoucí a potřebné pro výrobu hedvábí. Fibroin tvoří přibližně 76 % kokonu. Sericin 22 % a ve zbytku se vyskytují vosky, tuky a minerální soli. Při výrobě hedvábí je potřeba odstranit sericin z fibroinových vláken. Tento proces se nazývá odkližování hedvábí a jedná se o namáčení vláken v teplé mýdlové vodě. Působením kyselin se fibroin rozpouští a přítomnost alkálií způsobuje u vláken ztrátu lesku. Dlouhodobým vystavením vyšším teplotám hedvábí žloutne až hnědne. Při teplotě nad 180 °C dochází k rozkladu fibroinu. Konečné hedvábí je velmi jemné na dotek, lesklé a lehce pružné (Militký, 2002). Vyrábí se z něj šátky, kravaty, šaty, košile nebo speciální nitě na šití. U těchto oděvů je nezbytná speciální údržba, tz. ruční praní, žehlení na nižší teplotu a jiné.

3.3 Viskóza

Viskóza je známá již od roku 1892, kdy ji objevili angličané Cross, Beadle a Bevan. Běžně se však začala používat až na počátku 20. století. Od té doby se udál zřetelný vývoj. Jde o vlákna z regenerované celulózy. Z 80 % se jedná o uměle vytvořená vlákna získaná z přírodních polymerů. Na počátku výroby je bukové nebo smrkové dřevo, ze kterého se mechanickým opracováním získá celulózová drť. Následuje proces zrání celulózy, kdy dochází ke zkrácení původního řetězce. Poté se drť vystaví působení sirovodíku. Tento děj se nazývá xantogenace. Následuje rozpouštění v hydroxidu sodném a naředění vzniklého roztoku. Poté přichází na řadu další zrání a zvláknování. Celý postup je docela zdlouhavý, avšak ve výsledku jsou takto vyrobená vlákna cenově levná a dostupná. Vlastnosti viskózy jsou podobné bavlně a jejím vláknům. Liší se zejména svou menší odolností za přítomnosti zásaditých roztoků. Vzhledem k bavlně jsou tyto vlákna méně pevná a v kontaktu s vodou pevnost tohoto materiálu klesá. V kontaktu s vyššími teplotami se tato syntetická vlákna sráží. U viskózových textilií je patrná špatná stálost materiálu. Po krátkém časovém intervalu se u těchto textilií projeví tzv. žmolkování. Ve tkaninách se často vyskytuje společně s bavlnou nebo vlnou. Viskózové textilie jsou čím dál více populární a jejich produkce roste.

4 Charakteristika jednotlivých látek použitých k barvení v praktické části

Pro barvení textilních vláken v rámci praktické části byly použity látky, které jsou pro nás snadno dostupné. Ve většině jde o přírodní materiály, rostliny nebo potravinářské produkty pocházející z rostlin.

4.1 Cibule kuchyňská (*Allium cepa*)

Cibule kuchyňská je rostlina, která je nedílnou součástí našeho života. Kulinářským výtvarům dodává nezaměnitelnou chuť a tvoří základ mnoha jídel. Cibule se při pěstování částečně vyskytuje v podzemní části a částečně nad hlinou. V nadzemní části se vyskytují listy a zjara květenství. Při loupání svrchních slupek cibule se uvolňují přítomné silice a tím zapříčiňují pláč u přítomných osob.

Cibule je důležitým zdrojem flavonoidů, fenolických látek, fruktooligosacharidů a thiosulfátů. Má pozitivní účinky v boji proti kardiovaskulárním a neurologickým chorobám. Má antioxidační vlastnosti. Přítomnost flavonoidů způsobuje žlutooranžové až



Obrázek č. 28: Cibule kuchyňská. Převzato z:

<http://farmpirate.com/cs/photos/cibule-kuchynska-allium-cepa-stara-ilustrace>

nahnědné odstíny této cibuloviny. Ze skupiny flavonoidů se zde vyskytují glykosidy flavonolů a to zejména kvercetin a kempferol. Zmíněné glykosidy se v cibuli vyskytují v mnohem vyšších koncentracích než v jiných druzích zeleniny. Sloučeniny síry jsou zodpovědné za typické aroma této zeleniny a zároveň mají antimikrobiální vlastnosti. Dále v cibuli můžeme nalézt některé druhy fotochemikálií, které mají probiotické účinky. V tom případě se jedná o inulin, kestózu nebo fruktofuranosylmystózu. Pro lidský organismus má mnoho pozitivních účinků. U červených odrůd cibule jsou za barvu zodpovědní zástupci ze skupiny anthokyanů a betalainů (Liguori, 2017).

4.1.1 Praktická část

Doba sběru: září

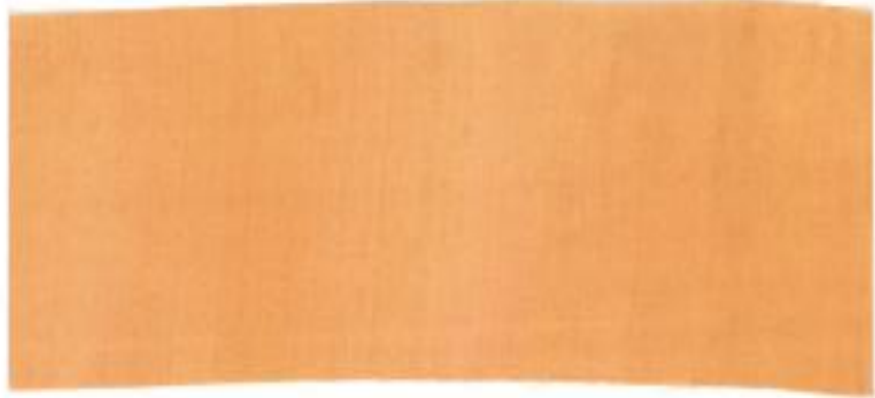
V rámci praktické části jsou k barvení použity cibulové slupky. Pro naše potřeby jsou potřeba slupky ze 4 větších cibulí. Slupky následně zalijeme 250 ml vroucí vody a vaříme přibližně 10 minut. Vzniklý odvar má nahnědlý odstín. Po lepší manipulaci s roztokem jej prolijeme přes jemné sítko. Do uzavíratelné sklenice vložíme 3 druhy zkoumaných textilií, zalijeme vytvořeným roztokem a po zchladnutí sklenici uzavřeme. Textilie ponecháme vystaveny působení barviv přítomných v roztoku po dobu 24 hodin. Následně tkaniny vyjmeme a necháme samovolně uschnout.

4.1.2 Výsledek

Výsledek praktické části, použití slupek cibule kuchyňské k barvení, je zobrazen na obrázku č. 29 a dále fyzicky v příloze uvedené k tomuto dokumentu. Nejvýraznějšího odstínu oranžové barvy bylo dosaženo u vláken přírodního hedvábí (II). V tomto případě jde o sytou oranžovou barvu se zářivými odlesky typickými pro hedvábí. U vláken přírodní bavlny (I) a viskózy (III) jde o podobné zabarvení. Méně výrazný odstín oranžové–pastelové oranžové. U bavlněných vláken je však výsledný odstín lehce narůžovělý. Slupky cibule kuchyňské se osvědčily jako dobré barvivo, poskytující výrazné a zářivé odstíny.



III



II



I

Cibule kuchyňská (*Allium cepa*)

Obrázek č. 29: Vzorky textilií obarvené pomocí slupek kuchyňské cibule

4.2 Červená řepa (*Beta vulgaris*)

Červená řepa je druh kořenové zeleniny. Ke konzumaci slouží její podzemní části. Před konzumací je vhodné řepu tepelně upravit. Obsahuje karotenoidy, betakyany, betaliny, polyfenoly, flavonoidy a foláty. Výrazné krvavě červené zbarvení této zeleniny je zapříčiněno zejména zástupci ze skupiny betakyanů. Konkrétně glykosidem betaninem, jehož struktura je zobrazena na obrázku č. 21. Nadměrná konzumace této kořenové zeleniny může způsobit červeně zbarvenou moč. Má antimikrobiální a antivirové účinky a také částečný vliv v prevenci rakoviny a nádorových buněk. Betaliny a betakyany přítomné v řepě slouží jako potravinářské barvivo a na potravinových etiketách nesou označení E162 (International Journal of Scientific & Engineering Research, 2014).

4.2.1 Praktická část

Doba sběru: září

V rámci praktické části je k barvení použitý jeden kořen červené řepy. Ten nastrouháme na struhadle a následně z něj vymačkáme šťávu. Do uzavíratelné sklenice vložíme 3 druhy zkoumaných textilií, zalijeme vytvořeným roztokem a sklenici uzavřeme. Textilie ponecháme vystaveny působení barviv po dobu 24 hodin. Následně tkaniny vyjmeme a necháme samovolně uschnout.

4.2.2 Výsledek

Výsledek praktické části, použití roztoku červené řepy k barvení, je zobrazen na obrázku č. 30 a dále fyzicky v příloze uvedené k tomuto dokumentu. Červená řepa se přirozeně vyskytuje v sytě, krvavě červeném odstínu. Tento sytý odstín nesl i roztok, ve kterém byly naloženy rozdílné textilie. Výsledná, suchá vlákna dosahují tmavě růžového odstínu. V případě přírodní bavlny (I) a viskózy (III) se jedná o podobný barevný výsledek. U bavlny můžeme zaznamenat trochu větší podíl růžové barvy. Hedvábí dosáhlo světlejšího odstínu růžovo-červené. U všech tří vzorků jsou patrné nahnědlé pruhy. Ty mohou být způsobeny vyšší hustotou aplikovaného roztoku, který obsahoval koloidní částice. Po jejich zaschnutí mohly dané částice zapříčinit tyto hnědé pruhy.



I



II



III

Červená řepa (*Beta vulgaris*)

Obrázek č. 30: Vzorčky textilií obarvené pomocí červené řepy

4.3 Jahodník velkoplodý (*Fragaria annanassa*)

Jahodník je hojně rozšířená, trsovitá rostlina známá zejména svými sladkými plody–jahodami. Jde o neklimakterické ovoce, které po utrnutí nedozrává. Jahody představují důležitý zdroj bioaktivních látek. Především fenolových sloučenin a vitamínu C. Fenolové sloučeniny jsou pro lidský organismus přínosné svými antioxidačními účinky. Z těchto sloučenin se v rostlinách jahodníku vyskytují nejvíce anthokyany. Anthokyany jsou zodpovědné za červenou barvu plodů. Jsou přítomny přibližně v koncentraci 65 mg na 100 g hmotnosti plodů. Jemná kyselost plodů je způsobena kyselinou citrónovou (0,8 mg/100 g). Jahodník je přizpůsobivá rostlina, které se daří v mírném, tropickém i subtropickém podnebném páse. Ke správnému dozrání plodů je nezbytné působení slunečních paprsků. Velkými producenty těchto sladkých plodů jsou Argentina a Brazílie, které poskytují vhodné podmínky pro pěstování (Van De Velde, 2013).

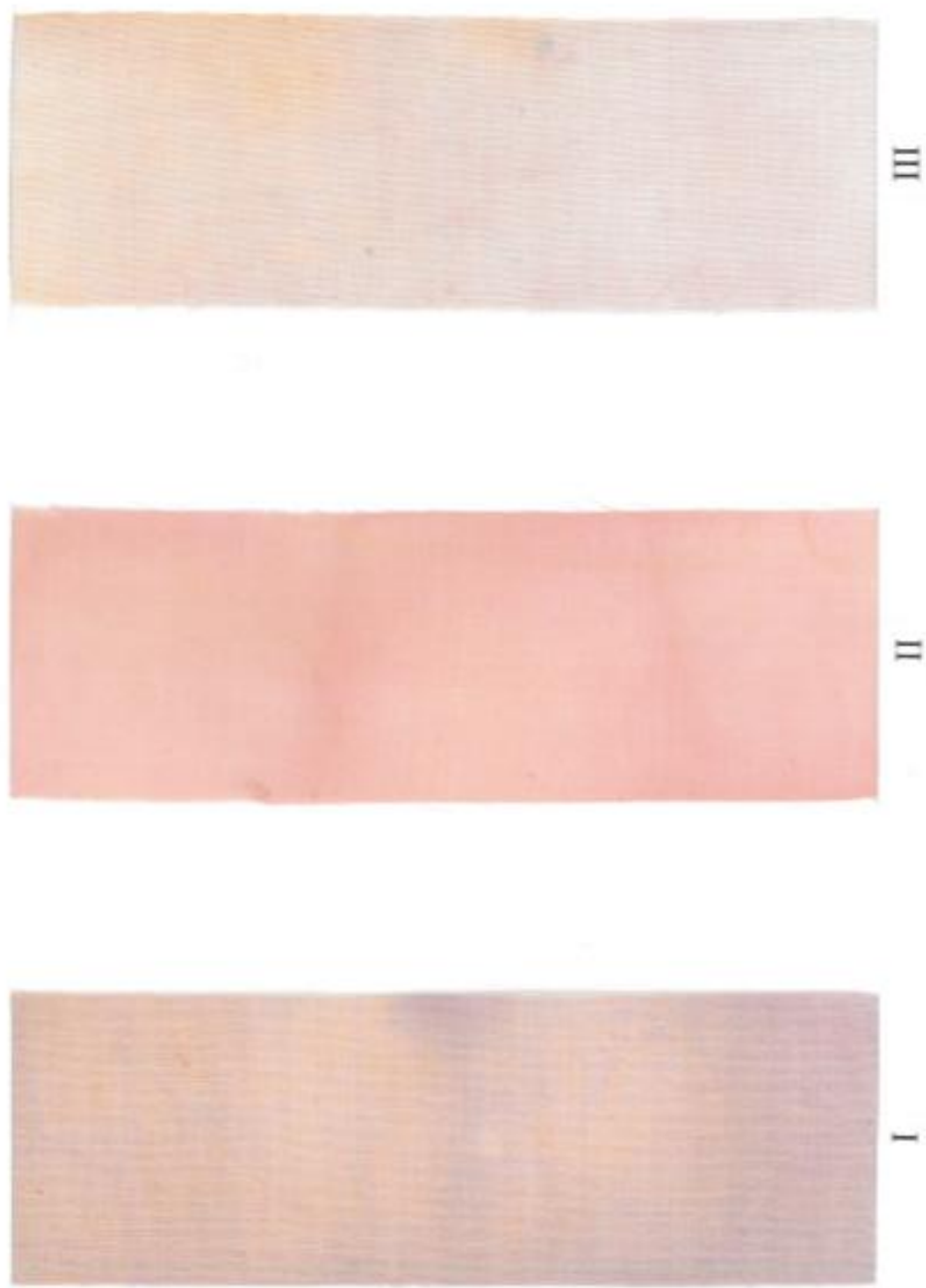
4.3.1 Praktická část

Doba sběru: červenec

K barvení je potřeba hrst plodů jahod (cca 150 g). Plody rozmačkáme a přecedíme přes jemné sítko. Do uzavíratelné sklenice vložíme 3 druhy zkoumaných textilií, zalijeme vytvořeným roztokem a sklenici uzavřeme. Textilie ponecháme vystaveny působení barviv přítomných v roztoku po dobu 24 hodin. Následně tkaniny vyjmeme a necháme samovolně uschnout.

4.3.2 Výsledek

Výsledek použití jahodníku velkoplodého k barvení, je zobrazen na obrázku č. 31 a dále fyzicky v příloze uvedené k tomuto dokumentu. Vlákna přírodní bavlny (I) mají po naložení v roztoku světle fialovou barvu. Na materiálu jsou viditelné barevné rozdíly. Barevnost není rovnoměrná v celé ploše materiálu. V horní části je fialová barva výraznější. Ve spodní části vzorku jsou viditelné světlejší skvrny. Vzorek přírodního hedvábí (II) je růžový, lehce načervenalý. Zdá se barevně stálý po celé délce vzorku. Viskózní vlákna (III) jsou světle růžovo-fialová. Barevně jsou poměrně rovnoměrná po celé ploše, avšak na krajích tkaniny jsou nahnědlá místa. Tyto místa jsou způsobeny tepelnou nestálostí pigmentů a vznikly při manipulaci se vzorkem při žehlení.



Jahodník velkoplodý (*Fragaria annanassa*)

Obrázek č. 31: Vzorky textilií obarvené pomocí plodů jahodníku velkoplodého

4.4 Kontryhel obecný (*Alchemilla vulgaris*)

Kontryhel je bylina rostoucí na loukách a místech s dostatkem vláhy. Tato trvalka má žlutozelené květy. Vyskytuje se v oblasti Evropy, západní Asie a Severní Ameriky. V lidovém nářečí se kontryhelu říká husí nožka. V 16. století se usušený a rozdrcený kořen kontryhelu přidával do vína za účelem léčby vnitřních zranění. Naše babičky používaly tuto bylinu k léčbě lehkých ran, ekzémů a proti průjmům. V současné době se používá na menstruační bolesti, podporuje trávení, je protizánětlivý a napomáhá léčbě ran. Pro kosmetické a dermatologické účinky se sbírají květy. Obsahuje fenolické skupiny– agrimoniin a glykosidy kvercetin, taniny, flavonoidy i chlorofylová barviva, saponiny, salicylovou kyselinu, fytoosteroly. Vysoký obsah tříslovin (taninů) zabraňuje krvácení. Díky tomu se využívá ve zdravotnickém odvětví. Ve formě kloktadla se používá při bolesti v krku nebo na boláky vyskytující se v ústní dutině (Duckstein, 2012) (Lady's Mantle, 2018).



Obrázek č. 32: Kontryhel obecný. Převzato z: https://en.wikipedia.org/wiki/Alchemilla_vulgaris

4.4.1 Praktická část

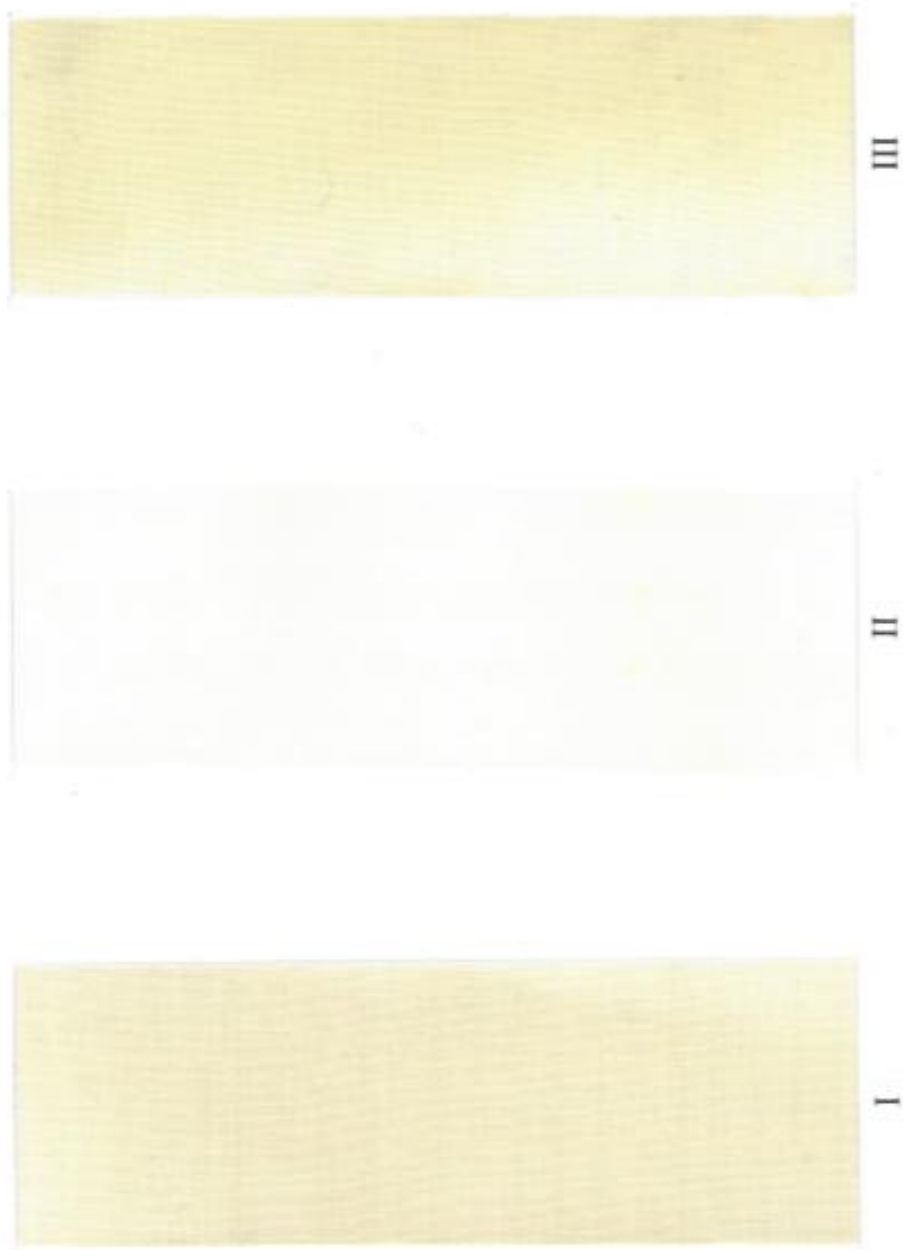
Doba sběru: říjen

V rámci praktické části je k barvení potřeba přibližně 5 trsů kontryhelu. Rostliny zalijeme 250 ml vroucí vody a vaříme přibližně 10 minut. Vzniklý odvar rozmixujeme a přecedíme přes jemné sítko. Roztok nalijeme do uzavíratelné sklenice, ve které máme nachystané tři rozdílné druhy textilií a po zchlazení sklenici uzavřeme. Textilie ponecháme vystaveny působení roztoku po dobu 24 hodin. Následně tkaniny vyjmeme a necháme samovolně uschnout.

4.4.2 Výsledek

Výsledek praktické části, použití kontryhelu obecného k barvení, je zobrazen na obrázku č. 33 a dále fyzicky v příloze uvedené k tomuto dokumentu. Podle předpokladu bylo cílem dosáhnout zelené barvy. Chybou bylo špatné načasování doby sběru vzorku. Působící barvivo v tomto případě je chlorofyl, který se v období podzimu rozkládá na bezbarvé látky. Po aplikaci roztoku, vytvořeného z kontryhelu, na textilie a jejich následném usušení

můžeme pozorovat světlé žlutozelené odstíny. U přírodní bavlny (I) a viskózy (III) je barva trochu výraznější a tmavší. U hedvábí (II) se jedná spíše o krémovou, světle žlutou barvu. V případě sběru kontryhelu v jarních nebo letních měsících by výsledek byl rozdílný a nejspíše bychom dosáhli tížené zelené barvy.



Kontryhel obecný (*Alchemilla vulgaris*)

Obrázek č. 33: Vzorky textilií obarvené pomocí kontryhelu obecného

4.5 Kurkumovník dlouhý (*Curcuma Longa*)

Kurkumovník je tropická bylina spadající svými fyziologickými vlastnostmi do čeledi zázvorovitých rostlin. Oddenek je vzhledově velmi podobný kořenu zázvoru. Chuť a barva je však odlišná. Má sytě žlutou až oranžovou barvu. Obsahuje kurkuminoidy a terpenoidy. Ze skupiny kurkuminoidů stejnojmenný pigment kurkumin. Ze skupiny terpenoidů obsahuje α -turmeron a zingiberon. Pro své význačné účinky na lidský organismus je nezbytnou součástí tradiční indické Ajurvědy. Má silné antioxidační a protizánětlivé účinky. Pozitivně působí na bolest kloubů, revma, při zažívacích problémech, kožních infekcích, a hlavně je u kurkuminu prokázané protirakovinné působení (Štítnický, 2008).



Obrázek č. 34: Kurkumovník dlouhý. Převzato z: <http://adaptogeny.cz/c-38264.aspx>

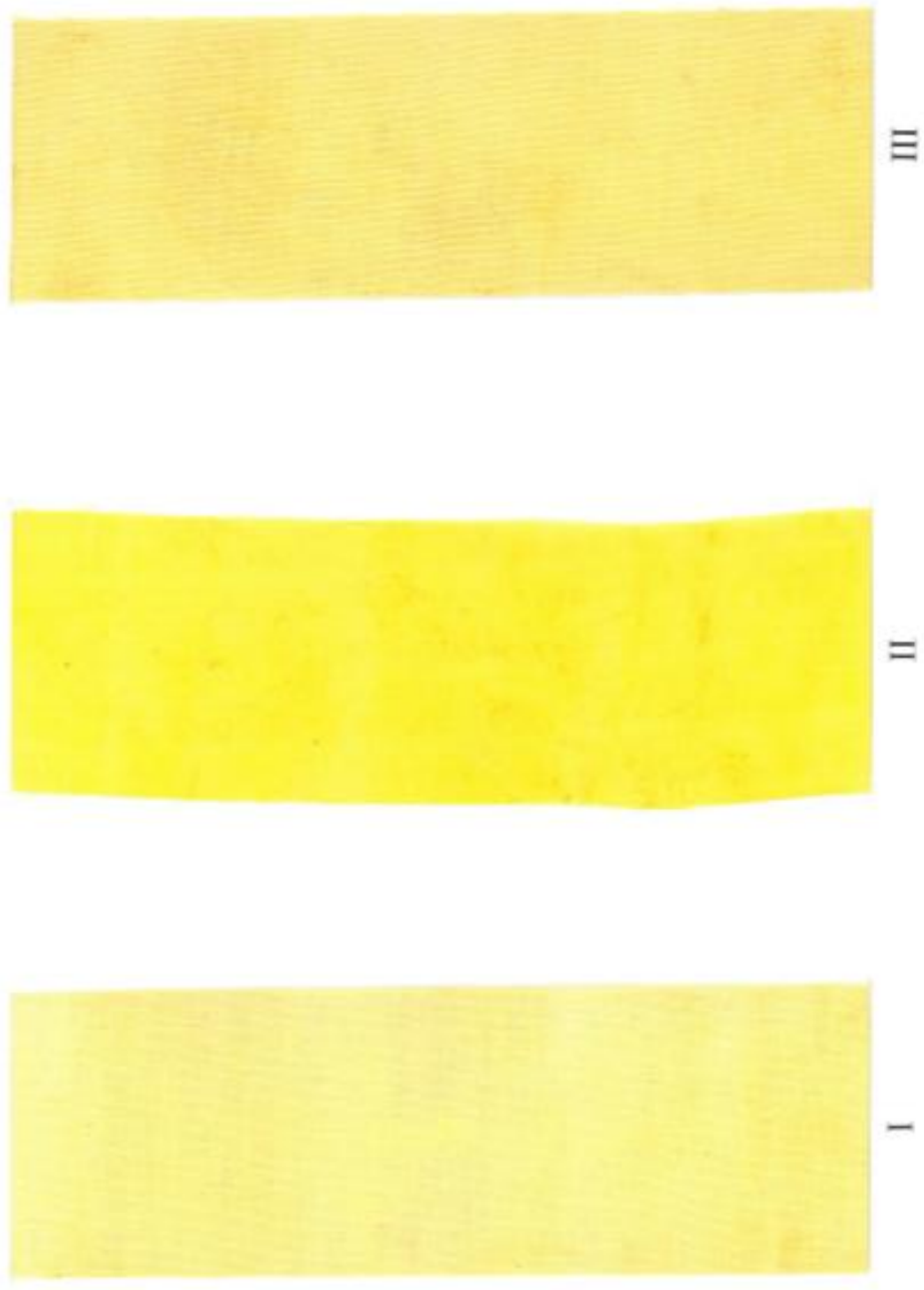
4.5.1 Praktická část

Doba sběru: -

K barvení na žluté odstíny může sloužit oddenek kurkumy dlouhé. Ten je však špatně dostupný, a tak nám postačí jeden balíček koření kurkumy, který obsahuje usušenou a pomletou rostlinu. Koření zalijeme 150 ml vroucí vody a vaříme přibližně 15 minut. Vzniklý roztok nalijeme do uzavíratelné sklenice, ve které máme nachystány 3 druhy zkoumaných textilií. Po zchladnutí sklenici uzavřeme. Textilie ponecháme vystaveny působení barviv po dobu 24 hodin. Následně tkaniny vyjmeme a necháme samovolně uschnout.

4.5.2 Výsledek

Výsledek použití kurkumy k barvení, je zobrazen na obrázku č. 35 a dále fyzicky v příloze uvedené k tomuto dokumentu. Prostřednictvím koření kurkumy se nám podařilo dosáhnout výrazných žlutých odstínů. V případě bavlněných (I) a viskóзовých (III) vláken se jedná spíše o matný odstín žluté. Barva těchto tkanin je velmi podobná. Přírodní hedvábí (II) dosáhlo velmi jasného žlutavého odstínu. Hedvábí má přirozeně lesklá vlákna, což umocňuje výsledný efekt a společně s pigmentem kurkuminem poskytují sytou barvu tkanin.



Kurkumovník dlouhý (*Curcuma longa*)

Obrázek č. 35: Vzorčky textilií obarvené pomocí kurkumy

4.6 Ořešák královský (*Juglans regia*)

Ořešák je statný strom rostoucí přirozeně v našich podmínkách. Může narůst výšky až 25 m a na zahradě se vyskytovat až 100 let. Má hladké, lichozpeřené listy a je význačný svou typickou vůní. Plodem ořešáku královského jsou vlašské ořechy, které jsou obaleny češulí. Ta po dozrání změní barvu ze zelené na hnědou a opadne z plodu. V listech a češuli jsou přítomny naftochinony juglon a lawson, které zapříčiňují hnědé až černé zbarvení kůže při manipulaci s nimi. Skořápka ořechů je dřevnatá a tvrdá. Samostatné ořechy uvnitř skořápky jsou bíložluté a výrazně laločnaté. Plody jsou bohaté na nenasycené mastné kyseliny, chinony, flavonoidy, taniny, vitamíny, β -karoten, draslík, hořčík, fosfor. Čaj vařený z listů napomáhá trávení, při cukrovce a zácpě. Výluh vytvořený z listů slouží při kožních problémech, ekzémech, při nadměrném pocení a při nadměrném vypadávání vlasů. V kosmetickém a farmaceutickém odvětví slouží k výrobě opalovacích krémů, šamponů a repelentů (Hejný, 1993).



Obrázek č. 36: Ořešák královský. Převzato z: <https://leporelo.info/oresak>

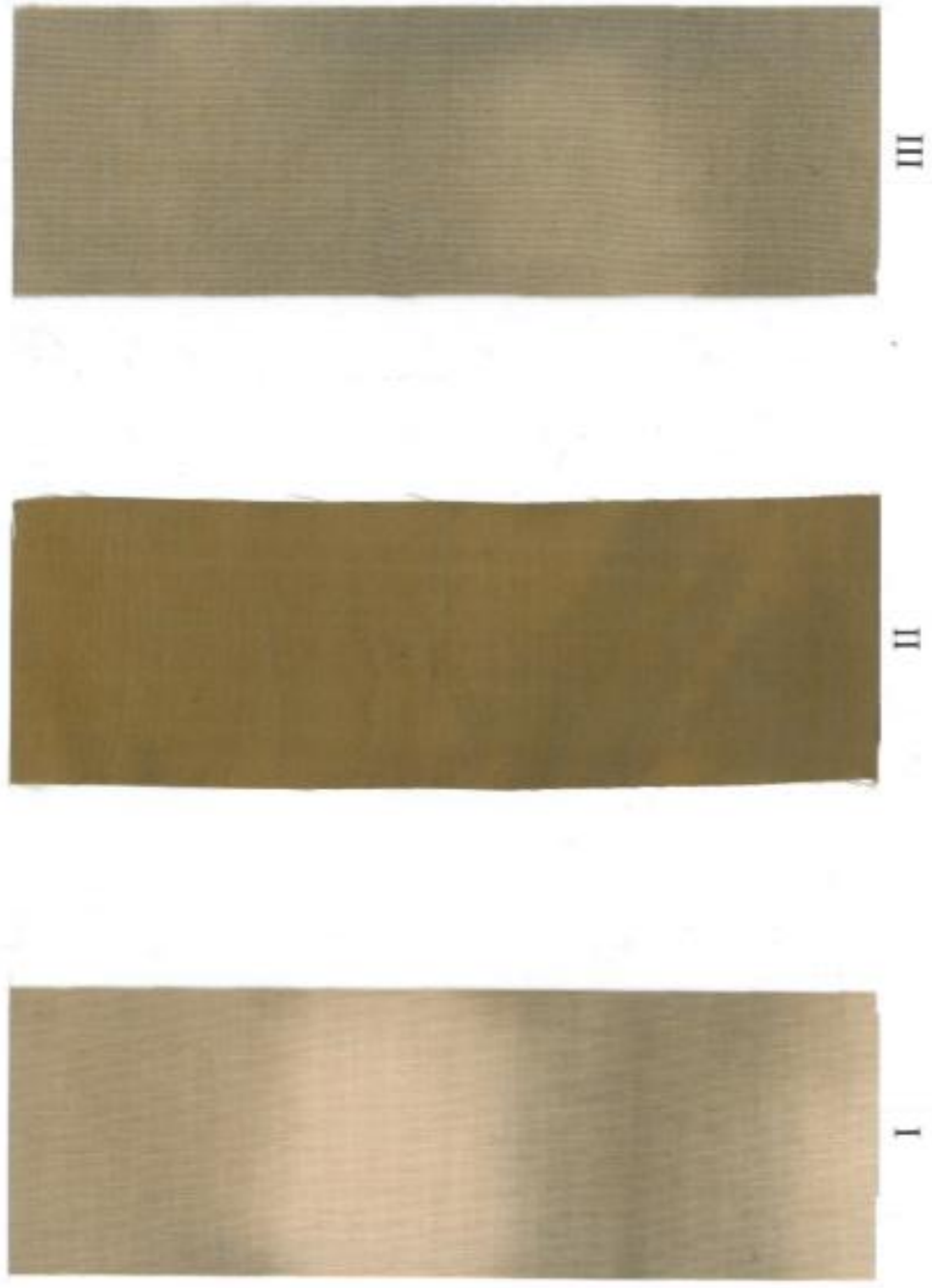
4.6.1 Praktická část

Doba sběru: říjen

K barvení potřebujeme přibližně 4 listy ořešáku a alespoň 2 zelené slupky. Slupky i listy zalijeme 250 ml vroucí vody a vaříme přibližně 15 minut. Vzniklý roztok prolijeme přes sítko a zbavíme tak povražených pevných částic. Do uzavíratelné sklenice vložíme 3 druhy odlišných zkoumaných textilií a zalijeme vytvořeným roztokem. Po zchladnutí sklenici uzavřeme. Textilie ponecháme vystaveny působení barviv po dobu 24 hodin. Následně tkaniny vyjmeme a necháme samovolně uschnout.

4.6.2 Výsledek

Výsledek použití ořešáku královského k barvení, je zobrazen na obrázku č. 37 a dále fyzicky v příloze uvedené k tomuto dokumentu. Pigment juglan nám v tomto případě poskytuje hnědě zbarvená vlákna. Přírodní hedvábí (II) dosahuje tmavě hnědého až čokoládového odstínu. Barva je po celé délce vzorku rovnoměrně stejně zbarvená. To však nelze říci o vláknech viskózy (III) a bavlny (I), na nichž není barevný odstín rovnoměrně stejný v celém vzorku. Obě tyto látky mají hnědou barvu, která místy obsahuje světle hnědé skvrny. Tyto skvrny jsou zapříčiněny prokládaným uložením vzorků ve sklenici v roztoku.



Ořešák královský (*Juglans regia*)

Obrázek č. 37: Vzorky textilií obarvené pomocí listů a slupek ořešáku královského

4.7 Ostružiník křovitý (*Rubus fruticosus*)

Ostružiník je keř původem z Arménie. V současné době se vyskytuje po celém světě. U nás roste volně v okolí luk a lesů. Dosahuje výšky až 3 m. Má převislé větve poseté trny. Květenství je bílé až světle růžové barvy. Plody jsou tmavě fialové až černé a mají lehce trpkou chuť. Ostružiník je bohatým zdrojem cenných živin. Obsahuje anthokyany, karotenoidy, flavonoidy, vitaminy, steroidy, lipidy, taniny, minerální látky a ve výlisku je velké množství α . Odvar z listů je detoxikační a močopudný. Dále má antikarcinogenní, protizánětlivé, antimikrobiální a antivirové účinky. Obsahuje draslík, díky čemuž pomáhá při problémech s ledvinovými kameny a krevním tlakem. Při vnitřním požití desinfikuje močové ústrojí. Ve formě mastí podporuje hojení kožních problémů a ekzémů. Plody lze konzumovat přímo nebo z nich lze vyrobit marmelády a jiné pochutiny. Pigment extrahovaný z plodů se používá k dobarvování želé, žvýkaček, ovocných vín a mnoho dalšího (Zia-Ul-Haq, 2014).



Obrázek č. 38: Ostružiník křovitý. Převzato z: <http://www.avicenna.cz/item/rubus-fruticosus-ostruzinik-krovity>

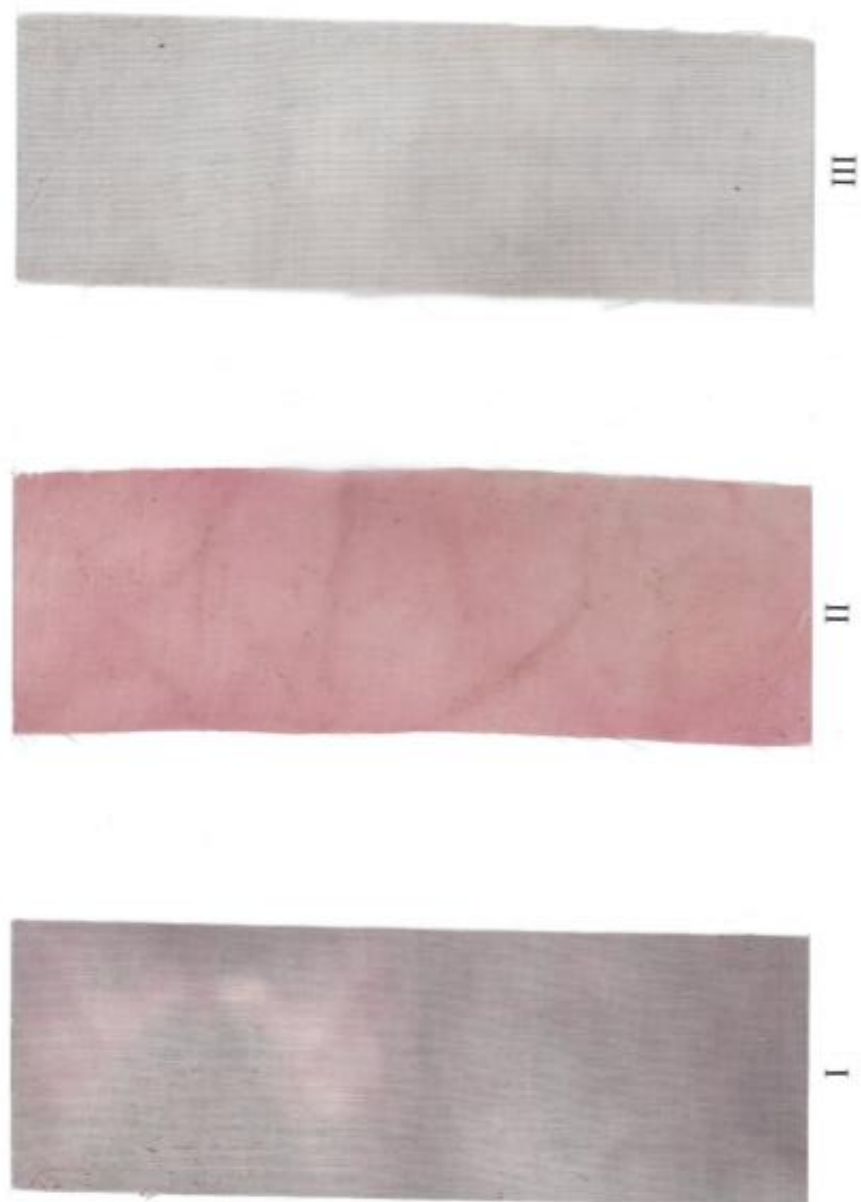
4.7.1 Praktická část

Doba sběru: červenec

K barvení je potřeba hrst plodů ostružin (cca 150 g). Plody rozmačkáme a přecedíme přes jemné sítko. Do uzavíratelné sklenice vložíme 3 druhy zkoumaných textilií, zalijeme vytvořeným roztokem a sklenici uzavřeme. Textilie ponecháme vystaveny působení barviv přítomných v roztoku po dobu 24 hodin. Následně tkaniny vyjmeme a necháme samovolně uschnout.

4.7.2 Výsledek

Výsledek použití ostružiníku křovitého k barvení, je zobrazen na obrázku č. 39 a dále fyzicky v příloze uvedené k tomuto dokumentu. U vzorku bavlny (I) se pomocí pigmentů, přítomných v ostružinách, dosáhlo fialovo-hnědé barvy. Tato fialová není nijak výrazná a výsledný vzorek není souměrně zbarvený po celé délce. Jsou vidět patrné skvrny. U vzorku viskózy (III) je sice barva konstantní po celé ploše textilního vzorku, avšak barevnost vzorku je z těchto tří materiálu nejmenší. Umělé vlákna v tomto případě na sebe nepřijímají barevnost pigmentů ze vzorku. Vlákna přírodního hedvábí přijímají barevnost pigmentů z ostružin nejlépe. Odstín těchto vláken dosahuje výrazné růžovo-fialové barvy. Po celé ploše vzorku hedvábí je zbarvení stejnoměrné.



Ostružiník křovitý (*Rubus fruticosus*)

Obrázek č. 39: Vzorčky textilií obarvené pomocí plodů ostružiníku křovitého

4.8 Ostružiník maliník (*Rubus idaeus*)

Maliník je keř, který je známý i pod názvem maliník obecný. Na svých převislých větvích má ostny a červenorůžové plody. Plody–maliny, mají sladkou, lehce kyselkavou chuť a obsahují malé pečičky. Mimoto v plodech můžeme najít pektin, cukry a anthokyanidiny. Květy maliníku jsou bílé barvy. Na spodní straně listů se vyskytují stříbřité chloupky. V listech se vyskytují flavony, chlorofylová barviva, taniny a vitamín C. Maliníku se daří na slunných stráních, okrajích lesů i našich zahradách. Nemá problém se uzpůsobit podmínkám (Hejný, 1993).

4.8.1 Praktická část

Doba sběru: srpen

K barvení je potřeba hrst plodů malin (cca 150 g), které rozmačkáme a přecedíme přes jemné sítko. Vzniklý roztok nalijeme do uzavíratelné sklenice, ve které máme nachystány 3 druhy zkoumaných textilií. Textilie ponecháme vystaveny působení barviv, přítomných v roztoku, po dobu 24 hodin. Následně tkaniny vyjmeme a necháme samovolně uschnout.



Ronce Framboisier. Rubus idaeus L.

Obrázek č. 40: Ostružiník maliník. Převzato z:
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:104_Rubus_idaeus_L.jpg

4.8.2 Výsledek

Výsledek použití ostružiníku maliníku k barvení, je zobrazen na obrázku č. 41 a dále fyzicky v příloze uvedené k tomuto dokumentu. Vlákna přírodní bavlny (I) mají po naložení v roztoku fialovou barvu. Na materiálu jsou viditelné barevné rozdíly. Barevnost není rovnoměrná v celé ploše materiálu. Vzorek přírodního hedvábí (II) je růžový, avšak není barevně stálý po celé délce vzorku. Viskózová vlákna (III) jsou růžově-fialová. Barevně jsou poměrně rovnoměrná po celé ploše, avšak v levé spodní části jsou nahnědlá místa. Tyto místa jsou zapříčiněny tepelnou nestálostí pigmentů a vznikly při manipulaci se vzorkem–konkrétně žehlením.



Ostružiník maliník (*Rubus idaeus*)

Obrázek č. 41: Vzorčky textilií obarvené pomocí plodů ostružiníku maliníku

Závěr

Cílem této práce bylo přiblížení problematiky zabývající se přírodními barvivy. Tyto barviva jsou nedílnou součástí našeho každodenního života a doprovázejí nás na každém kroku. V rámci teoretické části jsme se zaměřili na základní rozdělení barviv z chemického hlediska. Charakteristiku jejich struktury, výskytu a použití v běžném životě. Přírodní barviva se přirozeně vyskytují v rostlinných a živočišných materiálech. Jsou jejich součástí. Po vnější stránce zapříčiňují barevnost přírodnin. V přírodě je hojně zastoupena zelená barva, která je součástí téměř všech zástupců rostlin. Zelené zbarvení je způsobeno chlorofylovými barvivy. Jejich hlavní funkce u rostlin však není barevné vzezření. Tyto pigmenty absorbují sluneční záření a tím umožňují fotosyntézu. Děj, který je nezbytný pro růst rostlin a jehož vedlejším, avšak pro všechny živé organismy nezbytným, produktem je kyslík. Krom zelené barvy u rostlin zaznamenáváme celou škálu barev. Za tyto odstíny jsou zodpovědné zejména zástupci ze skupin anthokyanů, flavonoidů nebo karotenoidů. Anthokyaniny poskytují zejména červené, fialové a modré pigmenty. Karotenoidy dosahují žlutých a oranžových barev. Barevnost je vlastnost viditelná. Mimo tohoto znaku má spousta barviv mnoho nepostradatelných vlastností prospěšných pro naše zdraví. Například rutin, lykopen, lutein, β -karoten a riboflavin. Rutin je glykosid vyskytující se v pohance, který pozitivně ovlivňuje pružnost a permeabilitu krevních kapilár. Lutein je potřebný pro správné fungování našeho zraku a můžeme jej přijímat prostřednictvím vaječného žloutku anebo listové zeleniny. Betakaroten je oranžový pigment zastoupený ve vyšších koncentracích v mrkvi, který chrání lidskou kůži před vysokou intenzitou slunečního záření a UV záření. Lykopen zachycuje volné radikály a můžeme jej najít v rajčatech a šípčích. Prostřednictvím těchto potravin získáváme látky s příznivými účinky na lidský organismus. Přísun těchto živin je pro naše tělo nezbytný a velmi žádoucí. Další velmi významnou, všudypřítomnou skupinou barviv jsou hemová barviva. Jedná se o pigmenty přítomné ve všech živých organismech. Zprostředkovávají transport kyslíku. Tyto tetrapyrroly jsou rozepsány v teoretické části. Vzhledem k tomu, že jsou velmi nezbytné pro všechny živé organismy, tak pro účel praktické části jsou nevhodné, jelikož se nevyskytují v rostlinných materiálech.

Praktická část se zaměřuje na pigmenty přítomné v rostlinných materiálech. Jejich aplikaci a následnou barevnost v závislosti na použitých materiálech. Jako textilní materiály byly zvoleny látky s rozdílnými vlastnostmi. A to přírodní bavlna, přírodní hedvábí a viskóza. Přírodní bavlna je textilní materiál rostlinného původu. Vyrábí se z tobolek bavlníku. Na pohmat se jedná o pevná a relativně odolná vlákna. Přírodní hedvábí je textilní materiál získávaný z kokonů bourců. Vlákna hedvábí jsou velmi jemná, na pohled lesklá a z mechanického hlediska ne příliš odolná. Viskóza je druh syntetického vlákna. Jejím hlavním pozitivem je relativně levná výroba a tím i dostupnost. Vlastnostmi se podobá přírodní bavlně, avšak není tak pevná a odolná vůči mechanickým vlivům. U viskózových vláken je po krátkém časovém intervalu patrné tzv. „žmolkování“.

K barvení byly použity roztoky získané z cibule kuchyňské, červené řepy, jahodníku velkoplodého, kontryhelu obecného, kurkumovníku dlouhého, ořešáku královského, ostružiníku křovitého a ostružiníku maliníku. Tyto barviva nejsou nijak škodlivá a nemají

žádné negativní účinky na lidský organismus. Slupky cibule kuchyňské se již tradičně používají k barvení velikonočních vajíček. Pigmenty přítomné v cibuli se k barvení osvědčily. Poskytují sytou a výraznou oranžovou barvu, která se velmi dobře přejímá na všechny tři druhy textilií. Dostupnost je velmi dobrá, protože slupky od cibule jsou odpadním materiálem při využití plodu této rostliny. Využití tohoto barviva má velký potenciál. Prostřednictvím červené řepy jsme získali krvavě červený roztok. Textilie obarvené tímto roztokem přejímaly barvu velmi dobře, avšak dosažený odstín není příliš výrazný. Je spíše matný. Vzorek bavlny a viskózy má tmavý růžovočervený až bordó odstín. Vzorek hedvábí je spíše oranžovočervený. Roztok získaný z rostliny jahodníku nám v případě bavlny poskytl světle fialový odstín. U přírodního hedvábí růžovočervený odstín a vzorek viskózy příliš barvu nepřijímal. V tomto případě se jedná o jemné, ne příliš výrazné odstíny. Využití pigmentů přítomných v jahodníku se nezdá perspektivní. Dále byla použita k barvení v praktické části rostlina kontryhelu obecného. Výsledek tohoto barvení však není zcela relevantní, protože ke sběru došlo ve špatném období roku. V říjnu je velká část chlorofylových pigmentů, přítomných v zelených rostlinách, již rozložena. Všechny tři vzorky podle očekávání dosáhly slabých, nevýrazných, světlých žlutozelených odstínů. K dosažení žluté barvy při barvení slouží kurkuma. S její pomocí lze dosáhnout velmi výrazné, zářivé barvy. U všech tří rozdílných druhů textilu se podařilo získat pěkné, barevně podobné odstíny. Vzorky bavlny a viskózy jsou srovnatelné. U přírodního hedvábí je žlutá jasnější a živější. Prostřednictvím roztoku získaného z listů a slupek ořešáku je možno dosáhnout hnědého zbarvení. Při manipulaci s částmi ořešáku si lze povšimnout typického hnědého zbarvení, které chvíli na pokožce přetrvává a není jednoduché jej hned odstranit. Z tohoto faktu můžeme usoudit, že pigment přítomný v těchto částech ořešáku je v celku dobré, přetrvávající barvivo. Hedvábí dosahuje nejvýraznější, čokoládově hnědé barvy. U zbylých dvou vzorků je výsledný odstín světlejší. Poslední dva vzorky jsou rozdílné druhy ostružiníku. Ostružiník křovitý a ostružiník maliník. Oba tyto druhy bobulovin v případě přírodního hedvábí poskytly narůžovělé, v celku pěkné odstíny. U pevných vláken bavlny a viskózy nedošlo k přílišnému přejímání barvy. Jedná se o nevýrazné, fialovošedé barvy.

Z výsledků praktické části je patrné, že na výsledný odstín, při barvení textilií přírodními produkty, má velký vliv použitý materiál. Přírodní hedvábí je přirozeně jemné, na pohled lesklé a manipulace s těmito vlákny není vůbec jednoduchá. Ve výsledku však vyšlo nejlépe a je tedy nejvhodnější pro tyto účely. Jemná vlákna hedvábí přejímala barvu nejlépe. Poskytují nejvýraznější a nejjasnější barvy. Nevýhodou tohoto materiálu je vyšší cena a horší dostupnost. Dále je náročná manipulace s tímto materiálem. V přiložených vzorcích si povšimněte, že proužky vzorků hedvábí nejsou nikdy pravidelné. Vždy se trochu vlní. Přírodní bavlna je, co se týče vlastností, pravým opakem hedvábí. Jde o pevný, odolný materiál. Barevné výsledky nejsou výrazné. Jsou průměrné. Podobných výsledků bylo dosaženo i u vláken syntetické viskózy. Výhoda těchto vláken spočívá v nízkých výrobních nákladech, a tedy i snadné dostupnosti. Z pohledu barvení však nevyšly tak dobře. Tyto vlákna v některých případech přejímají barvu srovnatelně jako bavlna. V jiných případech však vyšly z barvení v praktické části nejhůře. Takto barvená vlákna nejsou výrazné. Další

nevýhodou je špatná odolnost. Již po první manipulaci s těmito vzorky můžeme zaznamenat žmolkování.

Z pohledu použitých roztoků, ve výsledku praktické části, nejlépe vyšly vzorky získané z cibule, kurkumy, ořešáku a řepy. Vzorky ze slupek cibule a koření kurkumy poskytly u všech tří rozdílných materiálu přibližně stejné výsledky. Obě tyto barviva jsou snadno dostupná, nejsou zdraví škodlivá a jejich využití k barvení je perspektivní s velmi dobrými výsledky. Výsledky aplikace vzorků řepy a ořešáku jsou ucházející. Jejich použití k barvení v běžném životě je taktéž možné, avšak pozor na pigment juglon vyskytující se v ořešáku, který je lehce toxický. Vzorky ostružiníků a jahodníku poskytují světlé odstíny. Jejich použití k barvení v běžném životě nemůžeme zavrhnout, avšak ve výsledku se nebude jednat o zářivé, syté odstíny.

Citovaná literatura

Barevné a chuťové látky v přírodě a potravinách, 2016. 1. vydání. Praha: Vydala Česká společnost chemická v edici Chemické listy. ISBN 978-80-86238-56-2.

Barvířské rostliny: Historie barvířství, 2004. *Pěstování speciálních plodin* [online]. České Budějovice: Jihočeská univerzita [cit. 2017-12-28]. Dostupné z: <http://www2.zf.jcu.cz/~moudry/skripta/3/index.html>

Barviva a jejich vliv na lidský organizmus, 2012. *Klinická farmakologie a farmacie* [online]. **26**(3), 4 [cit. 2018-03-09]. ISSN 1803-5353. Dostupné z: <https://www.klinickafarmakologie.cz/pdfs/far/2012/03/11.pdf>

BIDLOVÁ, Věra, 2005. *Barvení pomocí rostlin*. 1. vyd. Praha: Grada. Česká zahrada. ISBN 80-247-1022-6.

Co rozhoduje o barvě podzimních listů?, 2013. *PŘÍRODOVĚDCI.CZ* [online]. Praha: Přírodovědecké fakulty UK v Praze [cit. 2018-01-31]. Dostupné z: <https://www.prirodovedci.cz/zeptejte-se-prirodovedcu/181>

DUCKSTEIN, Sarina, Eva LOTTER, Ulrich MEYER, Ulrike LINDEQUIST a Florian STINTZING, 2012. Phenolic Constituents from *Alchemilla vulgaris* L. and *Alchemilla mollis* (Buser) Rothm. at Different Dates of Harvest. *Zeitschrift für Naturforschung C* [online]. **67**(11-12), 529–540 [cit. 2018-03-18]. DOI: 10.1515/znc-2012-11-1201. ISSN 1865-7125. Dostupné z: <https://www.degruyter.com/view/j/znc.2012.67.issue-11-12/znc-2012-11-1201/znc-2012-11-1201.xml>

HEJNÝ, Slavomil, ed. a Bohumil SLAVÍK, ed., 1993. *Květena České republiky*. 2. Praha: Academia. ISBN 80-200-1089-0.

Historické pigmenty a barviva, 2006. *Spektra*. Praha 6, **2006**(1), 58–59.

Chemické listy, 2013. Praha, **2013**(6). ISSN 1213-7103.

International Journal of Scientific & Engineering Research: Chemical composition, functional properties and processing of Beetroot [online], 2014. **5**(1) [cit. 2018-03-16]. ISSN 2229-5518. Dostupné z: <https://www.ijser.org/researchpaper/Chemical-composition-functional-properties-and-processing-of-Beetroot.pdf>

LIGUORI, Loredana, Rosa CALIFANO, Donatella ALBANESE, Francesco RAIMO, Alessio CRESCITELLI a Marisa DI MATTEO, 2017. Chemical Composition and Antioxidant Properties of Five White Onion (*Allium cepa* L.) Landraces. *Journal of Food Quality* [online]. **2017**, 1-9 [cit. 2018-03-24]. DOI: 10.1155/2017/6873651. ISSN 0146-9428. Dostupné z: <https://www.hindawi.com/journals/jfq/2017/6873651/>

MILITKÝ, Jiří, 2002. *Textilní vlákna: klasická a speciální*. Vyd. 1. Liberec: Technická univerzita v Liberci. ISBN 80-708-3644-X.

Polypeptides in Nature: Oxygen Transport by the Proteins Myoglobin and Hemoglobin, 2017. *Chemistry Libretext* [online]. Virginie, USA: National Science Foundation [cit. 2018-

- 02-25]. Dostupné z: [https://chem.libretexts.org/Textbook_Maps/Organic_Chemistry_Textbook_Maps/Map%3A_Organic_Chemistry_\(Vollhardt_and_Schore\)/26%3A_Amino_Acids%2C_Peptides%2C_Proteins%2C_and_Nucleic_Acids%3A_Nitrogen-Containing_Polymers_in_Nature/26.08%3A_Polypeptides_in_Nature%3A__Oxygen__Transport_by_the_Proteins__Myoglobin_and__Hemoglobin#Myoglobin_and_Hemoglobin](https://chem.libretexts.org/Textbook_Maps/Organic_Chemistry_Textbook_Maps/Map%3A_Organic_Chemistry_(Vollhardt_and_Schore)/26%3A_Amino_Acids%2C_Peptides%2C_Proteins%2C_and_Nucleic_Acids%3A_Nitrogen-Containing_Polymers_in_Nature/26.08%3A_Polypeptides_in_Nature%3A__Oxygen__Transport_by_the_Proteins__Myoglobin_and__Hemoglobin#Myoglobin_and_Hemoglobin)
- Rajská jablčka a lykopen, 2012. *CHEMPOINT Vědci pro průmysl a praxi* [online]. Brno: Fakulta chemická, VUT v Brně [cit. 2018-01-31]. Dostupné z: <http://www.chempoint.cz/rajska-jablicka-a-lykopen>
- SUNGHWAN, Kim, Paul THIESSEN, Evan BOLTON et al., 2016. PubChem Substance and Compound databases. *Nucleic Acids Research* [online]. **44**(1), 1202-1213 [cit. 2018-03-24]. DOI: 10.1093/nar/gkv951. ISSN 0305-1048. Dostupné z: <https://academic.oup.com/nar/article-lookup/doi/10.1093/nar/gkv951>
- ŠIVEL, Miroslav, Bořivoj KLEJDUS, Stanislav KRÁČMAR a Vlastimil KUBÁŇ, 2013. Lutein – Významný karotenoid ve výživě člověka. *Chemické listy* [online]. **2013**(107), 8 [cit. 2018-01-30]. Dostupné z: http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2013_06_456-463.pdf
- ŠTÍTŇICKÝ, Boris, ed., 2008. Kurkumovník dlouhý (*Curcuma longa*). *Adaptogeny* [online]. Česká Republika: Štítňický [cit. 2018-03-18]. Dostupné z: <http://adaptogeny.cz/c-38264.aspx>
- VAN DE VELDE, Franco, Anna TAROLA, Daniel GÜEMES a María PIROVANI, 2013. Bioactive Compounds and Antioxidant Capacity of Camarosa and Selva Strawberries (*Fragaria x ananassa* Duch.). *Foods* [online]. **2**(2), 120-131 [cit. 2018-03-24]. DOI: 10.3390/foods2020120. ISSN 2304-8158. Dostupné z: <http://www.mdpi.com/2304-8158/2/2/120>
- VELÍŠEK, Jan, 2002. *Chemie potravin*. Vyd. 2. upr. Tábor: OSSIS. ISBN 80-866-5902-X.
- VELÍŠEK, Jan a Jana HAJŠLOVÁ, 2009. *Chemie potravin*. Rozš. a přeprac. 3. vyd. Tábor: OSSIS. ISBN 978-80-86659-16-9.
- ZIA-UL-HAQ, Muhammad, Muhammad RIAZ, Vincenzo DE FEO, Hawa JAAFAR a Marius MOGA, 2014. *Rubus Fruticosus* L: Constituents, Biological Activities and Health Related Uses. *Molecules* [online]. **19**(8), 10998-11029 [cit. 2018-03-18]. DOI: 10.3390/molecules190810998. ISSN 1420-3049. Dostupné z: <http://www.mdpi.com/1420-3049/19/8/10998>
- Lady's Mantle, 2018. Herbal Encyclopedia [online]. Effingham, New Hampshire USA: Cloverleaf Farm [cit. 2018-03-25]. Dostupné z: <http://www.cloverleaffarmherbs.com/ladys-mantle/#top>

National Center for Biotechnology Information. PubChem Compound Database; CID=5280805, <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/5280805> (accessed Feb. 19, 2018).

National Center for Biotechnology Information. PubChem Compound Database; CID=5280489, <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/5280489> (accessed Feb. 19, 2018).

National Center for Biotechnology Information. PubChem Compound Database; CID=996, <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/996> (accessed Feb. 19, 2018).

National Center for Biotechnology Information. PubChem Compound Database; CID=969516, <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/969516> (accessed Feb. 23, 2018).

National Center for Biotechnology Information. PubChem Compound Database; CID=493570, <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/493570> (accessed Mar. 9, 2018).

Seznam obrázků:

| | |
|--|----|
| Obrázek č. 1: Konjugované vazby..... | 14 |
| Obrázek č. 2: Vznik alicyklických karotenů..... | 15 |
| Obrázek č. 3: Betakaroten..... | 16 |
| Obrázek č. 4: Vznik dvou molekul retinolu z jedné molekuly betakarotenu..... | 16 |
| Obrázek č. 5: Strukturní vzorec lykopenu..... | 17 |
| Obrázek č. 6: Strukturní vzorec luteinu..... | 18 |
| Obrázek č. 7: 2H-chromen..... | 21 |
| Obrázek č. 8: Flavan..... | 21 |
| Obrázek č. 9: Struktury základních flavonoidů..... | 22 |
| Obrázek č. 10: Prekarthamin..... | 26 |
| Obrázek č. 11: Karthamin..... | 26 |
| Obrázek č. 12: Základní struktura stilbenů..... | 28 |
| Obrázek č. 13: Kurkumin..... | 29 |
| Obrázek č. 14: Karmínová kyselina..... | 31 |
| Obrázek č. 15: Výchozí struktura cyklických porfyrinů..... | 33 |
| Obrázek č. 16: Výchozí struktura lineárních bilinů..... | 33 |
| Obrázek č. 17: Protoporfyrin..... | 34 |
| Obrázek č. 18: Hem..... | 34 |
| Obrázek č. 19: Základní struktura chlorofylu a a chlorofylu b..... | 37 |
| Obrázek č. 20: Základní struktura betalainů..... | 38 |
| Obrázek č. 21: Betanin..... | 38 |
| Obrázek č. 22: Indol..... | 39 |
| Obrázek č. 23: Indigo..... | 40 |
| Obrázek č. 24: Purin..... | 41 |
| Obrázek č. 25: Fenoxazin..... | 42 |
| Obrázek č. 26: Bavlník..... | 45 |
| Obrázek č. 27: Životní etapy bource morušového..... | 46 |
| Obrázek č. 28: Cibule kuchyňská..... | 48 |
| Obrázek č. 29: Vzorky textilií obarvené pomocí slupek cibule kuchyňské..... | 50 |
| Obrázek č. 30: Vzorky textilií obarvené pomocí červené řepy..... | 52 |
| Obrázek č. 31: Vzorky textilií obarvené pomocí plodů jahodníku velkoplodého..... | 54 |
| Obrázek č. 32: Kontryhel obecný..... | 55 |
| Obrázek č. 33: Vzorky textilií obarvené pomocí kontryhelu obecného..... | 57 |
| Obrázek č. 34: Kurkumovník dlouhý..... | 58 |
| Obrázek č. 35: Vzorky textilií obarvené pomocí kurkumy..... | 59 |
| Obrázek č. 36: Ořešák královský..... | 60 |
| Obrázek č. 37: Vzorky textilií obarvené pomocí listů a slupek ořešáku královského..... | 61 |
| Obrázek č. 38: Ostružiník křovitý..... | 62 |
| Obrázek č. 39: Vzorky textilií obarvené pomocí plodů ostružiníku křovitého..... | 63 |
| Obrázek č. 40: Ostružiník maliník..... | 64 |

Obrázek č. 41: Vzorčky textilií obarvené pomocí plodů ostružiníku maliníku.....65

Seznam tabulek:

Tabulka č. 1: Složení a obsah hlavních karotenoidů ovoce a zeleniny.....19

Tabulka č. 2: Barevnost některých chlorofylových barviv.....36

Označení použita v praktické části:

- I Přírodní bavlna
- II Přírodní hedvábí
- III Viskóza