

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra chemie



**Poživatelné i nepoživatelné části jedlých rostlin použitelné
při barvení textilních materiálů**

Bakalářská práce

Tereza Pitrmanová

Obor studia: Výživa a potraviny

Vedoucí práce: Ing. Matyáš Orsák, Ph.D.

© 2020 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Poživatelné i nepoživatelné části jedlých rostlin použitelné při barvení textilních materiálů" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 1.7.2020

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala panu Ing. Matyáši Orsákovi, Ph.D. za odborné vedení práce, trpělivost a čas, který mi věnoval. Mé rodině za podporu během studia, především za podporu během psaní bakalářské práce.

Poživatelné i nepoživatelné části jedlých rostlin použitelné při barvení textilních materiálů

Souhrn

Barviva jsou chemické sloučeniny, která absorbují a transformují světelnou energii do viditelného, infračerveného či ultrafialového světla. Mohou být přírodní či syntetická. Přírodní barviva jsou známa již tisíce let a mohou být rostlinného či živočišného původu. Mezi tradiční barvířské rostliny používané v minulosti i současnosti řadíme například indigoovník barvířský (*Indigofera tinctoria* L.), který se používal i nadále používá k získání modré barvy, barvu červenou lze získat z mořeny barvířské (*Rubia tinctorum* L.) a jako zdroj žluté barvy lze použít například kurkumu dlouhou (*Curcuma longa* L.). V dnešní době jsou přírodní barviva překonána barvivy syntetickými. Nicméně v poslední době zájem o přírodní barviva opět stoupá, a to jak ze zdravotních, tak z environmentálních důvodů. Syntetická barviva totiž znečišťují odpadní vody více než barviva přírodní.

Barviva lze rozdělit podle různých kritérií, dle původu nebo chemické struktury. Barviva, jak přírodní, tak syntetická, můžeme charakterizovat i z fyzikálního hlediska, především v souvislosti s faktem, zda jsou rozpustná ve vodě nebo v organických rozpouštědlech.

Rozpustnost rostlinných barviv souvisí i s vazbou na textilní vlákno, které je základní surovinou pro textilní výrobky. Vlákna mohou být přírodní či umělá. Přírodní vlákna se od umělých výrazně odlišují svým chováním ve vodě a tím i schopností přijmout barvu. Přírodní vlákna jsou hydrofilní, nasávají do sebe značné množství vody, zatímco umělá vlákna mají hydrofobní charakter. Mezi nejvýznamnější přírodní vlákna patří bavlna, len, vlna a hedvábí. Umělá vlákna lze vyrábět z přírodních látek s obsahem celulózy nebo ze syntetického polymeru. Mezi umělá vlákna patří například acetátová vlákna a viskozová vlákna.

Textilní vlákna je možné barvit různými druhy rostlin, a to jedlých i nejedlých. Používají se stonky, květy, listy, kůra, plody nebo kořeny. Například ořešák královský (*Juglans regia* L.) obsahuje juglon, což je významné barvivo hnědých odstínů obsažené v jeho listech i v oplodí. Červené glykosidové barvivo betanin je zase obsaženo v bulvách červené řepy (*Beta vulgaris* L.).

Proces barvení rostlinnými barvivy má dva či tři kroky. Těmi jsou praní, moření a vlastní barvení. Mořidla usnadňují vazbu barviva na vlákna, ovlivňují výslednou barvu a prodlužují trvanlivost barvy na vláknu. Nicméně i bez použití mořidel lze barvit pomocí rostlinných barviv.

Klíčová slova: anthokyany, betaniny, hedvábí, juglon, karotenoidy, vlna

Edible and inedible parts of edible plants useful in the dyeing of textile materials

Summary

Dyes are chemical compounds that absorb and transform light energy into visible, infrared or ultraviolet light. They can be natural or synthetic. Natural dyes have been known for thousands of years and can be of plant or animal origin. Among the traditional dyeing plants used in the past and present, we include, for example, the *Indigofera tinctoria*, which is still used to obtain the blue color, the red color can be obtained from the *Rubia tinctorum* and as a source of yellow color can be use, for example, *Curcuma longa*. Today, natural dyes are surpassed by synthetic dyes. Recently, however, interest in natural dyes has been rising again, for both health and environmental reasons. Synthetic dyes pollute wastewater more than natural dyes.

Dyes can be divided according to various criteria, according to origin or chemical structure. Dyes, both natural and synthetic, can also be characterized from a physical point of view, especially in connection with the fact whether they are soluble in water or in organic solvents.

The solubility of plant dyes is also related to the binding to textile fiber, which is the basic raw material for textile products. The fibers can be natural or artificial. Natural fibers differ significantly from artificial ones in their behavior in water and thus in their ability to absorb color. Natural fibers are hydrophilic, absorbing a considerable amount of water, while man-made fibers have a hydrophobic character. The most important natural fibers include cotton, flax, wool and silk. Synthetic fibers can be made from natural cellulose-containing substances or from a synthetic polymer. Synthetic fibers include, for example, acetate fibers and viscose fibers.

Textile fibers can be dyed with various types of plants, both edible and inedible. Stems, flowers, leaves, bark, fruits or roots are used. For example, the *Juglans regia* contains juglone, which is an important brown dye contained in its leaves and pericarp. The red glycoside dye betanin is in turn contained in the bulbs of *Beta vulgaris*.

The process of dyeing with plant dyes has two or three steps. These are washing, pickling and self-dyeing. Mordants facilitate the binding of the dye to the fibers, affect the resulting color and extend the durability of the dye on the fiber. However, even without the use of mordants, it is possible to dye with plant dyes.

Keywords: anthocyanins, betanins, silk, juglon, carotenoids, wool

Obsah

1 Úvod	9
2 Cíl práce.....	10
3 Literární rešerše.....	11
3.1 Historie.....	11
3.2 Barviva, barva, pigmenty	12
3.3 Rostlinná barviva	13
3.3.1 Přehled vybraných rostlinných barviv podle chemické struktury	13
3.4 Syntetická barviva.....	17
3.4.1 Přehled vybraných syntetických barviv podle chemické struktury	17
3.5 Rozdělení barviv podle fyzikálních vlastností	18
3.5.1 Rozpustná barviva	19
3.5.2 Nerozpustná barviva	20
3.6 Konkrétní druhy rostlin použité při barvení textilních materiálů v praktické části	20
3.6.1 Cibule kuchyňská (<i>Allium cepa</i> L.)	20
3.6.2 Červená řepa (<i>Beta vulgaris</i> L.).....	21
3.6.3 Jabloň domácí (<i>Malus domestica</i> B.).....	21
3.6.4 Kávová zrna z kávovníků (<i>Coffea</i> spp. L.)	22
3.6.5 Kurkuma (<i>Curcuma longa</i> L.)	22
3.6.6 Ořešák královský (<i>Juglans regia</i> L.)	23
3.6.7 Paprika setá (<i>Capsicum annuum</i> L.).....	23
3.6.8 Špenát setý (<i>Spinacia oleracea</i> L.).....	24
3.6.9 Třezalka tečkovaná (<i>Hypericum perforatum</i> L.)	24
3.7 Textilní vlákna	24
3.7.1 Druhy textilních vláken	25
3.8 Netextilní materiály.....	29
3.8.1 Kůže.....	29
3.8.2 Peří.....	30
3.9 Proces barvení	30
3.9.1 Praní.....	30
3.9.2 Moření.....	31
3.9.3 Barvicí lázeň	32
4 Metodika	34
4.1 Materiál	34
4.1.1 Použitá textilní vlákna	34
4.1.2 Použitý rostlinný materiál a jeho forma.....	34

4.1.3	Použité chemikálie	35
4.1.4	Přístroje a pomůcky	35
4.2	Metody	36
4.2.1	Příprava roztoku mořidel a moření textilních vláken	36
4.2.2	Příprava roztoku z rostlinných materiálů	37
4.2.3	Barvení textilních vláken	38
5	Výsledky	39
6	Diskuze	47
7	Závěr.....	49
8	Literatura.....	50
9	Seznamy	54
9.1	Seznam obrázků	54
9.2	Seznam tabulek	54

1 Úvod

Barvení textilních vláken patří do lidského života od dávné historie. K barvení ovšem nesloužily pouze jedlé rostliny, ale i nejedlé. Z přírodních materiálů se k barvení používali i minerály nebo živočichové. Než se začaly tyto přírodní materiály používat k barvení textilních materiálů, sloužily k barvení těl, keramiky či jeskyň později i jiných obydlí (Bidlová 2005).

Od druhé poloviny 18. století se průmyslové barvení přírodními materiály téměř vůbec nepoužívá. Jeden z hlavních důvodů je objev syntetický barviv, jejichž výroba, kdy není nutné pěstovat barvířské rostliny, a následná aplikace na vlákna, je mnohem jednodušší než u barviv přírodních. V dnešní době ovšem opět stoupá zájem o přírodní barviva. Především z hlediska ekologie jsou tato barviva přijatelnější. Pocházejí totiž z obnovitelných zdrojů, což se o syntetických barvivech, které se vesměs vyrábějí především z ropy, říct nedá.

K barvení rostlinnými barvivy se často přidávají mořidla. Přidání mořidel prodlužuje trvanlivost na vláknu. Kromě toho ale ovlivňuje i výslednou barvu. Výborným příkladem je barvení pomocí třezalky tečkované (*Hypericum perforatum* L.). Barvy, které lze získat po přidání určitého mořidla, mohou být například zelená, žlutá, fialová či hnědá. Zajímavostí je také, že z různých částí rostlin stejné rostliny, například z listů a květů, lze získat různé barvy.

Při barvení přírodními barvivy hraje také důležitou roli textilní vlákno. Obecně platí, že vlákna živočišného původu se barví lépe než původu rostlinného. Záleží také na zpracování textilního vlákna, jestli se například barví rouno či příze.

2 Cíl práce

Cílem této práce je zpracování literárního přehledu o rostlinných barvivech, jejichž požitelné i nepožitelné části se užívají k barvení textilií. V práci jsou vymezeny druhy textilií, také konkrétní druhy rostlin vhodné pro jejich barvení včetně procesu barvení. V praktické části bylo cílem použít vybrané jedlé rostliny pro barvení různých textilních materiálů.

3 Literární rešerše

3.1 Historie

Historie barev sahá až do samých počátků lidstva. Již v období 14 000 před naším letopočtem můžeme najít první zmínky o nástěnných malbách ve španělské Altamiře, kde byly použity hned tři různé barvy. Barvy byly získávány z přírodních zdrojů. Mohly být získávány z rostlin, stromů, kořenů, semen, ořechů, lišejníku či ze zeleniny nebo slupek od ovoce. Barevné pigmenty bylo možné získat z barevných minerálů, například z okru či hematitu. Minerály byly nejdříve namlety a poté smíchány s vhodným pojivem. Ve francouzských jeskyních Lascaux byly malby zhotoveny ze směsi živočišných tuků a přírodních materiálů (Bidlová 2005; Kumbasar 2011; Christie 2015).

V mladší době kamenné, kdy docházelo k přechodu na zemědělský způsob života, se rostliny začaly využívat kromě barvení keramiky i k barvení tkanin. Ve starých kulturách po celém světě lze dohledat postupy barvení vlny, bavlny, lnu a hedvábí (Zahradník 1986). Barvené látky byly ovšem v minulosti velmi drahé, a proto se nepoužívaly pro běžnou potřebu, ale pouze pro zvláštní náboženské a slavnostní příležitosti. Již v 10. století byl založen první cech barvířů v Evropě (Bidlová 2005).

Historicky objevené rostliny, které lze používat k barvení i dnes, označujeme jako tradiční barvířské rostliny (Tichý & Tichá 1998; Bidlová 2005).

Mezi rostliny, které se využívaly pro získání modré barvy, patřily indigovník barvířský (*Indigofera tinctoria* L.), boryt barvířský (*Isatis tinctoria* L.) a rdesno barvířské (*Polygonum tinctorium* L.). Z indigovníku se modrá barva získávala nasekáním celé čerstvé rostliny a jejím ponořením do nádrže s vodou, kde se pigment usazoval na dně. Modrá barva se projevila až po promíchání, kdy původně žlutozelená barva zoxidovala. Nicméně v podmínkách mírného pásma nelze vypěstovaný indigovník použít k získání modré barvy, proto indigo bylo a je dováženo z Indie. První zmínky o borytu pocházejí z roku 800 našeho letopočtu z Norska. Velkou tradici ale měl i ve Velké Británii, kam bylo zakázáno dovážet indigo, a to i poté, kdy bylo vynalezeno syntetické indigo. Tak jako indigo se nejvíce pěstovalo v Indii, boryt v Evropě, tak rdesno mělo největší výnosy v Číně (Tichý & Tichá 1998; Bidlová 2005; Bechtold & Mussak 2009).

Zdrojem zelené až černé barvy byla kombinace žlutého a modrého pigmentu. Žlutý pigment byl získáván z kručinky barvířské (*Genista tinctoria* L.) nebo z rezedy barvířské (*Reseda luteola* L.) a modrá barva z indigovníku nebo borytu, jak již bylo výše zmíněno. Barva, kterou bylo možné získat z duběnek a železa byla označovaná za černou, ale nelze ji srovnávat s černou barvou, kterou lze získat pomocí syntetických barviv (Bidlová 2005).

Pro získání červené barvy byly používány nejen rostliny, ale i nižší živočichové. První zmínky o mořeně barvířské (*Rubia tinctorum* L.) pocházejí z Indie a jsou více než 3 000 let staré. K získání barvy se používaly pouze kořeny této rostliny. Podle použitého mořidla byl ovlivňován výsledný odstín. V jiných částech světa se používaly jiné druhy mořeny, například mořena srdčitolistá (*R. cordifolia* L.), mořena cizí (*R. peregrina* L.) a morinda barvířská (*Morinda citrifolia* L.). Barvířské krvavé dřevo, kterým se označoval santal bílý (*Santalum*

album L.), se používalo hlavně k barvení vlny a k upravení barvy indiga (Tichý & Tichá 1998; Bidlová 2005).

Jako zdroj žluté barvy se používalo mnoho rostlin, například kurkuma dlouhá (*Curcuma longa* L.), světlice barvířská (*Carthamus tinctorium* L.), rmen barvířský (*Anthemis tinctoria* L.), rýt barvířský (*Reseda luteola* L.), kručinka barvířská (*Genista tinctoria* L.), šafrán setý (*Crocus sativus* L.) a dřeva různých druhů řešetláku (*Rhamnus* sp. L.). Světlice barvířská obsahuje dvě barviva, žlutý carthamin a červený carthamon. Získání červeného barviva, které se nazývalo španělská červen, bylo časově velmi náročné, nicméně v 16. století se v Evropě těšilo velkému rozmachu. U šafránu byla zdrojem žlutého barviva žlutooranžová blizna, která byla často falšována levnějšími variantami květu světlice barvířské. Získané barvivo nebylo potřeba upravovat mořidly. Šafrán byl používán po celém světě nejen jako barvivo, ale i jako cenné koření. Dřevo z řešetláků se používalo hlavně k barvení hedvábí (Bidlová 2005; Bechtold & Mussak 2009).

Barvířská rostlina henna neboli lavsonie beztrnná (*Lawsonia inermis* L.) je zdrojem hnědé barvy a byla používána spíše než k barvení textilií k barvení kůže nebo vlasů. Dřevo akácie katechu (*Acacia catechu* M.) bylo používáno k barvení bavlny pro její oranžové odstíny hlavně v Asii (Bidlová 2005).

V roce 1856 přišla nová epocha vývoje barviv, a to náhodným objevem Williama Henryho Perkin. Při syntéze chininu našel první anilinovou barvu, původně označenou za Perkinovu violet, ve Francii přejmenovanou na mauvein. Po tomto nálezů již rychle následovaly další objevy syntetických barviv. Například François-Emmanuel Verguin objevil fuchsin a Charles Lauth methylviolet. Tato anilinová barviva pestrostí předčila barviva přírodní, ale jejich stálost na světle byla slabá. Tento problém vyřešil objev azových barviv (Zahradník 1986; Christie 2015).

Přestože v dnešní době jsou rostlinná a obecně přírodní barviva překonána syntetickými barvivy, v historii mělo barvířské řemeslo velmi důležitou roli. Barvení rostlinnými barvivy je nicméně stále zachováváno v tradičních řemeslech. V poslední době zájem o přírodní barviva opět stoupá, a to jak ze zdravotních, tak z environmentálních důvodů. Syntetická barviva totiž znečišťují odpadní vody více než barviva přírodní (Skarlatová & Vechová 2005; Kumbasar 2011).

3.2 Barviva, barva, pigmenty

Barviva jsou látky schopné se vázat různými způsoby na různé materiály a absorbovat světlo ve viditelné části spektra. Jsou rozpustné ve vodě (Christie 2015).

Pigmenty jsou barevné sloučeniny, které jsou naopak ve vodě nerozpustné a jsou stále i v mnoha organických rozpouštědlech, na světle i při vyšších teplotách. Dělíme je na organické a anorganické, na přírodní a umělé. Přírodní pigmenty získáváme mletím nebo sušením přírodních materiálů a ty umělé chemickými procesy. Používají se při výrobě nátěrových hmot, k barvení plastů a syntetických vláken (Zahradník 1986; Šimůnková 1993).

Barva tělesa, kterou vnímá lidské oko, je výsledkem odrážení nebo propouštění určitého podílu světla ze spektra bílého světla. Bílé světlo je složeno ze všech barev viditelného spektra. Patří do oblasti absorbovatelného světla spolu s ultrafialovým a infračerveným světlem, která jsou ale pro lidské oko neviditelná. Barvy viditelného spektra

jsou fialová, modrá, zelená, žlutá, oranžová, červená. Tyto barvy jsou v rozmezí vlnové délky 400–700 nm. Barvu tělesa určí to, zda se bílé světlo odrazí nebo bude pohlceno. Pokud se bílé světlo zcela odrazí, těleso má bílou barvu. Pokud bude bílé světlo zcela pohlceno, těleso má barvu černou. Když těleso absorbuje jen určitou část bílého světla, tak světlo, které se odrazí, určuje barvu podle své vlnové délky (Zahradník 1986).

3.3 Rostlinná barviva

Rostlinná barviva se nacházejí v různých částech rostlin. Například v kořenech, kůře, stonku, semenech či plodech. Z jedné rostliny lze získat více barev, podle toho, jakou část pro extrakci barviva použijeme (Yusuf 2018). Lze je dělit dle lokalizace v buňce na plastidová a vakuolární.

Plastidová barviva, jak jejich název napovídá, se vyskytují v plastidech a zároveň se zde syntetizují. Jsou rozpustné v tucích, proto je lze extrahovat organickými rozpouštědly. Patří mezi ně chlorofyly *a*, *b*, xantofyly nebo β -karoteny.

Vakuolární barviva neboli hydrochromy se nacházejí ve vakuolách a jsou syntetizovány v cytoplasmě. Jsou rozpustné ve vodě. Vyskytují se především v květech a plodech, určují jejich barvu. Vakuolární barviva jsou například anthokyany, flavony a flavonoly (Rosypal 2003; Chen 2015).

Rostlinná barviva lze také rozdělovat podle chemické struktury, fyzikálních vlastností, způsobu vazby na materiál, biologické funkce v přírodním materiálu a podobně (Čopíková et al. 2005).

3.3.1 Přehled vybraných rostlinných barviv podle chemické struktury

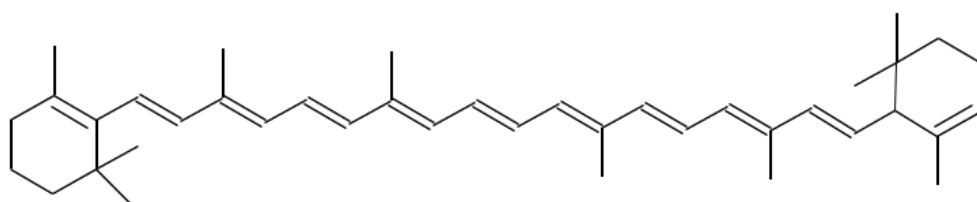
Polyenová barviva

Podle struktury je řadíme mezi tetraterpeny (viz obrázek 1), řetězce konjugovaných uhlovodíků a jejich derivátů s dvojitými vazbami $C = C$ určující jejich barevnost. Jsou částečně nebo úplně nerozpustné ve vodě (Gross 1991).

Karotenoidy mají žlutou, oranžovou a červenou barvu a patří mezi nejrozšířenější a nejvýznamnější přírodní barviva. Jsou to rostlinné i živočišné pigmenty. Kromě toho jsou i důležitou součástí lidské stravy jako prekurzory vitamínu A. Karotenoidy dělíme na karoteny a jejich kyslíkaté deriváty xantofyly (Gross 1991).

Karoteny mají tři izomery α , β a γ . β -karoten způsobuje oranžovou barvu mrkve (*Daucus* sp. L.), je velmi významným prekurzorem vitamínu A. Červený pigment lykopen, což je konjugovaný polyen, je obsažen v rajčeti (*Solanum* sp. L.) (Pacák 1982; Čopíková et al. 2005).

Významným zástupcem xantofylů je žlutý lutein, který se vyskytuje nejen ve vaječném žloutku, ale také v některých rostlinách. Například v afrikánu (*Tagetes* sp. L.), který se nejvíce pěstuje v Mexiku, pampelišce lékařské (*Taraxacum officinale* L.) a měsíčku lékařském (*Calendula officinalis* L.). Zeaxanthin je obsažen v zrnech kukuřice. Je podobný luteinu a jeho pigment má také žlutou barvu. Lutein a zeaxanthin jsou antioxidanty. Pigment, který se nachází v luscích papriky (*Capsicum* sp. L.), se nazývá kapsanthin (Pacák 1982; Čopíková et al. 2005).



Obrázek 1: Vzorec tetraterpenů (zdroj: autor práce)

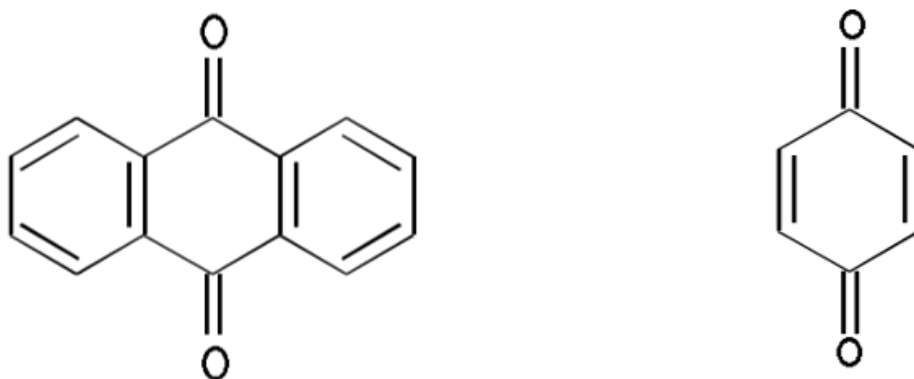
Chinonová barviva

V přírodě patří mezi nejrozšířenější, ačkoliv k její pestrosti moc nepřispívají, jelikož chinonová barviva jsou obsažena hlavně v kůře a kořenech rostlin. Vznikají z fenolů jako substituované deriváty benzochinonů, antrachinonů a naftochinonů (viz obrázky 2, 3, 4) (Bechtold & Mussak 2009).

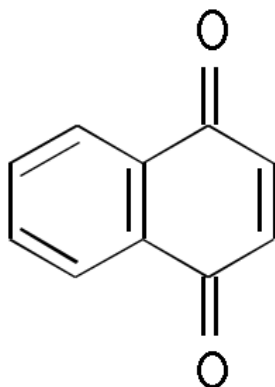
Mezi hlavní zástupce antrachinonových barviv patří alizarin, který se ve formě glykosidu vyskytuje v mořeně barvířské (*Rubia tinctorum* L.). Alizarin je červené barvivo, které se už od pradávna používalo k barvení textilií. Už od poloviny 19. století se alizarin vyrábí synteticky.

Lawson patří mezi deriváty 1,4 – naftochinonu. Má žlutooranžovou barvu a je součástí barviva henny, která se získává ze sušených, namletých listů a výhonků keře lavsonie bílé (*Lawsonia inermis* L.). Velmi významným derivátem naftochinonu je také juglon, který se nachází v ořešácích (*Juglans* sp. L.).

Třetí skupinou chinonových barviv jsou benzochinony, mezi něž patří například hnědé barvivo fumigatin, které lze získat z hub (Pacák 1982; Čopíková et al. 2005).



Obrázek 2,3: Vzorec 9,10-antrachinoninu a vzorec 1,4-benzochinonu (zdroj: autor práce)



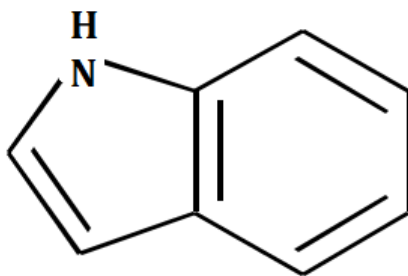
Obrázek 4: Vzorec 1,4-naftochinonu (zdroj: autor práce)

Indolová barviva

Indolová barviva jsou příbuzná s pyrrolovými barvivy, protože jsou odvozená od indolu (viz obrázek 5), což je derivát pyrrolu. Indol je základem dalších sekundárních metabolitů rostlin, například glykosidů a alkaloidů.

Významným zástupcem je indigo, jedno z nejstarších barviv, které se nachází v indigovníku (*Indigofera* sp. L.) nebo v borytu barvířském (*Isatis tinctoria* L.). Má modrou barvu a v dnešní době je již nahrazeno syntetickými barvivy (Pacák 1982; Čopíková et al. 2005).

Červená řepa (*Beta vulgaris* L.) je zdrojem glykosidického pigmentu betakyanu. Hlavním betakyanem je betalain. Jeho barva závisí na hodnotě pH, pohybuje se od modré k červené. Může být kromě červené řepy obsažen i v houbách, například žampionech (*Agaricus* sp. L.) Druhá skupina betakyanů jsou betaxanthiny, což jsou deriváty odvozené od aminokyselin nebo biogenních aminů, které mají žlutou barvu. Obecně se betakyaniny používají zejména jako potravinářská barviva (Váchalová et al. 2019).



Obrázek 5: Vzorec indolu (zdroj: autor práce)

Pyranová barviva

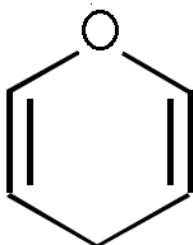
Pyranová barviva jsou odvozena od pyranu (viz obrázek 6). Jsou obsažena především v květech a plodech rostlin. Dělí se do několika podskupin podle sloučeniny, od které jsou

odvozeny. Jsou to xanthony, flavony, isoflavony, flavonoly a anthokyany, souhrnně se označují jako flavonoidy. Toto jsou aglykony (necukerné sloučeniny), které jsou konjugovány s cukernými zbytky, například D-glukósou nebo D-arabinósou, čímž vznikají glykosidy (Chen 2015).

Mezi anthokyany patří kyanidin, který spolu s karotenoidy mění barvu podzimního listí a červený pelargonidin z pelargonii (*Pelargonium* sp. L.). Anthokyany mohou být modré nebo červené až fialové, v závislosti na hodnotě pH (Chen 2015).

Flavony a isoflavony jsou hydroxyderiváty flavonu a isoflavonu. Do této skupiny patří apigenin, který je žlutý, ve vodě nerozpustný a nachází se v petrželi (*Petroselinum* sp. L.) nebo řapíkatém celeru (*Apium graveolens* L. var. *dulce*) (Chen 2015).

Flavonoly jsou odvozeny od flavonu. Nejrozšířenějším flavonolem je kvercentin, který se získává z cibule, chmele, česneku a plodů kaštanů. Má oranžovohnědou barvu (Chen 2015).

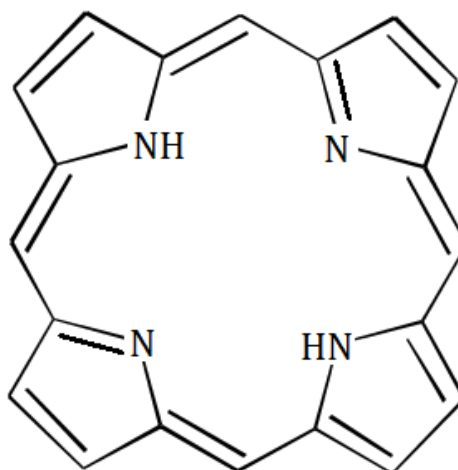


Obrázek 6: Vzorec pyranu (zdroj: autor práce)

Pyrrolová barviva

Tato barviva jsou tvořena čtyřmi pyrrolovými jádry, která jsou spojena methinovými nebo methylenovými skupinami. Mezi cyklické tetrapyrroly patří hem a chlorofyl. Produkty rozpadu hemu patří mezi lineární tetrapyrroly. Cyklické tetrapyrroly se nazývají porfíny, viz obrázek 7 (Chen 2015).

Nejvýznamnějším rostlinným barvivem této skupiny je chlorofyl, který v rostlinách zajišťuje fotosyntézu. Nachází se ve všech pletivech vyšších rostlin, mechů, řas a některých bakterií. Chlorofyl je nerozpustný ve vodě, ale je rozpustný v organických rozpouštědlech. Silně absorbuje červené a modré světlo, proto mají rostliny zelenou barvu. Rozlišujeme chlorofyly *a* a *b*, které se od sebe liší svým složením a vlastnostmi. Díky rozdílnému složení má chlorofyl *a* spíše modrozelený odstín a chlorofyl *b* žlutozelený odstín (Kretovič 1954; Gross 1991). Chlorofyl je sice nestabilní látka, která rychle podléhá degradaci, ale i přesto se používá jako barvivo do potravin, například nápojů nebo těstovin (Vrbová 2011).



Obrázek 7: Vzorec porfinu (zdroj: autor práce)

3.4 Syntetická barviva

Syntetická barviva jsou známá od roku 1856 díky objevu Williama Henryho Perkina. V současnosti jsou i barviva, která lze získat z přírodních látek, vyráběna synteticky. Aby mohla být látka považována za barvivo, musí splnit několik podmínek. Například musí být schopna fixace na barvenou látku, musí být stálá na světle a být odolná vůči detergentům a organickým rozpouštědlům. Nesmí vyvolávat zdravotní riziko, protože kromě textilního průmyslu se syntetická barviva používají i v potravinářském nebo farmaceutickém průmyslu (Singh & Yadav 2009).

Syntetická barviva mají rozmanitou chemickou strukturu, mohou obsahovat aromatická a heterocyklická jádra. Z hlediska ceny i použitelnosti syntetická barviva předčí barviva přírodní. (Pacák 1982; Singh & Yadav 2009).

3.4.1 Přehled vybraných syntetických barviv podle chemické struktury

Azobarviva

V textilním průmyslu nejvíce převažují azobarviva. Tvoří 1/3 všech vyrobených syntetických barviv. Mohou mít různé barvy od žluté po černou. Lze jimi barvit přírodní syntetická textilní vlákna. Obsahují minimálně jednu azoskupinu $-N=N-$, na kterou jsou vázány heterocyklické, alifatické nebo aromatické zbytky. Podle počtu azoskupin se dělí na monoazobarviva, diazobarviva a podobně (Zahradník 1986; Borodkin 1987). Azobarviva se připravují kopulací (organická reakce) diazoniových solí s aromatickými aminy nebo fenoly. Podle fyzikálních vlastností se azobarviva řadí mezi přímá barviva (Pacák 1982; Chatwal & Arora 2008; Singh & Yadav 2009). Významným zástupcem je methyloranž. V závislosti na hodnotě pH může mít odstíny od oranžové po červenou, proto se dnes používá jako indikátor pH. Lze jej použít i k barvení vlny či hedvábí. Prvním přímým barvivem byla kongočerven, která se používala k barvení celulósových vláken (Singh & Yadav 2009).

Difenylnmethanová a trifenylnmethanová barviva

Difenylnmethanová a trifenylnmethanová barviva se řadí mezi bazická barviva. Difenylnmethanová barviva jsou deriváty difenylnmethanu (Chatwal & Arora 2008). Trifenylnmethanová barviva jsou deriváty trifenylnmethanu. Připojení auxochromu, funkční skupiny umožňující barvit substrát a podmiňující odstín, v para poloze na centrální atom uhlíku zvyšuje afinitu k vláknu. Trifenylnmethanová barviva mají nejčastěji odstíny červené, fialové, modré a zelené (Zahradník 1986; Hampl & Paleček 2002). Zástupcem je například malachitová zeleň, která se dříve používala jako přímé barvivo na vlnu, nebo křišťálová fialová. Obě tato barviva jsou dnes například používána jako barviva v mikrobiologii (Singh & Yadav 2009).

Nitrobarviva a nitrosobarviva

Nitrobarviva a nitrosobarviva obsahují, jak název napovídá, buď nitroskupinu nebo nitrososkupinu. Nitrobarviva dělíme na nitrofenoly, nitronaftoly a nitroaminy. První dvě skupiny mají žluté odstíny, ovšem jsou velmi nestálé na světle. Zástupcem je například 2,4,6 – trinitrofenol, triviálním názvem pikrová kyselina. Ta se dříve používala k barvení proteinových vláken, později jako výbušnina. Nitrosobarviva jsou deriváty naftolů a fenolů. Sami o sobě mají nevýraznou žlutou až žlutohnědou barvu. S kovy tvoří komplexy, s nimiž produkují více intenzivní a stálější barvy. Například komplex se železem zelenou, s kobaltem červenohnědou a s chromem olivovou barvu (Borodkin 1987; Chatwal & Arora 2008; Singh & Yadav 2009).

Antrachinonová barviva

Antrachinon je základem antrachinonových barviv. Nejvýznamnějším zástupcem je alizarin (1,2 – dihydroxyantrachinon), u kterého se již upustilo od jeho získávání z přírodních materiálů a vyrábí se pouze synteticky. Alizarin je mořidlové barvivo. Využívá se k barvení bavlny, přičemž nejdříve je nutné vlákna namořit hlinitými solemi. Vznikne tzv. turecká červen, která dle svého názvu zbarví vlákna do červena (Borodkin 1987; Singh & Yadav 2009).

3.5 Rozdělení barviv podle fyzikálních vlastností

Kromě rozdělení barviv podle původu nebo podle chemické struktury se dají barviva rozdělit podle způsobu aplikace na vlákna. Existují různé metody aplikace, záleží samozřejmě na struktuře barviva, ale zejména na fyzikálních vlastnostech, například rozpustnosti. Proto barviva, která jsou podle struktury řazena do stejné skupiny, mohou být podle aplikace, tj. fyzikálních vlastností, řazena do jiných skupin (Chatwal & Arora 2008).

Na základě vzájemného ovlivňování mezi vláknem a barvivem je možné navrhnout nebo přímo určit, které vlákno by mělo být barveno jakým barvivem či barvivou. Chatwal & Arora (2008) uvádí tyto příklady, které jsou dále v kapitole rozvedeny:

- Bavlna může být barvena přímými barvivou, kypovými barvivou a sirnými barvivou.

- Vlna může být barvena kyselými barvivy, mořidlovými barvivy a bazickými barvivy.
- Hedvábí může být barveno přímými barvivy, kyselými barvivy, mořidlovými barvivy a bazickými barvivy.
- Polyesterová vlákna mohou být barvena pouze disperzními barvivy.

3.5.1 Rozpustná barviva

Přímá barviva

Přímá barviva, jinak také základní, lze přidávat k bavlněným vláknům přímo do vodného roztoku. Obsahují sulfonové kyseliny, díky nimž jsou rozpustné ve vodě. Přímá barviva aplikovaná na bavlněná vlákna mají slabou stálost, při praní barvy světlají. Nicméně jsou často používána kvůli nízkým nákladům a jednoduchosti barvení. Příkladem je kongo červeň, podle chemické struktury řazena do azobarviv (Chatwal & Arora 2008).

Kyselá barviva

Jsou rozpustná ve vodě a mají afinitu jak k proteinovým vláknům jako je vlna a hedvábí, tak i k netextilnímu materiálu, kůži. Fixaci barviva na vlně zajišťuje reakce mezi barvivem a keratinem. Barvivo na vlákně drží pomocí iontových sil. Příkladem jsou nitrobarviva, například pikrová kyselina nebo azobarvivo metanilová žluť (Chatwal & Arora 2008). Kromě proteinových vláken se kyselá barviva používají pro barvení polyamidových vláken a výjimečně vláken z regenerované celulózy. Vlákna se barví v kyselé barvicí lázni (Hladík et al. 1982).

Mořidlová barviva

Jsou to organické nebo anorganické sloučeniny, které se používají k fixaci barviva na textilní vlákno. Mořidla se používají mimo jiné v případě, když barviva mají nízkou afinitu k vláknům. Patří mezi ně například zásaditá a kyselá mořidla. Zásaditá mořidla jsou hydroxidy chromu, hliníku, železa, kobaltu a podobně. Používají se pro kyselá barviva. Ke kyselým mořidlům řadíme například taniny, které se používají pro zásaditá barviva. (Borodkin 1987; Chatwal & Arora 2008).

Chromová barviva jsou druhem mořidel, kdy je chrom používán jako mořidlo pro barvení především proteinových vláken. Barvená vlna se zpracuje v přítomnosti mravenčí kyseliny. Tento proces se nazývá chromování. Chromová barviva jsou světlá a matná (Chatwal & Arora 2008).

Bazická barviva

Obsahují chemickou skupinu NH_2 . Reagují s proteinovými vlákny a mají nízkou afinitu k celulóзовým vláknům. Celulózová vlákna se nejprve musí ošetřit mořidlem, například tříslovou kyselinou. Tato barviva mají sice zářivé odstíny, ale nejsou stálá na světle. Mezi bazická barviva patří i Perkinova violet, první syntetické barvivo (Chatwal & Arora 2008).

3.5.2 Nerozpustná barviva

Kypová barviva

Kypová barviva nejsou rozpustná ve vodě. Když se tato barviva redukuje hydrosiřičitanem sodným v alkalickém prostředí, vznikají bezbarvé rozpustné sodné soli, tzv. leukosloučeniny. Takovému roztoku se říká kypa. Po aplikaci barviva na celulózní vlákno se za přítomnosti kyseliny regeneruje zpět na nerozpustnou barevnou formu. Afinita k syntetickým vláknům je nízká. Příkladem jsou antrachinonová barviva (Hladík et al. 1982; Chatwal & Arora 2008).

Sírná barviva

Jsou podobná kypovým barvivům a jsou také nerozpustná ve vodě. Sírná barviva jsou redukována sulfidem sodným v alkalickém prostředí. Oxidací se opět mění na nerozpustné barvivo. Sírná barviva mají tmavé odstíny, jsou stále vůči světlu (Hladík et al. 1982; Chatwal & Arora 2008).

Disperzní barviva

Disperzní barviva jsou významná hlavně proto, že s nimi lze barvit i hydrofobní vlákna. Například acetátová a polyamidová vlákna, ale i hydrofobnější polyesterová vlákna. Tato barviva jsou ve vodě nerozpustná. Jsou rozemleta a rozptýlena ve vodě. Tyto částice se nanášejí na vlákna pomocí organických rozpouštědel, nebo za použití vysokých teplot a tlaku (Hladík et al. 1982; Chatwal & Arora 2008).

3.6 Konkrétní druhy rostlin použité při barvení textilních materiálů v praktické části

3.6.1 Cibule kuchyňská (*Allium cepa* L.)

Cibule kuchyňská patří do čeledi liliovitých (*Liliaceae*). Je to dvouletá až tříletá bylina. Pěstuje se pro podzemní cibule, které jsou tvořeny několika vrstvami tzv. suknicemi. Kořeny cibule neprorůstají do hlubokých vrstev ornice, jsou uloženy jen mělce. Stonek je silný a dutý. Listy má cibule také duté, jsou válcovitého tvaru, jejich konce jsou špičaté a mají zelenou barvu. Květní stonek, který vyrůstá ve druhém roce je vyšší než listy. Na jeho konci je vrcholičnaté květenství bílé až narůžovělé barvy. Tvar a barva cibule závisí na odrůdě. Cibule kuchyňská má kulatý tvar a žlutou barvu (Hlava et al. 1987; Attokaran 2017).

Podobně jako česnek (*Allium* sp. L.) nebo pažitka (*Allium* sp. L.) je cibule aromatická zelenina. Intenzivně vonící, ve vodě nerozpustné látky, jinak také silice, způsobují specifickou vůni cibule a také její slzotvorné schopnosti. Vůni cibule způsobují sírné sloučeniny. Například thiosulfináty, cystein-sulfoxidy a 1-propenylsulfonová kyselina, která je hlavní slzotvornou látkou. Cibule má vysoký obsah fruktózy, proto při tepelné úpravě získává hnědou barvu, fruktóza karamelizuje (Lapčík et al. 2011; Attokaran 2017).

V cibulových slupkách se nacházejí flavonoidy, konkrétně glykosidy flavanoly, především kvercentin. Díky flavonoidům má cibule antioxidační účinky. Kvercentin jí poskytuje oranžovou až oranžovohnědou barvu (Bechtold & Mussak 2009; Velíšek & Hajšlová 2009).

K barvení se používají cibulové slupky tzv. suknice. Lze získat béžové, hnědé až hnědočervené odstíny, které jsou poměrně stálé. Pokud se do lázně přidá kamenec jako mořidlo, lze získat žlutou barvu. K získání zelených až hnědozelených odstínů se do lázně přidává jako mořidlo zelená či modrá skalice. Kromě textilu, se cibulové slupky ve velké míře používají při barvení vajíček na Velikonoce (Tichý & Tichá 1998; Bidlová 2005).

3.6.2 Červená řepa (*Beta vulgaris* L.)

Červená řepa je dvouletá rostlina z čeledi laskavcovitých (*Amaranthaceae*). Je to kořenová zelenina a ke konzumaci slouží jak bulva, tak i listy. Listy mají srdčitý tvar a mohou být až 20 cm dlouhé. Řepa kvete ve druhém roce, její květenství je lata, má drobné světlé okvětní lístky (Attokaran 2017).

Čerstvá červená řepa má vysoký obsah sacharidů 9,6 % z toho 6,8 % jsou cukry. Také je bohatým zdrojem vitamínu B a minerálů. Zbarvení bulvy zajišťují betalainy, které patří mezi betakyany. Nejhojnějším betalainem je betanin. Betanin je červené glykosidové barvivo, používané hojně v potravinářském průmyslu, označuje se E162. Používá se například pro barvení ovocných nápojů nebo jogurtů, ale také pro barvení masných výrobků. Minoritními složkami v červené řepě jsou také probetanin, neobetanin a vulgaxanthin (Vrbová 2011; Attokaran 2017; Váchalová 2019).

Barevná intenzita betalainů v bulvě je sice vysoká, ovšem obsah v nezpracované červené řepě je maximálně 2 %, po tepelné úpravě se toto množství snižuje. Proto je k barvení textilních vláken potřeba velké množství rostlin (Attokaran 2017).

3.6.3 Jabloň domácí (*Malus domestica* B.)

Jabloň domácí je ovocný strom z čeledi růžovitých (*Rosaceae*). Vytváří široké koruny, které mohou být 10–15 metrů vysoké. Listy mají vejčitý tvar. Začátkem května se objevují více či méně růžové květy, s lichým počtem okvětních lístků, třemi nebo pěti. V září až v říjnu dozrávají plody – malvice. Malvice mohou mít různou barvu od žluté, přes zelenou po červenou, v závislosti na druhu. Jabloně jsou jedním z nejrozšířenějších ovocných stromů v mírném pásu severní polokoule. Kmen kryje kůra, která se s vyšším věkem přeměňuje na borku. Funkce kůry, posléze borky, je chránit mízní pletivo kambium a také zabraňovat vypařování vody z celého povrchu kmene (Pokorný et al. 1990).

Stejně jako v cibuli je i v plodech jabloně zastoupen glykosid kvercentin, což je barvivo patřící do skupiny flavonoidů. Ovšem co se týče příjmu této antioxidační látky, tak při konzumaci jablek je čtyřikrát menší příjem než při konzumaci cibule (Bechtold & Mussak 2009). Mezi flavonoidy se také řadí florizin. Toto barvivo se vyskytuje jak v plodech, tak i v kůře jabloní. Lze ho použít jako náhradu syntetického barviva tartrazinu, který se používá v potravinářském průmyslu. Florizin se získává z výlisků plodů a má stejně jako tartrazin žlutou barvu. Nicméně syntetická výroba tartrazinu stále převládá (Guyot 2007; Vrbová 2011).

Rozemletá kůra s chromovými solemi jako mořidlem barví vlákno na žlutou nebo hnědožlutou barvu (Tichý & Tichá 1998).

3.6.4 Kávová zrna z kávovníků (*Coffea* spp. L.)

Kávovníky mohou být stále zelené keře nebo malé stromy. Patří do čeledi mořenovitých (*Rubiaceae*). Kávovník arabský (*Coffea arabica* L.) a kávovník statný (*Coffea robusta* L.) jsou komerčně nejvíce pěstované kávovníky. Kávovník arabský může dosahovat výšky až 8 metrů, ale kvůli sklizni není žádoucí příliš vysoká rostlina. Listy mají lesklý povrch a podlouhlý oválný tvar s výrazným žilkováním. Květy mají bílou barvu. Plodem je peckovice, tvarem i barvou připomínající třešně. Uvnitř jednoho plodu jsou dvě kávová semena z jedné strany zploštělá s výraznou rýhou a z druhé strany vypouklá. Jejich barva je šedá nebo zelená. Typickou hnědou barvu získávají až po zpracování, to už se nazývají kávová zrna. Typické aroma dává kávovým zrnům proces pražení (Attokaran 2017).

Kávová zrna obsahují 3 % kofeinu. Díky fenolickým sloučeninám lze pomocí kávových zrn barvit vlákna na hnědou barvu. Přidání různých mořidel ovlivňuje výslednou barvu. Například přidáním zelené skalice bude mít vlákno světle hnědou až béžovou barvu (Tichý & Tichá 1998; Farah & Donangelo 2016; Attokaran 2017).

3.6.5 Kurkuma (*Curcuma longa* L.)

Koření kurkuma se získává z kurkumovníku dlouhého (*Curcuma longa* L.) patřícího do čeledi zázvorovitých (*Zingiberaceae*). Tato bylina dorůstá výšky 0,5–1 metru. Má široké zelené listy, na koncích špičaté. Květy vyrůstají na vlastních květních stvolech a mají žlutou barvu. Hlavním produktem této vytrvalé byliny je oddenek, který se sklízí každý rok. Oddenek má dvě části, primární hlízu a z ní vyrůstající sekundární oddenky. Kurkuma se po sklizni suší na slunci. Přestože je žlutý pigment citlivý na sluneční světlo, nedochází ke ztrátám, protože je dobře chráněn uvnitř oddenku (Hlava et al. 1987; Craze 2002; Attokaran 2017).

Žluté barvivo obsažené v oddenku se nazývá kurkumin. Patří do skupiny flavonoidů. Obecně označované barvivo kurkumin tvoří tři kurkumoidy: kurkumin 80–85 %, demethoxykurkumin 10–15 % a bisdemethoxykurkumin 5 %. Kurkumin je pigment, je tedy nerozpustný ve vodě, ale je rozpustný v organických rozpouštědlech (Bechtold & Mussak 2009; Attokaran 2017).

Kurkuma se používá do směsi koření pro indická a asijská jídla nebo jako samostatné koření. Kurkumin se používá jako barvivo E100 do různých potravin, například hořčic, cukrovinek nebo nápojů (Vrbová 2011). V kosmetice se kurkumin přidává například do rtěnek či barev na vlasy. Kurkumin je také antioxidant a používá se i v lékařství. Vědci ze Spojených států dokázali, že kurkumin zpomaluje rakovinu prsu, prostaty či plic (Hlava et al. 1987; Attokaran 2017).

Textilní vlákna se kurkuminem barví i bez použití mořidel, vzniká krásně sytá žlutá až žlutooranžová barva. Nicméně stálost na slunci je velmi slabá (Bidlová 2005).

3.6.6 Ořešák královský (*Juglans regia* L.)

Ořešák je opadavý listnatý strom z čeledi ořešákovitých (*Juglandaceae*). Dorůstá výšky až 25 metrů. Má mohutně rozpukanou borku šedočerné barvy. Listy jsou lichozpeřené, tzn. že jsou složené a vřeteno, což je pokračování řapíku, je zakončeno jedním listem. Ořešák kvete na jaře, má drobné květy uspořádané v převislých jehnědách. Jeho plody mají kulatý nebo vejčitý tvar. Jsou to peckovice, označovány jako vlašské ořechy. Vlašské ořechy jsou obaleny češulí. Tento zdužnatělý obal po dozrání puká a plod vypadává na zem (Pokorný at al. 1990).

Významné barvivo, které je obsaženo v listech i v oplodí (češuli), patří do skupiny chinonových barviv a nazývá se juglon. Je to derivát naftochinonu. Chemický vzorec juglonu je 5-hydroxy-1,4-naftochinon. Barvivo se extrahuje ze sušeného oplodí nedozrálých ořechů, nebo ze sušených listů. Čerstvé listy a oplodí obsahují hořký hydrojuglon-4- β -glukosid. Po narušení struktury vzniká oxidací hydrojuglon a juglon, kteří způsobují typické hnědé zbarvení v místě narušení povrchu. Kromě toho listy i oplodí obsahují menší množství L-askorbové kyseliny (vitamin C) (Bechtold & Mussak 2009; Spilková at al. 2016).

Pro barvení vláken juglonem není potřeba používat mořidla, výsledná barva je stálá a má hnědé odstíny. Pokud se použije pouze oplodí, je barva tmavohnědá, samotné listy se používají zřídka, produkují světlou krémovou barvu. Barvit lze širokou škálu textilních vláken, například vlnu, hedvábí, nylon, polyester nebo celulózová vlákna. V dnešní době je také velký zájem o barvení vlasů juglonem. Kromě vlasové kosmetiky se juglon přidává například do samoopalovacích krémů (Hlava et al. 1987; Tichý & Tichá 1998; Bechtold & Mussak 2009).

3.6.7 Paprika setá (*Capsicum annuum* L.)

Paprika setá patří do čeledi lilkovitých (*Solanaceae*). Je to jednoletá bylina s dřevnatou stopkou. Má velké zelené listy a kvete bíle. Z jednoho květu vznikne jeden plod. Plod papriky je bobule, v průběhu zrání mění svoji barvu. Tvary plodů jsou rozmanité, mohou být podlouhlé a úzké, nebo naopak téměř kulaté. Rozemleté koření paprika může být směsí více druhů paprik, většinou druhů s červenou barvou plodů (Chen 2015; Attokaran 2017).

Velmi významnou složkou paprik jsou xantofyly, což jsou kyslíkaté deriváty karotenoidů. Xantofyly jsou pigmenty, takže nejsou rozpustné ve vodě. Tyto pigmenty způsobují oranžové až červené zbarvení. V plodech se nejvíce vyskytují dva známé xantofyly, a to kapsanthin a kapsorubin. V menší míře také kryptokapsin, zeaxanthin, lutein a β -karoten. Papriky jsou také jedním z nejvýznamnějších přírodních zdrojů vitamínu C (Chen 2015; Attokaran 2017).

Význam papriky v gastronomii netřeba zmiňovat. E160c je označení pro oranžové až červené přírodní barvivo, které se získává z červených paprik pomocí organických rozpouštědel. Toto barvivo se používá například v uzeninách, slaných pochoutkách nebo v jogurtech (Vrbová 2011).

3.6.8 Špenát setý (*Spinacia oleracea* L.)

Špenát setý patří do stejné čeledi jako červená řepa, tedy laskavcovité (*Amaranthaceae*). Je to jednoletá rostlina. Špenát má velké zelené listové růžice, které jsou volné a přizemní. Květ, který má zelenožlutou barvu, je nežádoucí, snižuje totiž kvalitu listů špenátu (Faustus & Polívka 1976).

Pigmenty obsažené ve špenátu se řadí mezi plastidová barviva. To znamená, že jsou separována z chloroplastů. Z chloroplastů lze separovat chlorofyl a karotenoidy. Chlorofyl má zelenou barvu a podle struktury se řadí mezi pyrrolová barviva. Mezi karotenoidy patří například β -karoten, lutein nebo zeaxanthin a velmi málo violaxanthinu a neoxanthinu. Obsah β -karotenu vysvětluje, proč je špenát výborným zdrojem vitamínu A (β -karoten je provitamin vitamínu A) (Gross 1991; Bechtold & Mussak 2009).

Chlorofyl se v potravinářském průmyslu používá jako přírodní barvivo s označením E140. Ačkoliv je to jeden z nejrozšířenějších pigmentů v přírodě, jeho použití je limitováno tím, že se snadno rozkládá na světle. Stabilnější je barvivo E141, což jsou měďnaté komplexy chlorofylů. Barviva E140 i E141 mají zelenou barvu (Vrbová 2011).

3.6.9 Třezalka tečkovaná (*Hypericum perforatum* L.)

Třezalka tečkovaná je vytrvalá bylina z čeledi třezalkovité (*Hypericaceae*). Lodyha vyrůstá až do výšky 80 centimetrů. Listy jsou podlouhlého vejčitého tvaru, lodyha se nahoře větví. Na vrcholu lodyhy se nachází chocholičnaté květenství lata. Květy, které jsou tvořeny pěti korunními lístky, mají zlatožlutou barvu. Při porušení květů z ran vytéká tmavě červená šťáva (Hlava et al. 1987).

Třezalka tečkovaná obsahuje například katechinové trísloviny a flavonová barviva rutin a kvercetin. Obě tyto látky mají žlutou barvu. Dále obsahuje velmi významné látky naftodianthrony – hypericin a pseudohypericin. Kromě toho, že to jsou červená barviva, mají prokázané terapeutické účinky. Mají antioxidační, analgetické, protizánětlivé, cytotoxické, antikonvulzivní a neuroprotektivní vlastnosti (Hlava et al. 1987; Porter & Parker 2017).

Třezalka je vděčná barviřská rostlina. Z natě, poupat a květů lze získat rozličné barvy. Z poupat, bez použití mořidla lze získat červenou barvu. Je ale potřeba opravdu velké množství poupat a barva není příliš stálá. S použitím kamence jako mořidla vznikne z poupat béžová barva a z natě světlem žlutá barva. Z květu lze získat zelené, červenohnědé nebo žluté odstíny, a to pomocí kombinace různých mořidel (Tichý & Tichá 1998; Bidlová 2005).

3.7 Textilní vlákna

Suroviny pro zhotovení textilních výrobků jsou přírodní či umělá vlákna. Volba přírodních nebo umělých vláken či jejich směsí závisí na požadovaných vlastnostech produktu. Technologické vlastnosti přírodních vláken se mohou zásadně lišit, například v délce, jemnosti či síle (Gries et al. 2015).

Vlákno je základní surovinou textilních výrobků. Rozlišujeme dvě základní vlákna, spřadatelná (staplová) vlákna a filamenty. Filamentům se také říká vlákna nekonečná. Vlákna jsou obvykle spřádána do příze. Podle další úpravy příze lze rozlišovat tkaninu a pleteninu nebo netkanou textilií. Netkaná textilie může být složena z příze či z filamentů, ale propojení

těchto vláken musí být jinou technikou než tkaním, pletením, splétáním, paličkováním a všíváním. (Piller & Levinský 1982; Švédová 1990; Baugh 2012; Gries et al. 2015).

Textilie je souhrnný název pro textilní suroviny a z nich vyrobené polotovary či výrobky. Mezi textilní suroviny patří vše, co lze zpracovat v textilním průmyslu podle textilních technologií. Textilní suroviny mohou být přírodní vlákna, umělá vlákna, vlákna původní (vlákna která nebyla upravena spřádáním či podobnými způsoby) a odpady a trhaniny z použitých, rozvlákněných či jiných vláken určených pro textilní průmysl (Piller & Levinský 1982; Gries et al. 2015).

3.7.1 Druhy textilních vláken

Přírodní vlákna

Přírodní vlákno se skládá z makromolekul, které jsou pravidelně uspořádané a spojené, říká se jim micely. Micely se ve vláknech střídají s amorfními oblastmi, tzn. neuspořádanými řetězci molekul. Přírodní vlákna se od syntetických výrazně odlišují svým chováním ve vodě a tím i schopností přijmout barvu. Přírodní vlákna jsou hydrofilní, nasávají do sebe značné množství vody. Dochází k rozpínání amorfní oblasti, a to ulehčuje barvení (Zahradník 1986; Chatwal & Arora 2008).

Přírodní spřadatelná vlákna jsou rostlinná (celulózoová), živočišná a anorganická. Mezi rostlinná vlákna ze semen patří bavlna (*Gossypium* sp. L.) a kapok z vlnovce pětimužného (*Ceiba pentandra* L.). Mezi stonková vlákna patří len (*Linum* sp. L.), konopí (*Cannabis* sp. L.), bambus (*Bambusa* sp. L.), kopřiva (*Urtica* sp. L.) a juta z jutovníku (*Corchorus* sp. L.). Listová vlákna jsou sisal z agáve sisalové (*Agave sisalana* L.) a manilského konopí, též banánovník textilní (*Musa textilis* L.). Mezi spřadatelná živočišná vlákna patří vlna, srst z koz, králíků a podobně. K anorganickým spřadatelným vláknům řadíme azbest (Heroldová 2010).

Přírodní nekonečné vlákno je například hedvábí (Baugh 2012).

Vybraná nejvýznamnější rostlinná vlákna

Bavlna

Bavlna je jeden z nejrozšířenějších textilních vláken získávaných ze semen rostlin bavlníku (*Gossypium* sp. L.). Bavlník je 1,5 metru vysoký keř, který se nejčastěji pěstuje v Asii a Americe. Nejstarší zmínka pochází z Indie ze 7. století před našim letopočtem. Do Evropy se bavlna dostala pravděpodobně z Číny o 200 let později (Riello 2013).

Bavlna je z chemického hlediska v podstatě celulóza, nestálá v kyselinách, ale stálá v alkalickém prostředí. Při barvení dochází mezi hydroxylovými skupinami celulózy a barvivem s – OH skupinami k vyrovnání sil. Proto barviva rozpustná ve vodě jen těžko bavlnu obarví a velmi snadno se vypírají (Zahradník 1986).

Bavlna se sklízí pomocí speciálních sklízecích strojů určených pro bavlnu. Před sklizní se z bavlníků odstraní listy pomocí chemických prostředků, proto aby se usnadnilo čištění. Ve sklízecím stroji se utvoří kompaktní blok, který se pak ve výrobě rozvolní a odstraňují se semena. Poté se z bavlny nejčastěji vyrábí příze. Ještě v 50. letech 20. století se bavlna sklízela, čistila a zpracovávala ručně. Až po technologickém rozvoji přichází opravdový rozmach v pěstování bavlny (Jabran & Chauhan 2019).

Bavlna je textilní vlákno, které je velmi příjemné na kůži, dobře saje a skvěle se udržuje. Bohužel má její pěstování obrovské dopady na životní prostředí. Je velmi náchylná ke škůdcům, z čehož plyne, že je používáno obrovské množství pesticidů. Také potřebuje velké množství vody. Postupem času se začala používat geneticky modifikovaná bavlna. Z půdy také odebírá množství živin a používaná těžká technika napomáhá k erozi půdy (Anthony & Mayfield 1994).

Len

Známe asi 200 druhů lnu. Jako tradiční přadná rostlina se používá len setý (*Linum usitatissimum* L.), u kterého se textilní vlákno získává ze stonku. Již 7 000 let před naším letopočtem jsou první záznamy o pěstování lnu v Asii, odkud se pak rozšířil do celého světa. Má dlouhý tenký stonek s krátkým a málo rozvětveným květenstvím (Štaud 2008).

Ze lnu získáváme čtyři produkty – dlouhé vlákno, krátké vlákno, pazdeří a semena.

Dlouhé vlákno se používá pro výrobu ložního prádla, ubrusů, ručníků a podobně. V průmyslu se používá například k výrobě stanů a pytlů. Toto vlákno je pevnější než bavlněné, ale méně pružné. Nevýhodou je velká mačkavost, proto se v dnešní době pro výrobu textilií používá ve směsi s bavlnou.

Krátké vlákno, jinak koudel, se používá k výrobě provazů a hrubších tkanin. Vlákna s nižší jakostí se používají k výrobě papírů, hlavně tenkého cigaretového papíru.

Dřevovina (pazdeří) se získává při zpracování stonku. Dříve se používalo pro výrobu pazderodesek pro výrobu nábytku. V dnešní době se pazdeří používá jako energetické palivo.

Semena mají vysoký obsah bílkovin a oleje. Lněný olej se používá v mnoha odvětvích, například ve farmaceutickém, potravinářském a kožařském. Po tepelné úpravě vzniká fermež, která se používá k povrchové úpravě dřeva. Semena se využívají jako léčivo laxativum (projímadlo). Pokrutiny, které zůstanou po lisování oleje, jsou použity jako bílkovinné krmivo (Štaud 2008).

Len má specifickou technologii sklizení. Po vytrhání se nechá na poli a probíhá rosení nebo máčení, dále se zpracovává v tírnách, kde se rozlámou dřevnaté části. Dalším krokem je potírání, kdy se vlákno načechrává a posledním krokem je valchování, to je pročešávání vláken (Štaud 2008; Gries et al. 2015).

Konopí

Textilní vlákna se získávají ze stonku konopí setého (*Cannabis sativa* L.). První zmínky pochází z 1. století před naším letopočtem, kdy byl vyroben první papír (Běhal 2014). Je to bylina, která tvoří samčí a samičí rostliny, tzn. je dvoudomá. Lodyhy obvykle dosahují do výšky dvou metrů (Holland 2010).

Technologii sklizení má podobnou lnu, ale výsledné vlákno je hrubší. Používá se k výrobě oděvů, provazů, pletacích přízí ale i k výrobě plachet a stanů. V poslední době je velký rozmach v použití konopné příze jako izolačního materiálu (Běhal 2014).

Sisal

Sisal se získává z listů agáve sisalové (*Agave sisalana* L.). Je to tropická rostlina, z níž se vlákna oddělují od dužiny listu, napouštějí se olejem, a pak se protahují a sdružují. Pro

použití v textilním průmyslu se pro svoji hrubost nehodí. Používají se k výrobě koberců, pielingových žinek a terčů pro šipky (Kellie 2016).

Vybraná nejvýznamnější živočišná vlákna

Vlna a srst

Ovčí vlnu získáváme z ovce domácí (*Ovis aries* Linné). Vlna je rohovitý vlasový útvar epidermálního původu. Základem vlny a srsti je keratin. Právě díky keratinu je to nejteplejší textilní vlákno (Zahradník 1986).

Rouno je vlna ještě na ovci anebo vlna po ostříhání, která tvoří celek a nerozpadá se. Tu pak nazýváme jako surovou, potní vlnu. To znamená, že je nepraná a v přirozeném stavu. Po odstranění nečistot, potu a tuku zůstane jen 40 % sřadatelných vláken, která se dají použít v textilním průmyslu. Zpracování vlněných vláken dělíme na česanou a mýkanou přízi. Česaná vlněná příze je jen velmi málo vyráběna samostatně. Většinou se objevuje v kombinaci s jinými vlákny používanými pro textilní průmysl. Nejčastěji společně s bavlněnými vlákny. Česaná příze obsahuje pouze dlouhá vlákna a je jemnější než příze mýkaná. Mýkaná vlněná příze má hrubší povrch s vyčnávajícími vlákny. V dnešní době se používá pro výrobu koberců (Štolc et al. 2007).

Kvalita vlny závisí na mnoha faktorech. Ovlivňuje ji samozřejmě plemeno ovcí, ale také prostředí kde zvíře žilo, potrava a zdravotní stav (Gries et al. 2015).

Kašmír patří mezi nejluxusnější a nejdražší textilní vlákna. Získává se z kozy kašmírské (*Capra aegagrus* Linné) stejně jako u ovcí stříží, ale častěji vyčesáváním spodní vrstvy srsti (Trotman 1964).

Hedvábí

Hedvábí je příkladem nekonečného vlákna. Je produktem snovacích žláz motýlů především z rodu bource morušového (*Bombyx mori* Linné), respektive jeho kukly. Hedvábné vlákno se skládá ze dvou bílkovin. Základem pravého hedvábí je fibroin, který tvoří 65-80 % zámotku, a pojivová látka sericin. Sericin má vysoký obsah hydrofilních skupin, po vyloučení bourcem kryje fibroin a po zaschnutí drží propletená vlákna fibroinu pohromadě.

Zámotky se mohou zpracovávat čerstvé, bez usmrcení kukly, nicméně kdyby se kukla vylíhla, prokousala by zámotek a hedvábné vlákno by bylo znehodnoceno. Proto je častější způsob zpracování zámotků po usmrcení kukly. Pro získání hedvábných vláken je nutné odstranit vrchní vrstvu sericinu, a to tak, že se zámotek ponoří do horké vody (těsně pod bodem varu), sericin změkne a uvolní se fibroinová vlákna (Bártová 1977; Gries et al. 2015).

Anorganická vlákna

Azbest

Azbest lze získat z křemičitanových minerálů, a to z chrysotilu, krokydolitů, amositu, anthofylitu, tremolitu a actinolitů. Až do 80. let minulého století bylo používání azbestových vláken poměrně rozšířené, dokud nebyl zjištěn negativní dopad na lidské zdraví. Dnes se již ví, že azbest je prokázaným karcinogenem a způsobuje například rakovinu plic. Používal se ve stavebním průmyslu nebo pro výrobu ohnivzdorných materiálů, například obleků pro hasiče (Reichrtová 1997; Gries et al. 2015).

Umělá vlákna

Umělá vlákna lze vyrábět z přírodních látek s obsahem celulózy nebo ze syntetického polymeru.

Vlákna vyrábějící se z látek s obsahem celulózy se získávají pomocí chemického výrobního procesu. Patří sem viskózová nebo acetátová vlákna (Baugh 2012).

Celulóza je polysacharid, který se nachází v buněčných stěnách rostlin. Její makromolekulu tvoří glukózové jednotky, na jednom konci s redukující koncovou skupinou a na druhém konci s neredukující koncovou skupinou. Celulóza je díky silným mezimolekulovým vazbám nerozpustná v běžných rozpouštědlech. Nelze ji také tavit, dříve než k tavení dojde, celulóza degraduje. Lze ji přeměnit na rozpustnou formu, ze které je možné vyrábět folie či vlákna. Rozpustná forma celulózy, jinak také regenerovaná celulóza, se získává chemickou přeměnou za použití speciálních rozpouštědel. Chemickým složením se neliší od přírodní celulózy, liší se polymeračním stupněm, což je počet opakování monomeru β -glukózy (Mleziva & Šňupárek 2000).

Vlákna z regenerované celulózy mají dobré mechanické vlastnosti, proto zaujímají významný podíl v textilním průmyslu. Jejich výhoda spočívá v tom, že jsou z přírodních látek, které jsou obnovitelné, hojně rozšířené a biologicky rozložitelné (Qi 2016).

Mezi vlákna, která se vyrábějí ze syntetického polymeru, řadíme například polyestery, polypropyleny a skleněná vlákna.

Všechna umělá vlákna mohou být vyráběna jako nekonečná (filamenty) a stejně tak mohou být vyráběna jako spřadatelná. Umělá vlákna mají na rozdíl od vláken přírodních hydrofobní charakter (Chatwal & Arora 2008; Baugh 2012).

Vybraná nejvýznamnější umělá vlákna

Viskózová vlákna

Viskózová vlákna se vyrábí zvlákněním regenerované celulózy do kyselé lázně. Vlákno se zde sráží a dostává charakteristický tvar. Poté se vlákno upravuje na stříž, pokud není zpracováváno ve své nekonečné délce. Svojí strukturou se velmi podobá rostlinným vláknům (Zahradník 1986). Získané vlákno se následně propírá a upravuje dle typu vyráběného vlákna, například hedvábí nebo stříž. Velmi často se v textilním průmyslu kombinují s vlněným či bavlněným vláknem (Mleziva & Šňupárek 2000).

Acetátová vlákna

Acetátová vlákna, jinak také acetát celulózy, se vyrábí esterifikací hydroxylových skupin celulózy. Na celulózu působí anhydrid octové kyseliny s kyselinou sírovou jako katalyzátorem. Acetátová vlákna se liší podle obsahu vázané octové kyseliny. Podle obsahu octové kyseliny rozlišujeme diacetát a triacetát. Diacetát, jinak také acetát, obsahuje 54-55 % octové kyseliny a triacetát obsahuje 61,5 % octové kyseliny. Tento obsah ovlivňuje především rozpustnost, zpracovatelnost a propustnost vody (Mleziva & Šňupárek 2000).

V dnešní době je použití acetátových vláken v textilním průmyslu velmi rozšířené. Jsou příjemné na dotyk a jsou lesklé. Těmito vlastnostmi se podobají přírodnímu hedvábí.

Používají se nejen samostatně, ale i v kombinaci s jinými vlákny (viskózová, polyesterová vlákna) (Lefteri 2014).

Polyesterová vlákna

PES neboli polyesterová vlákna se vyrábí polykondenzací tereftalové kyseliny s dioly. Byla vyvinuta ve 40. letech 19. století. Kromě čistého polyesterového vlákna se vyrábí mnoho modifikovaných polymerů s různě pozměněnými technologickými vlastnostmi a možnostmi použití. Nejvíce se polyesterová vlákna používají pro pletené výrobky společně s bavlněnými, lněnými a vlněnými vlákny (Zahradník 1986). Tato vlákna mají vynikající fyzikální a chemické vlastnosti, snadno se udržují, jsou recyklovatelné a mají výbornou rozměrovou stabilitu. Jejich nevýhodou je nízký komfort kvůli nízké absorpci vlhkosti (Kellie 2016).

Jedním z modifikovaných polyesterů je polyethylen tereftalát (PET). Je to polymer, který je tvořený tereftalovou kyselinou a ethylenglykolem. Má podobné mechanické vlastnosti jako přírodní hedvábí. Vlákna z PET jsou obecně málo mačková. Vyrábějí se různé modifikace, například filameny, mikrovlákna, tavitelná vlákna nebo dutá vlákna. Kromě vláken se z polyethylen tereftalátu vyrábí také láhve (Kellie 2016; Bhuiyan et al. 2018).

PTT neboli polytrimethyl tereftalát je také modifikovaný polyester. Jeho výhodou je, že ne všechny jeho polymery jsou závislé na ropě, tzn. pocházejí z obnovitelných zdrojů. Díky odolnosti proti skvrnám a měkkosti se používá pro výrobu kobereců (Reddy & Yang 2015).

Skleněná vlákna

Skleněná vlákna mohou být řazena i mezi anorganické materiály. Získávají se z oxidu křemičitého, který se nachází v písku. V textilním průmyslu se používají do obleků pro hasiče. Obecně nahrazují azbestová vlákna v izolacích a podobně (Kellie 2016; Nawab 2016).

3.8 Netextilní materiály

3.8.1 Kůže

Z jatečného těla se kůže těží jako celek a pouze se čistí a vydělává do požadovaného tvaru a velikosti. Zpracovává se v kožedělném průmyslu nebo v koželužnách. Kůže není jako textilní vlákna, která zde již byla uvedena, protože se nemusí zpracovávat na přízi nebo smotávat do vláken.

Nejstarší záznamy o zpracování kůže pocházejí z Egypta 3 000 let před našim letopočtem, nicméně historicky je prokázáno, že její zpracování sahá mnohem dál. Kůže má tři vrstvy, nejsvrchnější je pokožka, následuje škára a pod ní je podkožní vrstva. Škára se zpracovává na useň, což je kůže bez chlupů a pokožky. Hlavní bílkovinou usně (kůže) je kolagen. Kožešina je zpracovaná kůže i s chlupy, hlavní bílkovinou chlupů je keratin (Novotný 1946).

Použití kůže v oděvním průmyslu má mnoho proměnných. Je nutné vzít v úvahu chov, věk a péči o zvíře. Například telata budou mít nepoškozenou kůži, ovšem velikost takovéto kůže je omezena (Lefteri 2014).

3.8.2 Peří

Netextilním materiálem je také peří. Peří je tvořeno keratinem. Vnější vrstva buněk se skládá ze speciálních chemických látek, díky nimž má peří hydrofobní vlastnosti (Kellie 2016).

V textilním průmyslu se používá především prachové peří. Poskytuje maximální tepelnou izolaci při nejnižší možné hmotnosti. Používá se jako výplňový izolační materiál. Prachové peří má měkký brk a netvoří prapor, proto nedochází k propíchnutí či poškození látky. Nicméně peří je drahé a těžko se udržuje (Baugh 2012).

V potravinářském průmyslu vzniká v dnešní době obrovské množství peří jako odpadního produktu při zabíjení kuřat. Vědci zkoumají způsoby, jak využít keratin z peří pro výrobu plastů. Pomocí tepla tento protein štěpí. Následnou polymerizací vznikají dlouhé pevné polymery (Lefteri 2014).

3.9 Proces barvení

Barvit pomocí rostlin lze rostlinná i živočišná vlákna. Obecně platí, že se snadněji barví vlákna živočišného původu, například vlna a hedvábí, než vlákna původu rostlinného, jako například bavlna, len a konopí. U barvení vlny a hedvábí je nutné dbát na to, aby vlákna neutrpěla teplotní šok. Bavlna by mohla zplstnatět a hedvábí ztratit svoji lesklost. Proces barvení může mít dvě či tři po sobě jdoucí části. První částí je praní, druhou částí moření a třetí částí je vlastní barvicí lázeň. Nakonec je nutné z látek vymáčet vodu a vymáchat je (Bremness 2003; Bidlová 2005).

Textilní průmysl je jeden z největších odběratelů pitné vody. Kromě nepřímého použití vody pro praní a odmaštění, se používá v barvicích lázních a následně k proplachování obarveného materiálu.

I když v přírodě existuje tisíce různých barev a odstínů, je obvykle obtížné získat čistou barvu bez příměsí jiných barev. Klíčová je základní sada barev, tj. žlutá, červená, modrá, zelená a černá. Tyto barvy jsou naprosto nezbytné pro úplnost barevné palety. Výsledný rozsah barvené látky může být ovlivněn směsí barev a opakováním barvení (Bechtold & Mussak 2009; Dean 2009).

3.9.1 Praní

Surová vlákna jsou znečištěna oleji a vosky, proto je proces praní nutné provést pečlivě. Například lanolin, který produkují ovce mazovými žlázami, je přirozenou součástí vlny. K znečištění bavlny vosky nebo oleji dochází až při jejím spřádání. Praní napomáhá proniknutí barvicího roztoku do materiálu. Provádí pomocí saponátu, nebo jiného odmašťovacího přípravku (detergentu) (Chatwal & Arora 2008).

Vlna se namáčí několik hodin, ideálně přes noc, do vody, která má 50° C. Když se proces praní dokončí, vlna se vyjme a voda se vymáčká. Vlna se nikdy neždímá, mohlo by se stát, že zplstnatí. U hedvábí je vhodné pro praní použít teplotu vody pod bodem varu (Bremness 2003; Bidlová 2005).

3.9.2 Moření

Mořidla přímo ovlivňují výsledný odstín materiálu. Moření se provádí pro zvýšení stálosti barvy.

V mnoha případech jsou mořidla kovové soli, které mohou tvořit kovový komplex s přírodním barvivem. Tento komplex vykazuje zvýšenou afinitu k substrátu. V závislosti na charakteru kovu tvorba komplexu nejen posiluje fixaci barviva na substrátu, ale také mění barvu barveného materiálu.

V závislosti na kombinaci substrát – barvivo je potřeba značné množství pomocných látek, mezi něž patří právě i mořidla. Často je přidání pomocných látek nezbytné, v ostatních případech to vede ke zlepšení manipulace s barvivem. Například se zvyšuje afinita, smáčecí schopnost a upravují se barvicí podmínky (viz tabulka 1) (Bechtold & Mussak 2009).

Tabulka 1: Příklady pomocných látek

Třída barev	Chemické a pomocné látky	Důsledek
Přímá barviva	Sůl	Zvýšení afinity k substrátu
Barviva s kovových komplexem	Kovová sůl	Tvorba komplexu
Reaktivní barviva	Alkálie, sůl	Chemická reakce v alkalickém roztoku, sůl pro zvýšení afinity
Mořidlová barviva	Mořidla	Fixace
Přírodní barviva	Volitelná mořidla	Fixace, posun v barevném odstínu, zvýšení stálosti

Lze rozlišit tři různé druhy moření. Tyto procesy se liší v době přidání mořidla. Pre-moření (před barvením), meta-moření (během barvení) a po moření (dodatečně). Při pre-moření a při dodatečném moření se mořidlo nejdříve připraví v samostatné lázni, což zdvojnásobuje spotřebu vody. Zatímco při meta-moření se mořidlo přidává přímo do barvicí lázně. U meta-moření se přidává mořidlo již po několika minutách (viz tabulka 2). Velkou výhodou je menší spotřeba vody, ovšem je zde problém při opakovaném barvení. Barvicí lázeň je totiž kontaminovaná mořidlem, a proto ji není možné použít pro druhé barvení (Kumar & Bharati 1998; Bechtold & Mussak 2009; Dean 2009; Kumbasar 2011).

Tabulka 2: Typy moření

Typ	Krok 1	Krok 2	Počet lázní
Pre-moření	Moření	Barvení	2
Dodatečné moření	Barvení	Moření	2
Meta-moření	Mořidlo přidáno do barvicí lázně		1

Bidlová (2005) uvádí nejčastěji používaná mořidla:

- Síran hlinitodraselný (kamenec) se používá pro ustálení různých odstínů žluté barvy.
- Chlorid cínatý se stejně jako kamenec také používá k ustálení žlutých barev. Barvy zároveň projasňuje.
- Síran mědnatý (modrá skalice) se aplikuje kvůli ustálení zelených barev a na rozdíl od zelené skalice barvy projasňuje. Síran železnatý (zelená skalice) ztmavuje zelené barvy.
- Hydrogenvinan draselný (vinný kámen) se používá společně s kamencem, modrou skalicí a chloridem cínatým k projasnění barev. Látky mořené vinným kamenem se snadněji barví, protože barviva lépe vstupují do materiálu.
- Hydrogenuhlíčitan sodný (soda) se využívá při získávání červené barvy ze světlice barvířské. Přidává se, když se textilní materiál pere.
- Ocet aplikujeme pro jeho schopnosti ustalovat barvy. Především při barvení pomocí plodů, jako například bezinky či borůvky.
- Thiosíran sodný se používá k barvení na modrou barvu, ta se může získávat z borytu, rdesna barvířského nebo indiga. Podobně se dá použít i čpavková voda.

U přírodních barviv je méně zdrojů červené a modré barvy. Vynikající možností je přídavek tříslovin, obecně používaných pro posunutí barvy k tmavšímu odstínu. V kombinaci s anthokyany jsou pozorovány varianty barev od modré přes fialovou až červenou (Bechtold et al. 2007).

3.9.3 Barvicí lázeň

Metody barvení se liší dle použitého textilního vlákna i podle zvolené rostliny. Rostlinný materiál může být sušený i čerstvý. Lze použít například květy, stonky, listy, slupky, kořeny či plody.

Nejdříve se části rostliny nebo celé rostliny nakrájí, nasekají nebo rozmělní. Přes noc se nechá rostlinný materiál vylouhovat ve vodě a poté se vaří. Délka vaření závisí na rostlinném materiálu. Po docílení žádané barvy se materiál vyjme. Podle druhu použitého textilního vlákna necháme vodu vychladnout (vlna nesmí dostat teplotní šok), poté se vlákna rovnoměrně vkládají do barvicí lázně a ta se zahřívá až vaří (Bremness 2003; Dean 2009).

4 Metodika

4.1 Materiál

V praktické části práce byly použity textilní vlákna, mořidla a části jedlých rostlin. Veškerý rostlinný materiál byl nasbírán v katastrálním území obce Babice v okrese Praha-východ ve Středočeském kraji. Sběr probíhal od října 2018 do července 2019. Kávová zrna byla zakoupena ve společnosti Tchibo, jednalo se o kávová zrna Espresso Milano Style.

4.1.1 Použitá textilní vlákna

- Bavlna
 - 100% bavlněná látka
- Hedvábí
 - 100% hedvábné vlákno
- Vlna
 - 100% vlněné vlákno

4.1.2 Použitý rostlinný materiál a jeho forma

- Cibule kuchyňská (*Allium cepa* L.)
 - Část rostliny: suknice
 - Zpracování: sušené
- Červená řepa (*Beta vulgaris* L.)
 - Část rostliny: bulva
 - Zpracování: čerstvé bez slupky
- Jablň domáci (*Malus domestica* B.)
 - Část rostliny: kůra větví
 - Zpracování: čerstvé
- Kávovník arabica (*Coffea arabica* L.) a kávovník statný (*Coffea robusta* L.)
 - Část rostliny: semena
 - Zpracování: pražené
- Kurkumovník dlouhý (*Curcuma longa* L.)
 - Část rostliny: kořen
 - Zpracování: sušené
- Ořešák královský (*Juglans regia* L.)
 - Část rostliny: listy, oplodí
 - Zpracování: sušené
- Paprika setá (*Capsicum annuum* L.)
 - Část rostliny: plod
 - Zpracování: sušené
- Špenát setý (*Spinacia oleracea* L.)
 - Část rostliny: mladé listy

- Zpracování: čerstvé
- Třezalka tečkovaná (*Hypericum perforatum* L.)
 - Část rostliny: květy
 - Zpracování: sušené

4.1.3 Použité chemikálie

Mořidla

- Al^{3+}
 - $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ Oktadekahydrát síranu hlinitého
 - Relativní molekulová hmotnost 666,41 g/mol
- Fe^{2+}
 - $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ Heptahydrát síranu železnatého
 - Relativní molekulová hmotnost 278,02 g/mol
- Cu^{2+}
 - $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ Pentahydrát síranu měďnatého
 - Relativní molekulová hmotnost 249,7 g/mol
- Sn^{2+}
 - $SnCl_2 \cdot 2H_2O$ Dihydrát chloridu cínatého
 - Relativní molekulová hmotnost 225,65 g/mol
- Cr^{3+}
 - $Cr_2(SO_4)_3 \cdot 6H_2O$ Hexahydrát síranu chromitého
 - Relativní molekulová hmotnost 500,25 g/mol
- $(COOH)_2$
 - $(COOH)_2 \cdot 2H_2O$ Dihydrát šťavelové kyseliny
 - Relativní molekulová hmotnost 126,07 g/mol

Ostatní

- Destilovaná voda
- H_2SO_4 Kyselina sírová
 - Koncentrace 96 %
 - Relativní molekulová hmotnost 98,079 g/mol

4.1.4 Přístroje a pomůcky

- Analytické váhy Kern
- Plynový laboratorní kahan
- Běžné laboratorní sklo: kádinky, skleněné tyčinky, Erlenmeyerovy baňky
- Filtrační papír
- Trojnožka
- Síťka nad kahan

- Filtrační aparatura
- Plastové lžičky
- Alobal
- Zapalovač
- Provázek

4.2 Metody

Pokus byl proveden v laboratoři na Katedře chemie FAPPZ České zemědělské univerzity v Praze.

4.2.1 Příprava roztoku mořidel a moření textilních vláken

Mořidla byla navážena na analytických vahách v takovém množství, aby výsledný roztok měl koncentraci 0,01 mol/0,5 litru. Kromě roztoku dihydrátu chloridu cínatého, který měl koncentraci 0,002 mol/0,5 litru. Navážené hodnoty v gramech jsou uvedeny v tabulce 3. Navážky mořidel byly převedeny do kádinek a doplněny 0,5 litrem destilované vody. Do všech připravených roztoků, kromě roztoku dihydrátu šřavelové kyseliny, byly přidány dvě kapky kyseliny sírové, aby byla potlačena hydrolyza solí.

Tabulka 3: Navážky vybraných mořidel

Mořidlo	Navážka [g]
$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$	6,667
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	2,784
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	2,495
$\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	0,4513
$\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	5,010
$(\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	1,260

Textilní vlákna byla namočena do destilované vody. Poté byla vymačkána a ponořena do roztoku mořidel. Do jedné kádinky s roztokem mořidla bylo ponořeno vždy sedm kusů od jednoho textilního vlákna, tzn. celkem dvacet jedna kusů, viz obrázek 8. Kádinky byly postaveny na trojnožku nad plynový laboratorní kahan a přivedeny k varu. Roztoky byly vařeny tři minuty a poté byly nechány k vychladnutí do druhého dne.



Obrázek 8: Roztoky mořidel s připravenými textilními materiály

4.2.2 Příprava roztoku z rostlinných materiálů

Upravené a navážené rostlinné materiály byly převedeny do kádinek (viz obrázek 9) a zality destilovanou vodou. V tabulce 4 jsou uvedeny části rostlinných materiálů a způsob, jakým byly upraveny, aby byly vhodné pro přípravu roztoku. Dále poměr navážky rostlinného materiálu a destilované vody. Roztoky byly opět postaveny na trojnožku, umístěny nad plynový laboratorní kahan a přivedeny k varu. Vařily se pět minut a poté byly ponechány k vychladnutí. Po vychladnutí byly roztoky přefiltrovány přes filtrační papír ve filtrační aparatuře do kádinky.

Tabulka 4: Příprava roztoků přírodních materiálů

Části rostlinných materiálů	Poměr navážky a destilované vody	Úprava
Suknice cibule	1:17	mixováno
Červená řepa	1:4	mixováno
Kůra z jabloně	1:10	mixováno
Kávová zrna	1:10	rozemleto
Koření kurkuma	1:10	-
Listy ořešáku	1:13	mixováno
Češule ořešáku	1:10	mixováno
Paprika koření	1:6	-
Listy špenátu	1:7	mixováno
Květy třezalky tečkované	1:13	mixováno



Obrázek 9: Upravené a navážené rostlinné materiály

4.2.3 Barvení textilních vláken

Textilní vlákna, tj. bavlněná látka, hedvábná vlákna a vlněná vlákna, byla svázána provázky k sobě a označena. Do každé kádinky bylo přidáno sedm takto svázaných textilních vzorků. Šest z nich namořených a jeden z nich bez použití mořidel. Vedle toho byl jeden tento svazek ponechán bez použití mořidla i bez nabarvení.

Roztoky byly přivedeny k varu, kde setrvaly tři minuty a poté byly ponechány k vychladnutí. Po vychladnutí byly propláchnuty destilovanou vodou a na filtračním papíře ponechány k uschnutí.

5 Výsledky

Výsledky barvení textilních vláken pomocí vybraných přírodních barviv lze posuzovat podle vlivu mořidla nebo podle druhu textilního vlákna. Oboje má vliv na výslednou barvu.

Barva nemořené, ale barveného vzorku, byla posuzována podle nemořené a nebarveného vzorku textilních vláken, viz obrázek 10. Vliv mořidla byl posuzován podle srovnání nemořené, vždy první vzorek na fotografii, a mořené barveného vzorku.

Textilní vlákno na obrázku 10 označený α je bavlněná látka, materiál označený β je vlněné vlákno a hedvábné vlákno je označeno γ .



Obrázek 10: Nemořené a nebarvené vzorky textilních materiálů

Cibule

Barvy získané barvením cibulovými suknicemi měly oranžové až hnědé odstíny, viz obrázek 11.

Nejméně bylo obarveno hedvábné vlákno, téměř všechny vzorky mají světle hnědou barvu, pouze vzorek mořený železnatým mořidlem má tmavší odstín hnědé.

Bavlněná látka má různé odstíny oranžové. Vzorek mořený železnatým mořidlem má hnědý odstín. Vzorek mořený chromitým mořidlem má nejtmaší odstín oranžové ze všech bavlněných látek.

Nejlépe se obarvila vlněná vlákna. Mají velmi syté oranžovohnědé odstíny. Odstíny jsou si podobné až na vzorek mořený železnatým mořidlem, ten má tmavě hnědou barvu. Vzorky s měďnatým, chromitým a šťavelovým mořidlem mají velmi podobný odstín jako nemořené vzorky. Vzorky mořené hlinitým a cínatým mořidlem mají čistou oranžovou barvu.



Obrázek 11: Vzorky textilních materiálů barvených cibulovými suknicemi

Červená řepa

Barvy získané z červené řepy měly velmi podobné odstíny, viz obrázek 12.

Hedvábná vlákna se v podstatě neobarvila.

Bavlněné látky namořené cínatým, měďnatým a šťavelovým mořidlem mají lehké nádechy do světle oranžové barvy. Vzorek namořený chromitým mořidlem má modrou barvu. Vzorek, který nebyl mořený a vzorky s hlinitým a železnatým mořidlem, nebyly obarveny.

Nejlépe se obarvila vlněná vlákna. Výsledná barva je světle oranžová. Kromě vzorku mořeného chromitým mořidlem, ten má modrooranžovou barvu a vzorek mořený cínatým mořidlem má hnědooranžovou barvu.



Obrázek 12: Vzorky textilních materiálů barvených červenou řepou

Jabloň

Barvy získané z čerstvé rozemleté kůry jabloně měly světle zelené odstíny, viz obrázek 13.

Hedvábná vlákna jsou téměř neobarvena, pouze u vzorků mořených železnatým mořidlem a chromitým mořidlem je lehký nádech zelené barvy.

U bavlněné látky mořené hlinitým, cínatým a šťavelovým mořidlem a u vzorku nemořeného nepozorujeme barevnou změnu. Ostatní vzorky mají šedohnědou barvu.

Vlněná vlákna jsou obarvena nejvýrazněji. Vzorek s cínatým mořidlem má výraznou oranžovou barvu a vymyká se tak z řady. Vzorek se železnatým mořidlem má tmavě zelenohnědou barvu. Ostatní vzorky mají podobné světlé zelenohnědé odstíny. Vzorek

mořený chromitým mořidlem má barvu více do žluta a vzorek mořený měďnatým mořidlem má barvu více do hněda.



Obrázek 13: Vzorky textilních materiálů barvených kůrou jabloně

Káva

Z kávových zrn lze získat syté odstíny hnědé barvy, viz obrázek 14.

Hedvábná vlákna mají lehký odstín hnědé barvy, jsou téměř neobarvena.

Bavlněná látka se u všech vzorků obarvila na světle hnědou barvu, kromě vzorku mořeného chromitým mořidlem, u něhož je výsledná barva tmavší než u ostatních vzorků.

Nejlépe se obarvila vlněná vlákna. Nejtmavší barvu má vzorek s železnatým mořidlem. Jeho barva je tmavě hnědá s nádechem zelené. Vzorek mořený měďnatým mořidlem má také tmavě hnědou barvu, ovšem s nádechem červené. Vzorek mořený chromitým mořidlem má hnědozelenou barvu. Ostatní vzorky jsou si podobné. Nemořený vzorek a vzorek mořený hlinitým mořidlem má stejnou oranžovohnědou barvu, vzorek s cínatým mořidlem je více oranžový a vzorek mořený šťavelovou kyselinou je více hnědý.



Obrázek 14: Vzorky textilních materiálů barvených kávovými zrny

Kurkuma

Koření z kurkumy výrazně obarvilo všechny textilní vzorky, viz obrázek 15.

Všechna hedvábná vlákna se obarvila na sytou žlutou barvu. Vzorek mořený železnatým mořidlem má lehký hnědý odstín.

Bavlněná látka se také obarvila na žlutou barvu. Vzorky s železnatým a chromitým mořidlem mají žlutohnědou barvu.

Vlněná vlákna nemořena a mořena hlinitým mořidlem mají oranžovou barvu. Vzorky mořeny měďnatým, chromitým a šťavelovým mořidlem mají tmavší oranžovou barvu s hnědým odstínem. Vzorek s železnatým mořidlem má úplně odlišnou barvu než ostatní, a to tmavě hnědou s odstínem červené. To stejné platí pro vzorek mořený cínatým mořidlem, ten má červenou barvu s odstínem oranžové.



Obrázek 15: Vzorky textilních materiálů barvených kurkumou

Listy ořešáku

Sušené listy z ořešáku obarvily vzorky na různé odstíny zelené barvy, viz obrázek 16.

Hedvábná vlákna se téměř neobarvila. Pouze u vzorku mořeného chromitým mořidlem lze pozorovat mírné zbarvení na světle hnědou barvu.

Bavlněná vlákna se obarvila na světle hnědou. U vzorku mořeného železnatým mořidlem je barva tmavší a u vzorku s chromitým mořidlem je světlejší a má zelený nádech.

Vlněná vlákna mořená železnatým mořidlem mají tmavě zelenou barvu a jsou z celé řady nejméně výraznější. Vzorek mořený cínatým mořidlem má žlutozelenou barvu. Ostatní vzorky mají zelenohnědou barvu, vzorek mořený chromitým mořidlem je z nich nejsvětější.



Obrázek 16: Vzorky textilních materiálů barvených listy ořešáku

Oplodí ořešáku

Rozmixované sušené oplodí ořešáku obarvilo vzorky na šedou až hnědou barvu, viz obrázek 17.

Hedvábná vlákna se všechna obarvila na šedou barvu.

Bavlněná látka se také obarvila na šedou barvu. Vzorky mořené železnatým, chromitým a šřavelovým mořidlem jsou tmavší než ostatní vzorky.

Vlněná vlákna se obarvila do sytých odstínů hnědé. Vzorek s železnatým mořidlem má tmavě hnědou barvu. Vzorky mořené měďnatým, chromitým a šřavelovým mořidlem mají podobnou hnědou barvu. Vzorek nemořený a vzorek mořený hlinitým mořidlem má hnědo-oranžovou barvu. Vzorek mořený cínatým mořidlem je ze všech vlněných vláken nejsvětější. Má žlutohnědou barvu.



Obrázek 17: Vzorky textilních materiálů barvených oplodím ořešáku

Paprika

Koření mletá paprika obarvilo všechny textilní vzorky na světle oranžovohnědou barvu, viz obrázek 18.

Hedvábná vlákna se lehce obarvila na oranžovou barvu, u vzorku mořeným cínatým mořidlem je výsledná barva nejsytější.

Bavlněná látka u vzorku mořeným měďnatým mořidlem má oranžovou barvu. Vzorek mořený chromitým mořidlem má šedivou barvu. Ostatní vzorky mají světle oranžovou barvu.

Nejlépe se obarvila vlněná vlákna. Vzorky mořené měďnatým a chromitým mořidlem mají oranžovozelenou barvu. Ostatní vzorky vlněných vláken mají oranžovou barvu s nádechem hnědé.



Obrázek 18: Vzorky textilních materiálů barvených paprikou

Špenát

Špenát v podstatě obarvil pouze vlněná vlákna, viz obrázek 19.

Hedvábná vlákna se špenátem neobarvila.

Bavlněná látka mořena železnatým a cínatým mořidlem má lehký odstín zelené barvy. Vzorek mořený chromitým mořidlem má šedou barvu. Ostatní vzorky nebyly obarveny.

Vlněná vlákna se obarvila nejlépe, mají téměř stejné odstíny zelené. U vzorků mořených železnatým, chromitým a šťavelovým mořidlem je barva nepatrně tmavší než u ostatních vzorků.



Obrázek 19: Vzorky textilních materiálů barveny špenátem

Třezalka

Třezalka tečkovaná obarvila vzorky na různé barvy, viz obrázek 20.

Hedvábná vlákna mořena chromitým mořidlem mají zelený odstín. Ostatní vzorky se neobarvily.

Bavlněné látky se obarvily na šedou barvu s různými odstíny. Vzorky mořené cínatým, měďnatým a šťavelovým mořidlem mají fialový nádech. Vzorek mořený chromitým mořidlem má zelenomodrý odstín.

Vlněná vlákna mají různé syté odstíny. Vzorek nemořený a vzorky s hlinitým a šťavelovým mořidlem mají fialovou barvu. Vzorek s železnatým mořidlem má hnědou barvu. Vzorek mořený cínatým mořidlem má žlutohnědou barvu. Vzorek mořený měďnatým mořidlem má hnědou barvu.



Obrázek 20: Vzorky textilních materiálů barvených třezalkou tečkovanou

Vliv mořidla a barveného materiálu

Bylo zjištěno, že nejlépe se obarvila vlněná vlákna a nejhůře hedvábná vlákna.

Barvit rostlinnými materiály bez mořidel je možné, ale jejich použití má na výslednou barvu značný vliv, viz obrázky 21, 22, 23, 24, 25, 26 a 27. Železnaté mořidlo, oproti nemořenému vzorku, výslednou barvu nejvíce ztmavilo. Cínaté mořidlo naopak výslednou nejvíce zesvětlilo, výsledné barvy byly téměř všechny se žlutými odstíny. Vzorky mořené šťavelovým a hlinitým mořidlem byly velmi podobné nemořeným vzorkům, vliv těchto dvou mořidel neměl na výslednou barvu velký vliv. Chromité mořidlo ovlivnilo výslednou barvu oproti nemořenému vzorku zdánlivě minimálně. Výsledné barvy byly téměř stejné, ale vzorky s chromitým mořidlem měly v některých případech zelené odstíny. Měďnaté mořidlo výslednou barvu oproti nemořenému vzorku nezměnilo, ale barvy jsou mnohem sytější.



Obrázek 21: Nemořené vzorky



Obrázek 22: Mořeno železnatým mořidlem



Obrázek 23: Mořeno cínatým mořidlem



Obrázek 24: Mořeno štavelovým mořidlem



Obrázek 25: Mořeno hlinitým mořidlem



Obrázek 26: Mořeno chromitým mořidlem



Obrázek 27: Mořeno měďnatým mořidlem

6 Diskuze

V rámci této práce byl proveden pokus, při kterém byly rostlinnými materiály obarveny textilní materiály – bavlna, hedvábí a vlna. Tato vlákna byla nejdříve mořena šesti různými mořidly, a to roztoky solí – oktadekahydrátem síranu hlinitého, heptahydrátem síranu železnatého, pentahydrátem síranu měďnatého, dihydrátem chloridu cínatého, hexahydrátem síranu chromitého a dihydrátem šťavelové kyseliny. Použitý rostlinný materiál pocházel z devíti různých rostlin, a to z cibule, červené řepy, jabloně, kávovníku, kurkumy, ořešáku, papriky, špenátu a třezalky.

Bidlová (2005) uvádí, že vlákna živočišného původu, v našem případě se jedná o vlnu a hedvábí, se barví snadněji než vlákna rostlinného původu, v našem případě bavlna. Rozhodně bylo potvrzeno, že vlna se obarvila výrazně lépe než bavlna, ovšem u hedvábí se toto tvrzení nepodařilo potvrdit. Tento výsledek může být vysvětlen tím, že hedvábné vlákno bylo nějakým způsobem upraveno, například běleno či mořeno. Dalším možným vysvětlením je, že se nejednalo o 100% hedvábí, i když to dodavatel garantoval.

Bremness (2003) a Bidlová (2005) upozorňují, že vlnu není vhodné vystavovat teplotním šokům ani ji ždímat, vlna by po takovémto zásahu mohla zplstnatět. Tyto kroky byly dodrženy a vlna nám nezplstnatěla.

Několik autorů, mezi nimi i Tichý & Tichá (1998) píšou, že mořidlo ovlivňuje výsledný odstín, což bylo potvrzeno. A také, že mořidla zvyšují stálost barvy na materiálu, což nebylo možné potvrdit, jelikož toto nebylo předmětem pozorování. Kumbasar (2011) tvrdí, že mořidla kromě ovlivnění výsledného odstínu také zlepšují barevnou intenzitu a umožňují lepší vazbu na vlákno. Také uvádí, že lze barvit textilní vlákna i bez použití mořidel. Toto tvrzení se podařilo potvrdit. Bechtold & Mussak (2009) dokonce píšou, že mořidla zásadně mění výslednou barvu, což se u některých vzorků podařilo prokázat.

Chlorid cínatý se jako mořidlo používá k ustálení žlutých barev a barvy projasňuje. Modrá skalice jako mořidlo (síran měďnatý) ustaluje zelenou barvu a zelená skalice (síran železnatý) barvy ztmavuje (Bidlová 2005). Všechna tato tvrzení se podařilo potvrdit.

Získat pomocí přírodních barviv čisté barvy bez příměsí jiných barev či odstínů je obvykle obtížné (Bechtold & Mussak 2009). To se rozhodně podařilo prokázat. Bechtold tvrdí, že u přírodních barviv je méně zdrojů pro získání červené a modré barvy. To bylo možné pouze částečně potvrdit, jelikož jsme měli omezený počet různých rostlinných vzorků, a to deset, a ani z jednoho jsme nezískali čistou červenou či modrou barvu.

Bremness (2003) uvádí, že k barvení pomocí rostlinných materiálů lze použít květy, stonky, listy, slupky, kořeny či plody. Také, že materiál může být čerstvý i sušený. Toto bylo potvrzeno, v našem případě jsme využili převážně sušené části rostlin.

Barvivo betalain obsažené v červené řepě má velmi vysokou barevnou intenzitu. Ovšem jak uvádí Attokaran (2017), jeho obsah v červené řepě je v nejlepším případě maximálně 2 %. Jelikož byla řepa vařena, tak se obsah betalainů ještě snížil a to vysvětluje, že byla získána málo sytá barva.

Bechtold & Mussak (2009) a Tichý & Tichá (1998) uvádí, že z oplodí ořešáku je možné získat hnědé odstíny, které jsou tmavší, než když použijeme k barvení listy. Barva získaná z listu ořešáku je světle béžová. To bylo potvrzeno pouze z části. Barva získaná z oplodí je tmavší než ta z listů. Ale nemořený vzorek barvený oplodím není hnědý, ale spíše

červený. U vzorku nemořené a barvené listy bylo tvrzení ověřeno, barva vzorku je béžová.

Z květů třezalky tečkované lze získat různé barvy, je to vděčná barvířská rostlina (Tichý & Tichá 1998; Bidlová 2005). To se jednoznačně podařilo prokázat, byly získány odstíny hnědé, fialové, červené, oranžové a zelené.

7 Závěr

V teoretické části bakalářské práce byla věnována pozornost barvení textilních materiálů pomocí jedlých rostlin, jejich požitelných a nepožitelných částí. Ze zjištěných informací vyplývá:

- Historie barvení pomocí rostlin sahá až do samých počátků lidstva, první zmínky v Evropě o barvení jako specializovaném řemeslu jsou již z 10. století našeho letopočtu.
- Barviva použitelná na barvení textilních materiálů a výrobků mohou být přírodního nebo syntetického původu.
- Barviva se rozdělují podle mnoha kritérií, kromě původu i podle chemické struktury či fyzikálních vlastností.
- Mezi nejvýznamnější přírodní textilní materiály patří vlna, hedvábí, bavlna a len.
- Proces barvení může mít až tři kroky. Prvním krokem je praní, druhým moření a třetím je samotné barvení.

Cílem praktické části této práce bylo obarvit jedlými rostlinami různé textilní materiály. Barvené textilní materiály byly vlna, bavlna a hedvábí. Rostlinné materiály pocházely z devíti jedlých rostlin a byly použity různé části, například květy, kůra, listy a plody. Textilní materiály byly před obarvením namořeny šesti různými mořidly. U obarvených vzorků byl pozorován vliv mořidla na výslednou barvu. Ze získaných výsledků lze konstatovat:

- Mořidla výrazně ovlivňují výslednou barvu textilního materiálu, ale i to, že lze použít rostlinné materiály k barvení i bez použití mořidel.
- Odlišné textilní materiály jsou stejným rostlinným materiálem obarveny různě. Z použitých barviv nejlépe přijímala barvivo vlna, nejhůře hedvábí.
- Některé rostlinné druhy poskytují výrazně odlišné barvy a odstíny v závislosti na použité rostlinné části (ořešák) a mořidle (třezalka, kurkuma, jablonoň).
- Použitými rostlinami a mořidly bylo dosaženo různě intenzivních barev textilních materiálů.
- Bylo by vhodné v další práci zjistit interakce mezi použitým typem barviva, mořidlem a stabilitou barvy po expozici slunečnímu záření.

8 Literatura

- ANTHONY, W.S. a William D. MAYFIELD, 1994. *Cotton ginner's handbook*. Washington: USDA. ISBN 978-0788124204.
- ATTOKARAN, Mathew, 2017. *Natural Food Flavors and Colorants* [online]. 2nd ed. Chichester: John Wiley & Sons, Incorporated. ISBN: 9781119114789. Available from: ProQuest Ebook Central (accessed March 2020).
- BÁRTOVÁ, Eva, 1997. *Podomácky zpracované hedvábí*. Libčice nad Vltavou: Výzkumný ústav včelařský.
- BAUGH, Gail, 2012. *Encyklopedie textilních materiálů: příručka módního návrháře*. Praha: Slovart. ISBN 978-80-7391-616-9.
- BĚHAL, Lukáš, ed., 2014. *Konopí: Znovuobjevený potenciál: Sborník přednášek z konference veletrhu Cannafest*. Praha. ISBN 978-80-260-6957-7.
- BECHTOLD, Thomas a Rita MUSSAK, ed., 2009. *Handbook of natural colorants*. UK: Wiley. ISBN 978-0-470-511992.
- BECHTOLD, Thomas, Amalid MAHMUD-ALI a Rita MUSSAK, 2007. *Anthocyanin dyes extracted from grape pomace for the purpose of textile dyeing*. Journal of the Science of Food and Agriculture. ISBN 2589-2595.
- BHUIYAN, Rahman, Amjad ALI, Ashraful ISLAM. et al., 2018. *Coloration of polyester fiber with natural dye henna (Lawsonia inermis L.) without using mordant: a new approach towards a cleaner production* [online]. Fash text 5,2. Available from: <https://doi.org/10.1186/s40691-017-0121-1> (accessed February 2020).
- BIDLOVÁ, Věra, 2005. *Barvení pomocí rostlin*. Praha: Grada. Česká zahrada. ISBN 80-247-1022-6.
- BORODKIN, Vasilij Fedorovič, 1987. *Chemie organických barviv*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury.
- BREMNESS, Lesley, 2003. *Bylinář: zdraví, krása a radost*. 5. vyd. Praha: Fortuna Print. ISBN 80-7321-074-6.
- CRAZE, Richard, 2002. *Koření*. Praha: Fortuna Print. ISBN 80-7321-010-X.
- ČOPÍKOVÁ, J., M. UHER, O. LAPČÍK, J. MORAVCOVÁ a P. DRAŠÁR, 2005. *Přírodní barevné látky: Chemické listy*. 99 (11). Praha: Česká společnost chemická. ISSN 802-816.
- DEAN, J. 2009. *Colours from nature: A Dyer's Handbook*. Tunbridge wells: Search press. ISBN: 978-184-448-468-3.
- FARAH, Adriana a Carmen Mario DONANGELO, 2016. *Phenolic compounds in coffee*. Braz. Brazilian Journal of Plant Physiology [online]. 18 (1). Available from: <https://www.researchgate.net> (accessed March 2020).
- FAUSTUS, Luděk a František POLÍVKA, 1976. *Botanický klíč: klíč k určování 1 000 nejdůležitějších cévnatých rostlin*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství.
- GRIES, Thomas, Dieter VEIT a Burkhard WULFHORST, 2015. *Textile Technology: An Introduction*. 2nd ed. Munich: Hanser. ISBN 978-1-56990-565-4.
- GROSS, Jeana, 1991. *Pigments in vegetables: chlorophylls and carotenoids*. New York: Van Nostrand Reinhold. ISBN 0-442-00657-8.

- GUYOT, Sylvain, Solemn SERRAND, Jean Michel LE QUÉRÉ, Philippe SANONER a Catherine MGC RENARD, 2007. *Enzymatic synthesis and physicochemical characterisation of Phloridzin Oxidation Products (POP), a new water-soluble yellow dye deriving from apple*. Innovative Food Science & Emerging Technologies [online]. 8(3), 443-450. Available from: <https://www.researchgate.net> (accessed March 2020).
- HAMPL, František a Jaroslav PALEČEK, 2002. *Farmakochemie*. Praha: Vydavatelství VŠCHT. ISBN 80-7080-495-5.
- HEROLDOVÁ, Helena, 2010. *Dějiny odívání: Čína. Země hedvábí*. Praha: Lidové noviny. ISBN 978-80-7422-028-9.
- HLADÍK, Vladimír, Vladimír ČECH, Drahomír DVORSKÝ, Jan KOHOUT, Jiří KRYŠTŮFEK, Luděk LAŠ, Jan PATZÁK, Jiří ŠRÁMEK, Ivo VAHALA, 1982. *Textilní barvířství*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury.
- HLAVA, Bohumír, František STARÝ a František POSPÍŠIL, 1987. *Rostliny v kosmetice*. Ilustroval Zdeňka KREJČOVÁ. Praha: Artia.
- HOLLAND, Julie, ed., 2010. *The Pot Book: A Complete Guide to Cannabis. Its role in Medicine, Politics, Science, and Culture* [online]. Simon and Schuster. ISBN 9781594778988. Available from: <https://books.google.cz> (accessed February 2020).
- CHATWAL, Gurdeep R. a Madhu ARORA, 2008. *Synthetic Dyes* [online]. Mumbai: Global Media. ISBN 9789350434123. Available from: ProQuest Ebook Central (accessed February 2020).
- CHEN, Chunxian, ed., 2015. *Pigments in Fruits and Vegetables: Genomics and Dietetics* [online]. NY: Springer. ISBN: 978-1-4939-2356-4. Available from: ProQuest Ebook Central (accessed February 2020).
- CHRISTIE, Robert M., 2015. *Colour chemistry*. 2nd ed. Cambridge: Royal Society of Chemistry. ISBN 978-1-84973-328-1.
- ISLER, Otto, Hugo GUTMANN a Ulrich SOLMS, ed., 1971. *Carotenoids*. Stuttgart: Birkhauser verlag basel. ISBN 3-7643-0571-1.
- JABRAN, Khawar a Bhagirath Singh CHAUHAN, ed. 2019. *Cotton Production* [online]. Newark: John Wiley. ISBN: 9781119385523. Available from: ProQuest Ebook Central (accessed February 2020).
- KELLIE, George, ed. 2016. *Advances in Technical Nonwovens* [online]. Cambridge: Elsevier Science & Technology. ISBN: 9780081005842. Available from: ProQuest Ebook Central (accessed February 2020).
- KRETOVIČ, Vaclav Leonovič, 1954. *Základy biochemie rostlin*. Praha: Československá akademie věd.
- KUMAR, V a N.V. BHARATI, 1998. *Studies on natural dyes: Mangifera indica bark*. American dyestuff reporter. 87(9), 18-22.
- KUMBASAR, E.P.A., 2011. *Natural Dyes*. Croatia: InTech. ISBN: 978-953-307-783-3.
- LAPČÍK, Oldřich, Lubomír OPLETAL, Jitka MORAVCOVÁ, Jana ČOPÍKOVÁ a Pavel DRAŠAR, 2011. *Přírodní látky a jejich deriváty chuti pálivé*: Chemické listy. 105(6). Praha: Česká společnost chemická.

- LEFTERI, Chris, 2014. *Materials for Design* [online]. Laurence King Publishing. ISBN: 9781780675589. Available from: ProQuest Ebook Central (accessed February 2020).
- MLEZIVA, Josef a Jaromír ŠŇUPÁREK, 2000. *Polymery: výroba, struktura, vlastnosti a použití*. Sobotáles. ISBN 80-85920-72-7.
- NAWAB, Yasir, ed., 2016. *Textile Engineering: An Introduction* [online]. Berlin/München/Boston: Walter de Gruyter. ISBN: 9783110413267. Available from: ProQuest Ebook Central (accessed February 2020).
- NOVOTNÝ, Josef, 1946. *Koželužnictví a kožišnictví: v domácnosti i hospodářství*. 2. vydání. Brno: Moravské nakladatelství.
- PACÁK, Josef, 1982. *Úvod do studia organické chemie*. Praha: SNTL.
- PILLER, Bohumil a Otto LEVINSKÝ, 1982. *Malá encyklopedie textilních materiálů*. 2. vyd. Praha: SNTL.
- POKORNÝ, Jaromír, Vlasta MATOUŠOVÁ a Milena KONEČNÁ, 1990. *Stromy*. Praha: Aventinum. ISBN 80-7151-05-9.
- PORTER, Rocco a Nigel PARKER, ed., 2017. *Bioactive Compounds: Sources, Properties and Applications* [online]. Hauppauge: Nova Science Publishers, Incorporated. ISBN 9781536124248. Available from: ProQuest Ebook Central (accessed March 2020).
- QI, Haisong, 2016. *Novel Functional Materials Based on Cellulose* [online]. Cham: Springer. ISBN: 978-3-319-49592-7. Available from: ProQuest Ebook Central (accessed February 2020).
- REDDY, Narendra a Yiqi YANG, 2015. *Innovative Biofibers from Renewable Resources* [online]. Berlin: Springer. ISBN: 978-3-662-45136-6. Available from: <https://link.springer.com> (accessed February 2020).
- REICHRTOVÁ, Eva, 1997. *Azbest vo voľnom ovzduší*. Vesmír [online]. 1997(5). Available from: <http://casopis.vesmir.cz> (accessed February 2020).
- RIELLO, Giorgio, 2013. *Cotton: the fabric that made the modern world*. New York: Cambridge University Press. ISBN 9780521166706.
- ROSYPAL, Stanislav, 2003. *Nový přehled biologie*. Praha: Scientia. ISBN 80-7183-268-5.
- SINGH, Jagdamba a L.D.S. YADAV, 2009. *Organic Chemistry* [online]. Meerut: Global Media. Available from: ProQuest Ebook Central (accessed February 2020).
- SKARLANTOVÁ, Jana a Marie VECHOVÁ, 2005. *Textilní výtvarné techniky*. Plzeň: Fraus. ISBN 80-7238-319-1.
- SPILKOVÁ, Jiřina, Jan MARTIN, Tomáš SIATKA, Lenka TŮMOVÁ a Marie KAŠPAROVÁ, 2016. *Farmakognozie*. Praha: Karolinum. ISBN 978-80-246-3264-3.
- ŠIMŮNKOVÁ, Eva, 1993. *Pigmenty, barviva a metody jejich identifikace*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická. ISBN 80-7080-194-8.
- ŠTAUD, Jindřich, 2008. *Prádný len: Vývoj pěstování, zakládání porostu, výživa a hnojení, podsevy trav, sklizeň, rosení a sběr lnu*. Šumperk.

- ŠTOLC, Ladislav, Lenka NOHEJLOVÁ a Jarmila ŠTOLCOVÁ, 2007. *Základy chovu ovcí*. 3. vyd. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací. ISBN 978-80-7271-000-3.
- ŠVÉDOVÁ, Jarmila, ed., 1990. *Industrial Textiles*. Amsterdam: ELSEVIER. ISBN 0-444-98754-1.
- TICHÝ, Lubomír a Ivona TICHÁ, 1998. *Barvy z rostlin: povídání o přírodních barvivech a jejich využití*. Brno: Rezekvítek.
- TROTMAN, E. R., 1964. *Dyeing and chemical technology of textile fibers*. 3rd ed. London: Griffin.
- VÁCHALOVÁ, Radka, Ladislav KOLÁŘ, Jiří PETERKA, Marek KOPECKÝ, Jan VÁCHAL, Pavel ONDR, Miroslav DUMBROVSKÝ a Veronika SOBOTKOVÁ, 2019. *Betalainy v červené řepě ve vztahu k hnojení řepy sodíkem* [online]. Listy cukrovarnické a řepařské. 135(1). ISSN 1805-9708. Available from: <http://www.cukr-listy.cz> (accessed February 2020).
- VELÍŠEK, Jan a Jana HAJŠLOVÁ, 2009. *Chemie potravin*. Rozš. a přeprac. 3. vyd. Tábor: OSSIS. ISBN 978-80-86659-17-6.
- VRBOVÁ, Tereza, 2011. *Víme, co jíme? aneb: Průvodce „ěčky“ v potravinách*. Praha: Ecohouse. ISBN 80-238-750-3.
- WROLSTAD, Ronald E., Terry E. ACREE, Eric A. DECKER, Michael H. PENNER, David S. REID, Steven J. SCHWARTZ, Charles F. SHOEMARKER, Denise SMITH and Peter SPORNS, eds., 2005. *Handbook of food analytical chemistry: Pigments, colorants, flavors, texture, and bioactive food components*. New Jersey: Wiley. ISBN 0-471-72187-5.
- YUSUF, Mohd, 2018. *Handbook of Renewable Materials for Coloration and Finishing* [online]. Beverly: Scrivener publishing. ISBN 9781119407843. Available from: ProQuest Ebook Central (accessed March 2020).
- ZAHRADNÍK, Miloš, 1986. *Barviva používaná v technické praxi*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury.

9 Seznamy

9.1 Seznam obrázků

Obrázek 1: Vzorec tetraterpenů	14
Obrázek 2,3: Vzorec 9,10-antrachinoninu a vzorec 1,4-benzochinonu	14
Obrázek 4: Vzorec 1,4-naftochinonu	15
Obrázek 5: Vzorec indolu	15
Obrázek 6: Vzorec pyranu	16
Obrázek 7: Vzorec porfinu	17
Obrázek 8: Roztoky mořidel s připravenými textilními materiály	37
Obrázek 9: Upravené a navážené rostlinné materiály	38
Obrázek 10: Nemořené a nebarvený vzorek textilních materiálů	39
Obrázek 11: Vzorky textilních materiálů barvených cibulovými suknicemi	40
Obrázek 12: Vzorky textilních materiálů barvených červenou řepou	40
Obrázek 13: Vzorky textilních materiálů barvených kůrou jabloně.....	41
Obrázek 14: Vzorky textilních materiálů barvených kávovými zrny.....	41
Obrázek 15: Vzorky textilních materiálů barvených kurkumou	42
Obrázek 16: Vzorky textilních materiálů barvených listy ořešáku	42
Obrázek 17: Vzorky textilních materiálů barvených oplodím ořešáku	43
Obrázek 18: Vzorky textilních materiálů barvených paprikou.....	43
Obrázek 19: Vzorky textilních materiálů barveny špenátem	44
Obrázek 20: Vzorky textilních materiálů barvených třezalkou tečkovanou	44
Obrázek 21: Nemořené vzorky	45
Obrázek 22: Mořeno železnatým mořidlem	45
Obrázek 23: Mořeno cínatým mořidlem.....	45
Obrázek 24: Mořeno šťavelovým mořidlem	46
Obrázek 25: Mořeno hlinitým mořidlem	46
Obrázek 26: Mořeno chromitým mořidlem	46
Obrázek 27: Mořeno měďnatým mořidlem	46

9.2 Seznam tabulek

Tabulka 1: Příklady pomocných látek.....	31
Tabulka 2: Typy moření.....	32
Tabulka 3: Navážky vybraných mořidel.....	36
Tabulka 4: Příprava roztoků přírodních materiálů.....	37

