

KARLOVA UNIVERZITA V PRAZE  
PEDAGOGICKÁ FAKULTA  
KATEDRA CHEMIE A DIDAKTIKY CHEMIE

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**  
Šátečková modř

Vypracovala:

Vedoucí bakalářské práce:

Studijní obor:

Michaela Holečková

Mgr. Ing. Štěpánka Kučková, PhD.

Matematika-chemie

V Praze dne 9. dubna 2010

Tato bakalářská práce byla vypracována na Katedře chemie a didaktiky chemie Pedagogické fakulty Univerzity Karlovy v Praze v období červen 2009 – duben 2010.

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně s vyznačením všech použitých pramenů a spoluautorství. Souhlasím se zveřejněním bakalářské práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách, ve znění pozdějších předpisů. Byla jsem seznámena s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, ve znění pozdějších předpisů.

V Praze dne 9. dubna 2010

## Poděkování

Ráda bych tímto poděkovala vedoucí své bakalářské práce Ing. Mgr. Štěpánce Kučkové PhD. za pomoc při zpracovávání dat, vyhledávání odborné literatury, korekturu textu a za čas strávený v laboratoři při vypracovávání experimentu.



## **Abstrakt**

Cílem této bakalářské práce bylo připravit chrpovou modř a obarvit jí tkaninu podle předpisu z 15. století. Úvodní teoretická část shrnuje poznatky o rostlinných barvivech a samotných barvířských rostlinách včetně chrpy polní, která byla předmětem zkoumání. Během experimentu bylo dosaženo stanoveného cíle a byla získána „šátečková“ modř ve formě obarvených kousků plátna. Na závěr byl proveden test na potvrzení přítomnosti anthokyanových barviv obsažených v chrpách. Obarvená tkanina poslouží k rozšíření sbírky referenčních vzorků, které budou v budoucnu využity k identifikaci přírodních organických barviv.

## **Abstract**

The aim of this work was to prepare and dye a cloth by a cornflower blue due to recipe from the 15th century. Introductory section summarizes the theoretical knowledge about plant dyes and dyeing plants, including the studied cornflower. In the experimental section the “headscarves” blue was obtained and a white cloth was successfully dyed by this blue. A test for confirmation of the presence of anthocyanine dyes contained in cornflowers was also performed. The dyed cloth will serve to expand the collection of reference samples that will be used for identification of natural organic dyes in the future.

# OBSAH

<b>1. ÚVOD .....</b>	<b>8</b>
<b>2. TEORETICKÁ ČÁST .....</b>	<b>9</b>
2.1 Původní recept.....	9
2.2 Vysvětlení pojmů .....	10
2.3 Barvy a barviva rostlinného původu.....	11
2.4 Tradiční barvířské rostliny .....	12
2.4.1 Červená barva.....	12
2.4.2 Modrá barva .....	13
2.4.3 Žlutá barva .....	14
2.4.4 Zelená barva .....	14
2.4.5 Hnědá barva.....	14
2.4.6 Černá barva .....	14
2.5 Mořidla a jejich význam .....	15
2.6 Vzorník barev.....	16
2.7 Rozdělení rostlinných barviv .....	17
2.7.1 Indolová barviva.....	17
2.7.2 Pyrrolová barviva .....	18
2.7.3 Karotenoidní barviva .....	18
2.7.4 Chinonová barviva.....	19
2.7.5 Pyranová barviva .....	20
2.8 Chrpa polní (Cyanus Segetum) .....	20
2.8.1 Zařazení do systému .....	20
2.8.2 Barviva.....	21
<b>3. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST.....</b>	<b>22</b>
3.1 Použité chemikálie a materiál .....	22
3.2 Přístrojové vybavení.....	22
3.3 Příprava šátečkové modře .....	22
3.4 Zkouška přítomnosti anthokyanů .....	23
<b>4. VÝSLEDKY A DISKUZE .....</b>	<b>24</b>
<b>5. ZÁVĚR .....</b>	<b>26</b>
<b>6. LITERATURA .....</b>	<b>27</b>

# 1. ÚVOD

Barvy provázejí lidstvo už od pradávna, protože měly symbolizující a dekorativní význam. Již v dávných dobách si lidé, v touze po zkrášlení svého těla, vymýšleli různé způsoby zdobení těla pomocí šťáv vymačkaných z rostlin smíchaných se zvířecím tukem, hlínou či vodou. Ve stejné době probíhalo i vytváření jeskynních maleb, jež jsou známy z doby až 40 tisíc let před naším letopočtem.

Přibližně 5 tisíc let před naším letopočtem začaly vznikat první tkaniny a s jejich vznikem je spojen i počátek barvení látek. Již staré spisy egyptských hieroglyfů popisují extrakci přírodních barviv. V dnešní době si už jen těžko někdo umí představit svět textilu bez obrovského výběru barev, jaký nabízí trh.

Přírodních barviv se využívalo k barvení tkanin až do 19. století, než byla nahrazena těmi syntetickými, především anilinovými barvami. Důvodem byla snadnější dostupnost, výroba ve velkém množství a s tím související nižší cena a především to, že zaručují stálejší odstín než barviva přírodní.

V současné době však zájem o přírodní barviva opět roste, protože si veřejnost začíná stále více uvědomovat zdravotní a environmentální problémy, které úzce souvisejí s používáním umělých barviv, kterých se celosvětově spotřebuje asi milion tun ročně. Toxické znečištění odpadních vod po barvení umělými barvivami je totiž výrazně vyšší, než je tomu v případě barviv přírodních.



## 2. TEORETICKÁ ČÁST

### 2.1 Původní recept

Cílem této bakalářské práce bylo připravit šátečkovou modř, neboli modrý turnesol, podle receptury známé již v 15. století:

*„Chceš-li udělat pěknou šátečkovou modř, nasbírej v prvních osmi dnech po letnicích dvanáct hrstí chrp. Sbírat se mají po ránu do poledne. Otrhej okvětní lístky do čisté nádoby a roztluč to v čistém hmoždíři na kaši. Dej pak do čistého barchanového šátečku a promáčkej šťávu skrz hadřík do armiačké soli, které někteří říkají sal arabicum. Sůl se v barvě rychle rozpustí. Pak vezmi pořádně vyprané plátno ze starého šlojíře nebo ubrusu a nastrkej z něj natrhané šátečky do barvy. Dej jich tolik, aby do sebe vsály všechnu barvu, tedy, aby nebyly ani mokré, ani příliš suché a přitom aby barvu přijaly celou. Pak se šátečky pověsí vedle sebe na čistý kožený řemínek na větru, ale ne na slunce, protože slunce vytáhne barvu, a nechají vyschnout do druhého dne.*

*A znovu se mají brát květy čerstvé, tolik jako předtím, otrhat jejich lístky a roztlouci v hmoždíři jako předtím a přes obyčejný hadřík protlačit šťávu do hliněné nádoby glazované. Navíc se přidá arabská guma zcela průzračná, která se musí předem rozmocit ve vodě. Gumu je třeba rozmíchat prstem - rozpuštěná guma se smísí se šťávou květin. Přidává se též kamenec (alumen glarici), jeden settich jemně rozetřený na prášek – tento prášek se vsype do předchozí šťávy a míchá se až do úplného rozpuštění kamence. Pak se vezmou předchozí zbarvené hadříky a napájají se podruhé touto barvou, až se do nich barva úplně vsákne a dokonale se celé obarví. Pak pověš hadříky na větrném místě a nech dobře uschnout. Hadříky potom zaviň do pěkného papíru, ulož do čisté dřevěné krabičky a drž v horním patře na vzduchu, aby se k nim nedostala vlhkost.“ [1]*

## 2.2 Vysvětlení pojmů

Po prostudování receptu, na němž se zakládá tato práce, bylo nejprve nutné zjistit, co některé pojmy znamenají.

### Letnice

Letnice jsou křesťanský svátek, který se slaví 50 dnů po Velikonocích. Datum letnic se liší ještě u Západní a Východní církve. Pro přípravu šátečkové modře bylo zvoleno datum spadající pro Východní církve, tento den připadal na 7. června 2009. [2]

### Barchan

Barchan je silná, teplá, bavlněná látka česaná po rubové straně, která je v současné době už velmi špatně dostupná nebo dostupná pouze v barevných formách, což nebylo vhodné pro tuto práci. Proto byl barchan nahrazen zesílenou, čistě bílou bavlnou. [3]

### Armiacká sůl

Armiacká sůl je pryskyřice (obr. 1) a polysacharid z rostliny *Ferula assa-foetida* (*Gumiresina amoniacum*) neboli čertovo lejno, diachylon aj. (obr. 2). Tato látka byla s velkými obtížemi sehnána v podobě koření s názvem Čertovo lejno, které způsobilo odchýlení od původní receptury. [4]



**Obr. 1.** Pryskyřice z rostliny *Ferula assa-foetida*. [5] **Obr. 2.** Rostlina *Ferula assa-foetida*. [6]

### Arabská guma

Arabská guma je dobře stravitelná směs sacharidů a glykoproteinů, která se používá v potravinářství jako stabilizátor (E 414) a velký význam má i v lékařství. Získává se jako pryskyřice z některých druhů akácií rostoucích především v severní Africe. [7]

### Kamenec

Kamenec jsou obecně podvojně soli kyseliny sírové. Nejčastěji používaným typem kamence v malířství a textilní výrobě je kamenec hlinito-draselný,  $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ . [8]

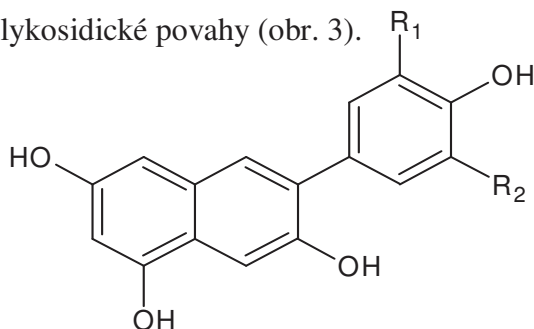
## 2.3 Barvy a barviva rostlinného původu

Existuje jen málo rostlinných pletiv, která jsou bezbarvá, většina se skládá z barevných buněk. Jejich barevnost může způsobovat přítomnost plastidů nebo barviv rozpuštěných v buněčné šťávě.

Nejznámějším barvivem je chlorofyl obsažen v chloroplastech, který způsobuje zelené zbarvení stonků, listů, složek květů či plodů rostlin. Chlorofyl ovšem není jediné barvivo uložené v chloroplastech. Společně s chlorofylem se může vyskytovat například červenožlutý karoten, žlutý xantofyl, diatomit, zlatavě žlutý fykochrysin nebo modravý fykocyan. Každé z těchto barviv je typické pro jiný druh rostlin a způsobuje odlišné odstíny zelené.

Vedle chloroplastů obsahují buňky rostlin ještě jiná tělíska bohatá na barviva – chromoplasty. Jsou to nositelé barviv bez obsahu chlorofylu, a to karotenu v podobě žlutých, červených a oranžových agregátů a žlutého xantofylu. Díky těmto barvivům vznikají žluté a oranžové barvy květů nebo některých plodů.

Další rostlinná barviva jsou obsažena přímo v buněčné šťávě, která snadno obarví například prsty, papír nebo plátno. Mezi tato barviva se řadí ve vodě snadno rozpustné anthokyany, sloučeniny glykosidické povahy (obr. 3).

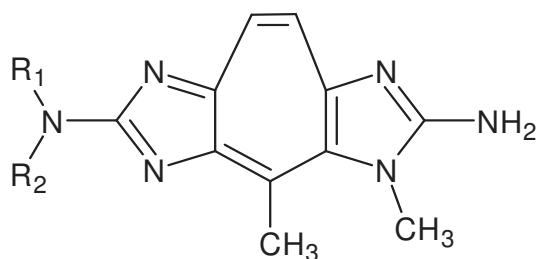


**Obr. 3.** Obecný vzorec anthokyanů.

Záleží na pH prostředí, podle kterého mohou tato barviva nabývat odstínů od čisté červené, přes fialovou až do modré, modrozelené a žluté. Anthokyany způsobují červené, fialové a modré zbarvení listů u chrpy polní, červeného zelí, pelargonie, zvonků či plodů borůvky a ostružiny, švestek, třešní a dalších.

Anthoxantin (obr. 4) je dalším barvivem vyskytujícím se v buněčné šťávě. Způsobuje žluté zbarvení například u květů divizny, šafránu, jiriny, u citronové kůry, aj.

Barviva mají velký fyziologický i ekologický význam pro život rostlin. Reprodukci rostlin zajišťují živočichové, přilákání jasnými barvami plodů a květů. Anthokyany chrání chlorofyl proti škodlivému UV záření a v chladných jarních dnech jsou nezbytné pro přeměnu světla na tepelné záření. [9]



**Obr. 4.** Obecný vzorec anthoxantinů.

## 2.4 Tradiční barvířské rostliny

Z rostlin můžeme získat všechny známé barvy a jejich odstíny – červenou, modrou, zelenou, žlutou, hnědou, šedivou i černou. V této kapitole jsou uvedeny nejznámější rostliny, které se převážně v minulosti používaly k barvení tkanin. V kapitole (2.6) je umístěn vzorník barev, které lze získat z rostlin u nás snadno dostupných.

### 2.4.1 Červená barva

Červená nepatří k barvám, které lze z rostlinného materiálu snadno získat. Jasně červená je považována za vrchol barvířského umění. K jejímu získání je také nutné použít méně obvyklá mořidla.

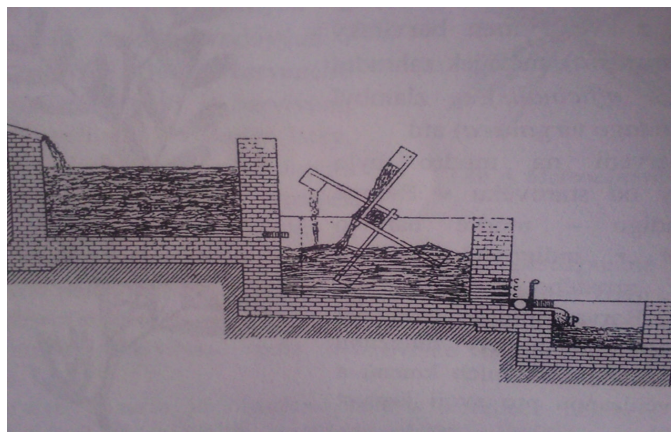
K získávání červeného barviva alizarinu se v minulosti využívala rostlina zvaná mořena barvířská (*Rubia tinctoria*). Její barvivo se využívalo především k barvení vlny a lnu nebo k přípravě olejových barev a červeného inkoustu. Tuto rostlinku však vytlačilo vytvoření

umělého barviva alizarinu, který se získává z antracenu. Červenou barvu lze získat také z kamejníku barvířského (*Alkanna tinctoria*), který se velmi často využívá také v kosmetice a v potravinářství. [9,10]

#### 2.4.2 Modrá barva

Modrá barva byla v minulosti získávána především ze dvou rostlin – indigovníku barvířského (*Indigofera tinctoria*) a borytu barvířského (*Isatis tinctoria*).

Barvivo se získávalo z čerstvé, na jemno nasekané natě rostliny indigovníku ponořené ve vodě. Postupně se uvolňovalo a usazovalo na dně nádrže v podobě žlutozeleného bláta. Po zoxidování (dosaženo promícháním) směs zmodrala. Po následném lisování a sušení zůstávala malá modrá zrnka indiga (obr. 5). První zmínky o používání indigovníku pocházejí již z Indie ze 4. století před naším letopočtem.



**Obr. 5.** Výroba indigové modři z rostlin v 18.-19. století.

Boryt barvířský lze, na rozdíl od indigovníku, pěstovat i v našich klimatických podmínkách. K barvení se využívají listy z přízemní růžice, které se nechají máčet ve vodě. Poté se přidává pár kapek čpavkové vody a celý odvar se okyslí například šleháním. Po přidání mořidla lze lázeň využít k barvení. Boryt sloužil k barvení již v pravěku a využíval se především jako „bojové barvivo“. Jak Keltové, tak i Galové natírali svá těla na modro, aby vylekali nepřítele. [9,10]

### 2.4.3 Žlutá barva

Žlutá barviva se v minulosti získávala hlavně z kurkumy, safloru, rmenu barvířského, kručinky, světlice a mnoha dalších druhů rostlin.

Světlice barvířská neboli saflor obsahuje ve svých květech dvě různá barviva – žlutý carthamin a červený carthamon. Patří spolu s indigem k nejstarším barvířským rostlinám. Používala se již ve starém Egyptě k barvení látek a lisování oleje z jejích semen. Z Afriky a Asie bylo také známé barvivo henny pravé (*Lawsonia innermis*). Žlutá barva je poměrně snadno dostupná během celého roku. [9]

### 2.4.4 Zelená barva

Přesto, že v rostlinné říši zelená barva převažuje, získání zeleného barviva není vůbec snadné. Nejčastější jsou odstíny olivově zelené až khaki, jichž lze dosáhnout pomocí skalice zelené ( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) jako mořidla.

K získání zelené barvy sloužili především listy různých domácích druhů bylin a dřevin, například kopřivy, suknice cibule nebo listy bezu černého. V přímořských oblastech se využívalo zelené barvivo z chaluž (*Fucus*). [9,10]

### 2.4.5 Hnědá barva

K barvení na hnědo se využívá hlavně kůra stromů, jejíž výhoda je v možnosti dlouhodobého skladování. Tím je tato barva dostupná během celého roku.

Hnědou barvu poskytují kůry břízy bělokoré, dubu zimního, trnky obecné, aj. Použit se mohou také šišky jedle bělokoré. [9]

### 2.4.6 Černá barva

Černá je zvláštní barva tím, že se v přírodě téměř nevyskytuje. Zdání černé barvy proto převážně tvoří velmi syté odstíny hnědé, zelené a modré. [9]

## 2.5 Mořidla a jejich význam

Většina přírodních barviv tvoří ve spojení se solí kovu komplexní sloučeninu. Soli kovů, neboli mořidla, se přidávají do barvicích lázní pro získání potřebného barevného odstínu a stálosti barvy. Mezi mořidla se neřadí jen anorganické látky, ale také látky organické jako například moč, odvar ze stonků rebarbory, jablečný ocet aj.

Mořidla se používají buď před barvením, kdy se barvený materiál předem namoří a teprve poté se barví, nebo naopak – barvený materiál se moří až po obarvení. [10]

Nejčastěji používaná mořidla:

- ❖ Kamenec ( $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ) – ustaluje žluté barvy, často se používá spolu s vinným kamenem.
- ❖ Chlorid cínatý ( $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) – ustaluje žluté barvy, obecně barvy rozjasňuje.
- ❖ Síran měďnatý ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) – jinak také modrá skalice, ustalovač zelených barev, zjemňuje a zesvětluje.
- ❖ Síran železnatý ( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) – neboli zelená skalice, ztmavuje zelené barvy.
- ❖ Kyselina vinná ( $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_6$ ) – používá se společně s kamencem, chloridem cínatým a síranem měďnatým, má projasňující účinky a barviva v její přítomnosti lépe vstupují do barveného materiálu.
- ❖ Hydrogenuhličitan sodný ( $\text{NaHCO}_3$ ) – přidává se do vody při praní materiálů, které budou barveny.
- ❖ Ocet ( $\text{CH}_3\text{COOH}$  + potravinářské přísady) – ustaluje hlavně barvy získané z různých plodů, např. bezinek, borůvek, aj.
- ❖ Thiosíran sodný ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) – využívá se při přípravě modrých barvicích lázní.
- ❖ Čpavková voda ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ) – stejně jako thiosíran sodný se využívá pro přípravu modrých barvicích lázní. [10]

## 2.6 Vzorník barev

V této podkapitole je uveden stručný přehled barev, které lze získat z u nás snadno dostupných rostlin či plodů. Pod názvem rostliny či její části/plodu je vždy uvedeno také mořidlo, které napomáhá k dosažení cílového odstínu. Je zde vidět, jak moc mořidla ovlivňují výslednou barvu látky. Použitím různých mořidel na stejné barvivo lze dosáhnout různých odstínů. [9]

	<b>1. Nebarvené plátno</b>		<b>18. Suknice cibule</b> 20 min. s kamencem a vinným kamenem
	<b>2. Bobule ptačího zobu</b> +1/2 hod.s kamencem a kys.citrónovou v octové vodě		<b>19. Suknice cibule</b> 1/2 hod. s kamencem a vinným kamenem závěrem stabilizováno špetkou sody
	<b>3. Bobule černého bezu</b> +1/2 hod s kamencem		<b>20. Suknice cibule</b> 1 hod. s kamencem a vinným kamenem závěrem stabilizováno špetkou sody
	<b>4. Bobule ptačího zobu</b> +1/2 hod.s kamencem a kys.citrónovou vypráno v mýdlové vodě		<b>21. Suknice cibule</b> 1/2 hod. s kamencem a vinným kamenem stabilizováno sodou a skalicí zelenou
	<b>5. Bobule ptačího zobu</b> +1/2 hod.s kamencem a kys.citrónovou a špetkou zelené skalice		<b>22. Suknice cibule</b> 1/2 hod. se skalicí zelenou
	<b>6. Bobule ptačího zobu</b> +1/2 hod.s kamencem a kys.citrónovou, na závěr stabil. v sodě		<b>23. Suknice cibule</b> 1 hod. se skalicí zelenou
	<b>7. Bobule ptačího zobu</b> +1/2 hod.se skalicí zelenou stabilizováno v sodě		<b>24. Kůra jasanu</b> 1 hod. se skalicí zelenou
	<b>8. Bobule ptačího zobu</b> Vzorek 6 barvený 2x stejným postupem		<b>25. Kůra jasanu</b> 20 min. se skalicí zelenou
	<b>9. Bobule ptačího zobu</b> Vzorek 7 barvený 2x stejným postupem		<b>26. Mletá káva</b> 1/2 hod. se skalicí zelenou
	<b>10. Malvičky řešetláku</b> +1 hod.s kamencem a sodou		<b>27. Suknice cibule</b> 1/2 hod. se skalicí zelenou a poté 10 min s kamencem
	<b>11. Malvičky řešetláku</b> Vzorek 10 barvený 2x stejným postupem		<b>28. Suknice cibule</b> Bez mořidel
	<b>12. Malvičky řešetláku</b> Vzorek 6 přebarvený 1hod.s kamencem a sodou		<b>29. Kůra trnky</b> 1/2 hod. s kamencem
	<b>13. Malvičky řešetláku</b> Vzorek 7 přebarvený 1hod.s kamencem a sodou		<b>30. Kůra trnky</b> 1/2 hod. s kamencem stabilizováno přídatkem sody
	<b>14. Kůra jasanu</b> 1/2 hod. se skalicí zelenou		<b>31. Stélka lišejníku</b> 1/2 hod. se skalicí zelenou stabilizováno přídatkem sody
	<b>15. Kůra trnky</b> 1/2 hod. se skalicí zelenou na závěr stabilizováno přídatkem sody		<b>32. Sušené šípky</b> 1 hod. se skalicí zelenou
	<b>16. Kůra jasanu</b> 1/2 hod. se skalicí zelenou na závěr stabilizováno přídatkem sody		<b>33. Kůra trnky</b> 1/2 hod. se skalicí zelenou
	<b>17. Nať vlaštovičníku</b> 1/2 hod. bez mořidel		<b>34. Přemrzlé čerstvé šípky</b> 1 hod. se skalicí zelenou stabilizováno sodou



## 2.7 Rozdělení rostlinných barviv

Rostlinná barviva jsou důležitá především pro primární proces biosféry – fotosyntézu, dále pak pro pohyb rostlin a v ekologii pro opylování. V literatuře je možné najít několik druhů dělení přírodních barviv, například podle lokalizace barviva nebo jejich chemické struktury. Tato práce nabízí rozdělení barviv hlavně podle jejich chemické struktury.

Z cytologického hlediska (kde se v rostlinné buňce dané barvivo nachází):

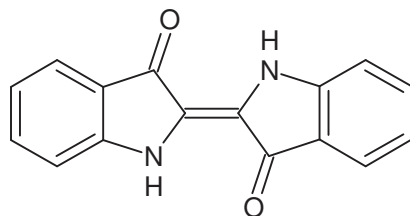
- ❖ Chymochromní (hydrochromní) – barviva jsou rozpuštěna v buněčné šťávě vakuol.
- ❖ Plazmochromní (lipochromní) – barviva jsou součástí plastidů a lze je rozpouštět v organických rozpouštědlech.
- ❖ Membránochromní – barviva zde impregnují buněčné stěny.

Z chemického hlediska:

- ❖ Indolová barviva
- ❖ Pyrrolová barviva
- ❖ Karotenoidní barviva
- ❖ Chinonová barviva
- ❖ Pyranová barviva

### 2.7.1 Indolová barviva

Jako nejznámější indolové barvivo je považováno indigo (obr. 6). Získává se z rostliny indigovníku, který ve svých listech obsahuje indikan, jehož hydrolýzou se uvolňuje žlutý indoxyl. Ten po vzdušné oxidaci poskytuje modré indigo. Dnes probíhá výroba synteticky avšak ne výhradně. Ročně se ho vyrobí z přírodních zdrojů asi 50 tun. [12,14]

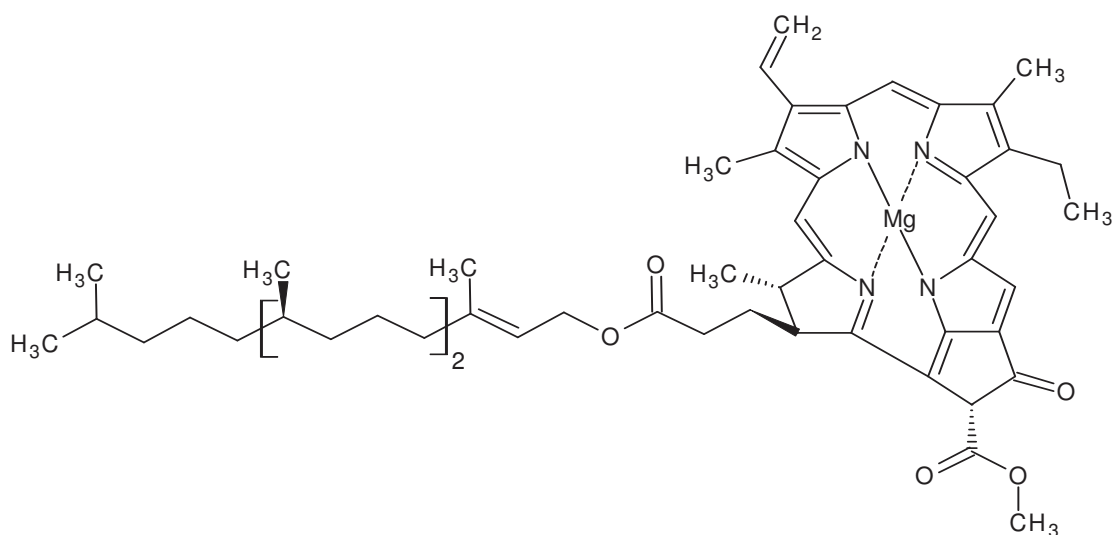


**Obr. 6.** Vzorec indiga.

### 2.7.2 Pyrrolová barviva

Mezi pyrrolová barviva patří dvě skupiny rostlinných barviv, chlorofyly (obr. 7) a fykobyliny.

- ❖ Chlorofyly – nejdůležitější fotosynteticky aktivní pigmenty rostlin, v současné době je známo 7 různých typů (chlorofyl a, b, c, d, e, bakteriochlorofyl a bakterioviridin).
- ❖ Fykobyliny – fykocyanin, fykoerythrin, allofykocyanin. [12,14]



**Obr. 7.** Vzorec chlorofylu a.

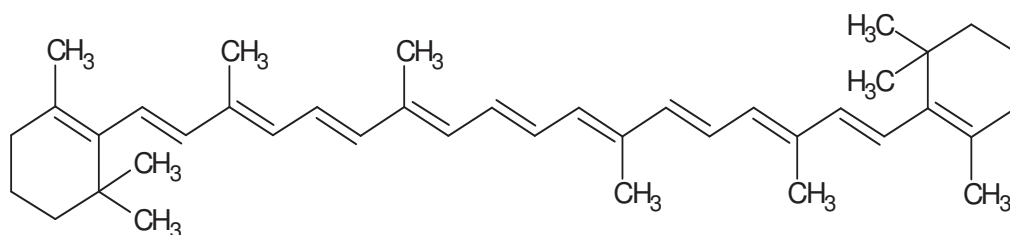
### 2.7.3 Karotenoidní barviva

Karotenoidní barviva (tetraterpeny) zahrnují asi 270 druhů pigmentů v barevné škále od žluté, přes oranžovou až po červenou. Mají výrazné antioxidační účinky. Ve svých molekulách obsahují nejčastěji 40 uhlíkových atomů a jejich konstituční jednotkou je molekula izoprenu. Jejich barvu vyvolává větší množství konjugovaných dvojných vazeb (11 a více). Jsou rozpustná v tucích a nepolárních rozpouštědlech.

Lze je dělit ještě na primární a sekundární. Primární karotenoidy jsou vázané na bílkoviny a vyskytují se v chloroplastech jako součást fotosystémů. Absorbují světelnou energii a přenášejí ji na chlorofyl. Význam mají také při fototropismu. Sekundární karotenoidy jsou obsažené v chromoplastech. Jsou tedy součástí květů, plodů i listů. V listech jejich přítomnost vyniká hlavně na podzim.

- ❖ Karoteny – patří mezi nejdůležitější barviva využívaná v potravinářském průmyslu ( $\alpha$ -karoten,  $\beta$ -karoten (obr. 8),  $\gamma$ -karoten).

- ❖ Xantofyly – hlavní barvivo u peří kanárů, kůry citrusů či žloutků vajec, patří sem pigmenty lutein, zexantin, neoxantin, krocetin, aj. [14]

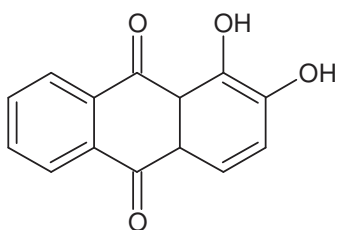


**Obr. 8.** Vzorec  $\beta$ -karotenu.

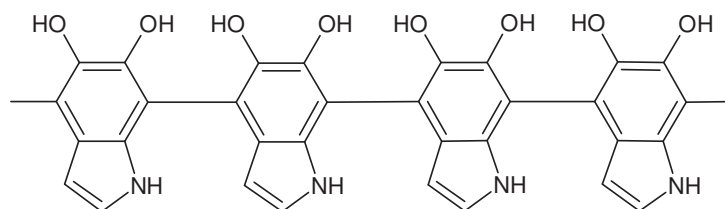
#### 2.7.4 Chinonová barviva

Chinonová barviva jsou nejrozšířenější skupinou přírodních barviv. Nejčastěji jsou hnědá až černá. Vyskytují se hlavně v kořenech a kůře stromů. Způsobují pestré zbarvení hub a lišejníků. Vznikají z fenolů, na jejichž hydroxylové skupiny bývá glykosidicky vázán sacharid. Jsou to různě substituované deriváty benzochinonů, naftochinonů a dalších. Mají oxidační účinky, což se projevuje temněním rostlinných pletiv na vzduchu, především po poranění pletiva. Tato reakce je známá například u některých druhů hrušní, jejichž listy na podzim černají. Jejich glykosid (organická sloučenina vyskytující se v přírodě, často velmi jedovatá) arbutin je enzymaticky štěpen na D-glukózu a hydroxichinon, který je enzymaticky oxidován na černé barvivo, určující podzimní zbarvení jejich listů.

- ❖ Deriváty p-benzochinonů – fumigatin, spinulopsin, kyselina polyporová, aj.
- ❖ Deriváty 1,4-naftochinonu – juglon, lawson, aj.
- ❖ Deriváty antrachinonu – alizarin (obr. 10), fluorescentní hypericin, aj.
- ❖ Melaniny (obr. 11) – způsobují hnědé zbarvení poškozených plodů ovoce, bulv a hlíz; enmelaniny, feomelaniny, aj. [14]



**Obr. 10.** Vzorec alizarinu.



**Obr. 11.** Vzorec melaninu.

### 2.7.5 Pyranová barviva

Pyranová barviva jsou v přírodě vázána na cukr jako glykosidy a jsou rozpustná ve vodě. Převážně mají žlutou, červenou nebo modrou barvu. Jsou obsažena v květech, plodech i listech rostlin. Odvozena jsou od základního skeletu flavonu (žluté barvivo).

- ❖ Xantonová barviva – tvoří přechod mezi pyranovými a antrachinovými barvivy, patří sem například gentisin.
- ❖ Flavony a izoflavony – apigenin, genistin, aj.
- ❖ Flavonoly – kvercetin (oranžově hnědý pigment, ovlivňuje permeabilitu buněčných stěn).
- ❖ Anthokyany – hydroxoderiváty flavyliových solí, nabývají rozmanitých barev od modré přes fialovou až po červenou. Jejich barva značně závisí na pH prostředí (viz praktická část práce). Hydrolytickým štěpením z nich vzniká cukr a anthokyany, které se dále dělí na barviva: pelargonidin, kyanidin, delfinidin, petunidin, peonidin a malvidin.
- ❖ Složitější pyranová barviva – brazilin, hematoxylin, rotenon, munduseron, aj. [14]

## 2.8 Chrpa polní (*Cyanus Segetum*)

V této kapitole jsou uvedeny základní údaje o chrpě polní, která byla hlavním předmětem zkoumání pro experimentální část práce.

### 2.8.1 Zařazení do systému

Říše :	Rostliny
Podříše :	Cévnaté rostliny
Oddělení :	Krytosemenné
Třída :	Vyšší dvouděložné
Řád :	Hvězdicotvaré
Čeleď :	Hvězdicovité
Rod :	Chrpa



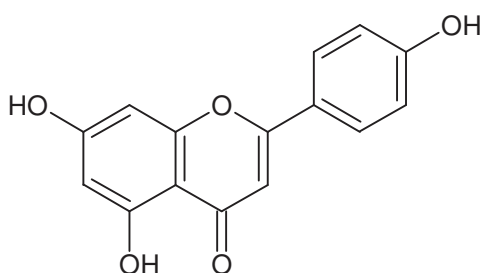
**Obr. 11.** Květy chrpy polní.

Chrpa polní (obr. 11) je jednoletá bylina vysoká až 90 cm. Jako obtížný plevel vyskytující se v obilovinách byla chrpa ničena masivním používáním herbicidů. Poté se stala

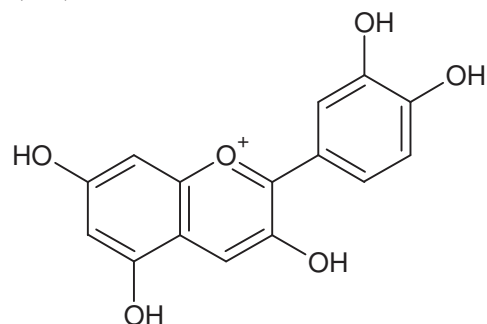
velmi vzácným druhem. V dnešní době už se objevuje opět hojněji, především na okrajích polí, podél cest či na slunných stráních. V lidovém léčitelství je používána ke zmenšování otoků, má také močopudné a žlučopudné účinky a využívá se také k čištění krve. Nejčastěji se však využívá při zánětlivých a hnisavých onemocněních očí. Zájem o chrpu projevuje také kosmetický průmysl. [11]

### 2.8.2 Barviva

Chrupa polní obsahuje ve svých jasně modrých květech fenylypropanoidní a alkaloidní látky. Z fenylypropanů například flavon apigenin (obr. 12) a anthokyan kyanidin (obr. 13), z alkaloidů například indolové alkaloidy. Kyanidin má u chrpové modři za následek protonaci a deprotonaci v závislosti na změnách pH, čímž dochází k přeskupování elektronů interagujících s fotony viditelného světla. Tím jsou způsobeny barevné změny pozorované při změnách kyselosti prostředí v přítomnosti anthokyanů (3.3). [12]



**Obr. 12.** Vzorec apigeninu.



**Obr. 13.** Vzorec kyanidinu.

### 3. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

V této části práce je popsán průběh získávání modrého barviva z chrpy polní. Dále je zde uvedeno jakým způsobem byly na obarveném textilu prováděny zkoušky na přítomnost anthokyanů.

#### 3.1 Použité chemikálie a materiál

- ❖ Armiacká sůl (sal arabicum) neboli Čertovo lejno..... Natura Grešík, ČR
- ❖ Arabská guma .....PedF UK, původ neznámý
- ❖ Kamenec  $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$  .....PedF UK, původ neznámý
- ❖ Barchanový šátek .....Imtex, dům textilu, Příbram
- ❖ Plátno.....Imtex, dům textilu, Příbram
- ❖ Kožený řemínek .....Imtex, dům textilu, Příbram
- ❖ Chrpy.....Dubno, Mníšek pod Brdy
- ❖ Ftalátový pufr (pH=4,02)..... PENTA, Chrudim
- ❖ Borátový pufr (pH=8,95)..... PENTA, Chrudim
- ❖ Kyselina chlorovodíková (35%)..... Pedf UK, Chemapol Praha
- ❖ Amoniak ( $NH_3$ ) ..... Pedf UK, Chemapol Praha
- ❖ Hydroxid sodný ( $c = 1 \text{ mol/l}$ ).....Pedf UK, Chemapol Praha

#### 3.2 Přístrojové vybavení

Aby bylo možné provést zkoušku na přítomnost anthokyanů, bylo potřeba připravit roztoky o různých pH. K tomu byl použit *pH-metr HANNA instruments*. Ten byl nejprve kalibrován ftalátovým pufrem o pH 4,02 a borátovým pufrem o pH 8,95. Poté byl připraven k měření pH cílových roztoků.

#### 3.3 Příprava šátečkové modře

První den bylo po otrhání okvětních lístků naváženo 39,3 g chrp. Po rozetření v tloučku na jemnou kaši bylo pro zvýšení vlhkosti přidáno 10 ml vody. Poté se směs promáčkala skrz bavlněný hadřík. Směs uvnitř hadříku po promáčkání zůstala téměř odbarvená a bylo z ní získáno 12 ml barvy. V barvě se postupně máčely plátěné kousky látky,

dokud nenasákly všechnu barvu. Obarvené hadříky zůstaly přes noc zavěšené na kožených řemíncích, aby dobře proschly.

Druhý den bylo naváženo 95,4 g chrpových okvětních lístků. Po rozetření v tloučku a přidání pár kapek vody pro navlhčení k nim bylo přidáno 40 ml nasyceného roztoku arabské gumy. Po promačkání přes bavlněný hadřík bylo získáno 25 ml barvy. K barvě bylo přidáno 10 ml předem připraveného roztoku arabské gumy a 1,6 g kamence ( $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ). Směs se důkladně promíchala až do úplného rozpuštění kamence a následně v ní byly máčeny již obarvené a suché kousky plátna z předchozího dne. Oproti předchozímu dni trvalo delší dobu než do sebe barvu nasákly. Nakonec byly opět zavěšeny na kožené řemínky a byly ponechány pár dní schnout.

### **3.4 Zkouška přítomnosti anthokyanů**

Již v kapitole 1.3 je zmíněno, že anthokyany reagují na různá pH změnou barvy. Z tohoto důvodu byl proveden pokus, který dokazuje přítomnost antokyanů v barvivu získaném z chrpy polní.

Pro získání vodných roztoků o požadovaných pH hodnotách byla použita 10% HCl, 10%  $\text{NH}_3$  a 1M NaOH. Postupně byly získány roztoky o pH 0,98; pH 3,11; pH 4,99; pH 8,98; pH 11,01 a pH 13,02. Následně byly na kus obarvené látky kapány vzorky roztoků a pozorována probíhající reakce.

## 4. VÝSLEDKY A DISKUZE

Vyrobená šátečková modř měla modrošedou barvu. Po prvním máčení měly šátky barvu výrazněji modrou (obr. 14) než po druhém máčení, kdy byly už spíše tmavě modrošedé (obr. 15). Po každém namočení byla barva hůře vstřebávána do látky a nabírala jiných odstínů.



**Obr. 14.** Šátky po prvním barvení.



**Obr. 15.** Šátky po druhém barvení.

Dále byla potvrzena světelná nestálost barviva obsaženého v chrpách, jelikož od samotného barvení hadříků uplynulo necelých devět měsíců a změna v sytosti barvy je jasně patrná na první pohled. Jak je uvedeno v kapitole 1.5.3, pyranová barviva, pod která anthokyany spadají, jsou rozpustná ve vodě. Proto byl ještě jeden z hadříků vyprán v čisté, studené vodě dokud nepřestal pouštět modrou barvu. Látka po vyprání, vyždímání a usušení získala opravdu jiný odstín (obr. 16). To vysvětluje, proč chrpová modř nebyla vyhledávaným prostředkem pro barvení látek. Našla využití především v malířství a to pouze knižním, z důvodu své světelné nestálosti.

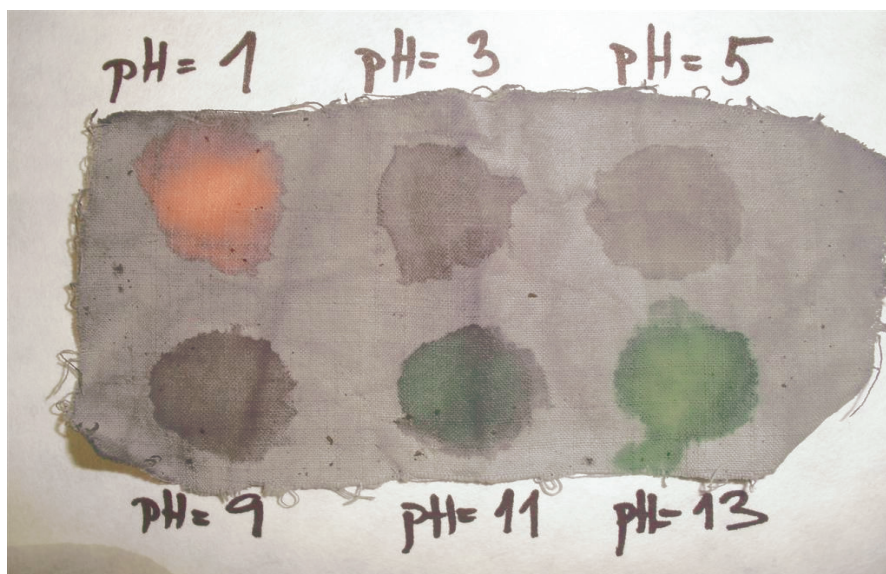


**Obr. 16.** Obarvený hadřík před a po vyprání.



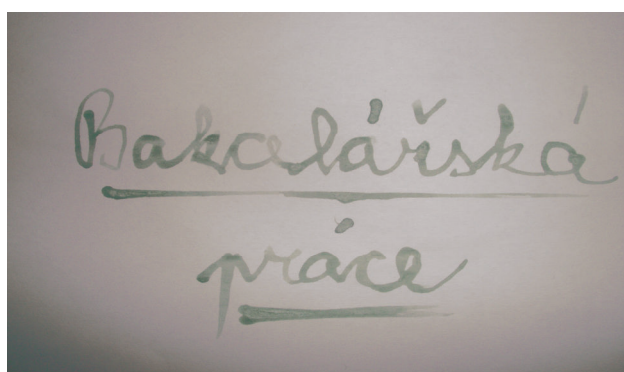
Této vlastnosti většiny přírodních barviv jsou dnes přizpůsobeny také výstavy, které iluminované rukopisy vystavují jen při velmi slabém osvětlení. V minulosti malíři chránili světelně citlivá barviva v pouzdrech. Do nich ukládali nádobky s barvivy nebo přímo pláténka prostoupená zaschlým barvivem, z nichž těsně před malbou barvivo vymývali. [13]

Zkouškou s roztoky o různých pH bylo na obarvené látce dosaženo barevných změn (obr. 17), což opět potvrzuje výše uvedenou zmínku o využití chrpové modři spíše pro knižní malířství. Látka v tomto případě sloužila pouze jako „přechodná úschovna“ barviva.



**Obr. 17.** Látka obarvená chrpovým barvivem po zkoušce na přítomnost anthokyanů.

Trocha zbylé barvy zůstala ponechána zaschnout v misce a poté byla použita jako inkoust. Navlhčenou špejlí byla nabrána barva a vyzkoušeno psaní na čistě bílý papír. Překvapením bylo, že nápis měl barvu spíše do zelena, než do modra (obr. 18).



**Obr. 18.** Ukázka inkoustu z chrp.

## 5. ZÁVĚR

V teoretické části práce jsou přiblížena rostlinná barviva a jejich původ. Také jsou zde popsány tradiční barvířské rostliny, které byly rozčleněny podle získané barvy. Nejdůležitější přírodní barviva jsou rozdělena do pěti skupin podle svých chemických vlastností. Tuto část práce pak uzavírá souhrn poznatků o chrpě polní, z níž bylo získáváno modré barvivo.

Během experimentu se podařilo vyrobit šátečkovou modř získanou z okvětních lístků chrpy polní a rovněž se podařilo obarvit touto barvou šátky, které mají po zaschnutí modrošedou barvu. Je ale velmi pravděpodobné, že barevnost ve středověku připravovaných látek obarvených chrpami byla výraznější a nabývala plnějších tmavomodrých až lehce fialových odstínů, protože se příprava barviva prováděla ve velkém množství a také na jiné druhy textilií.

Zkouškou s roztoky o různých pH byla dokázána přítomnost anthokyanů. Podle očekávání získala obarvená látka v silně kyselém prostředí růžový odstín a naopak v silně zásaditém prostředí zelenožlutý odstín.

Obarvené šátky byly použity k rozšíření sbírky materiálů, které slouží jako referenční vzorky používané pro identifikaci přírodních organických barviv.

## 6. LITERATURA

1. Hřebíčková B.: *Historické receptáře*, Národní galerie v Praze (2003)
2. Adam A.: *Liturgický rok, historický vývoj a současná praxe*, Vyšehrad, Český Těšín (1998)
3. Staňková J.: *České lidové tkaniny*, SNTL, Praha (1989)
4. <http://sandragon-sandragon.blogspot.com/2009/09/slovník-odborných-terminů>  
[cit. 2010-01-13]
5. [http://www.rymer.cz/eshop/vykurovadla/pryskyrice/asant-\\_-certovo-lejno/detail\\_159.html](http://www.rymer.cz/eshop/vykurovadla/pryskyrice/asant-_-certovo-lejno/detail_159.html)  
[cit 2010-04-05]
6. <http://kvetiny.atlasrostlin.cz/locidlo-certovo-lejno> [cit. 2010-04-05]
7. <http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v17je06.htm> [cit. 2010-01-13]
8. Vacík J. a kolektiv autorů: *Přehled středoškolské chemie*, SPN, Praha (1999)
9. Tichý L.; Tichá, I.: *Barvy z rostlin*, Rezekvítek, Brno (1998)
10. Bidlová V.: *Barvení pomocí rostlin*, Rosa, o.p.s., České Budějovice (2004)
11. Mladá J.: *Rostliny v přírodovědě a prouce*, Scientia, (1996)
12. Čopíková J., Uher M., Lapčík O., Moravcová J., Drašar P.: *Přírodní barevné látky*,  
Chemické listy 99, 802-816 (2005)
13. Kopecká I.: *Přehled přírodních barviv*, Státní restaurátorské ateliéry, Praha (1990)
14. Velíšek J., Hajšlová J.: *Chemie potravin*, Osis, Tábor (2009)