

# **Barviva – výroba a použití v potravinářském průmyslu**

## **Dyes – Production and Use in Food Industry**

Zina Žebroková

---

Bakalářská práce  
2012

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická  
Ústav analýzy a chemie potravin  
akademický rok: 2011/2012

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Zina ŽEBROKOVÁ**  
Osobní číslo: **T09378**  
Studijní program: **B 2901 Chemie a technologie potravin**  
Studijní obor: **Technologie a řízení v gastronomii**

Téma práce: **Barviva – jejich výroba a použití v potravinářském průmyslu**

Zásady pro vypracování:

1. Základní způsob výroby a syntézy přírodních barviv
2. Základní způsob výroby a syntézy syntetických barviv
3. Rozdělení přírodních barviv podle chemické struktury, zástupci jednotlivých skupin a jejich použití
4. Rozdělení syntetických barviv podle chemické struktury, zástupci jednotlivých skupin a jejich použití

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

1. VELÍŠEK, J. Chemie potravin 3, OSSIS, Tábor 1999
2. VRBOVÁ, Dr. Tereza. Víme, co jíme?: aneb průvodce éčky v potravinách. EcoHouse, 2001. ISBN 80-238-7504-3.
3. HENDRY, G. A. F. a J. D. HOUGHTON. Natur Food Colorants. Blackie Akademic: Chapman & Hall, 1996. Second edition. ISBN 0 7514 0231 1.
4. VELÍŠEK, J. a K. CEJPEK. Biosynthesis of Food Components. 1. Tábor: OSSIS, 2008. ISBN 978-80-86659-12-1.
5. WROLSTAD, Ronald E. Handbook of Food Analytical Chemistry: Pigments, Colorants, Flavors, Texture and Bioactive Food Components. John Wiley & Sons, Inc.: Copyright, 2005. ISBN 9780471709084.

Vedoucí bakalářské práce:

**Ing. Vladimíra Zemanová**  
Kroměříž

Datum zadání bakalářské práce:

**6. ledna 2012**

Termín odevzdání bakalářské práce:

**21. května 2012**

Ve Zlíně dne 15. února 2012

  
doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.  
*děkan*



  
doc. Ing. Miroslav Fišera, CSc.  
*ředitel ústavu*

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby <sup>1)</sup>;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 <sup>2)</sup>;
- beru na vědomí, že podle § 60 <sup>3)</sup> odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 <sup>3)</sup> odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně .....

.....

---

<sup>1)</sup> zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

<sup>2)</sup> zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

<sup>3)</sup> zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihledne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

## ABSTRAKT

Ve své bakalářské práci se zabývám rozdělením potravinářských barviv na přírodní a syntetická a jednotlivé skupiny dále rozdělují podle jejich chemické struktury. Zabývám se vlastnostmi a chemickým složením jednotlivých skupin, způsoby jejich použití, a také konkrétními příklady barviv. V neposlední řadě se zabývám způsoby jejich získávání a výroby.

Klíčová slova:

Barvivo, přírodní barviva, syntetická barviva, extrakce, přijatelná denní dávka.

## ABSTRACT

In my bachelor's thesis i deal with the distribution of food dyes on natural, and synthetic and each group are further divide according to their chemical structure. I deal with properties and chemical composition of the various groups, their methods of application and specific examples of food coloring too.

I reffering on examples of their using. In the last row i am interest of ways of their getting and producting.

Keywords:

The dye, natural dyes, synthetic dyes, extraction, acceptable daily intake.

Tímto bych chtěla poděkovat paní Ing. Vladimíře Zemanové za její trpělivost, ochotu, odborné vedení, připomínky a cenné rady, které mi poskytla.

Stejně tak bych chtěla poděkovat všem svým blízkým, kteří mě podporovali a poskytli mi zázemí, abych mohla nerušeně pracovat na své bakalářské práci.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně .....

.....

Podpis studenta

## OBSAH

<b>1</b>	<b>CÍL BAKALÁŘSKÉ PRÁCE.....</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>HISTORIE POUŽÍVÁNÍ POTRAVINÁŘSKÝCH BARVIV .....</b>	<b>11</b>
<b>3</b>	<b>LEGISLATIVA .....</b>	<b>13</b>
3.1	SYSTEM E-KÓDŮ .....	13
3.2	PŘIJATELNÁ DENNÍ DÁVKA .....	14
<b>4</b>	<b>PŘÍRODNÍ BARVIVA – CHARAKTERISTIKA A POUŽITÍ .....</b>	<b>15</b>
4.1	KAROTENOIDNÍ BARVIVA .....	16
4.1.1	Karoteny.....	16
4.1.1.1	E 160 b Annatto, Bixin, Norbixin.....	17
4.1.1.2	E 160 d Lykopen .....	17
4.1.1.3	E 100 Kurkumin .....	18
4.1.2	Xanthofyly .....	19
4.2	FLAVONOIDNÍ BARVIVA.....	19
4.2.1	Flavony.....	20
4.2.2	Flavonoly.....	20
4.2.3	Anthokyany .....	20
4.3	XANTHONOVÁ BARVIVA.....	22
4.4	BETALAINOVÁ BARVIVA.....	22
4.4.1.1	E 162 Betalainová červeň, Betanin .....	23
4.5	PYRROLOVÁ BARVIVA.....	24
4.5.1	Tetrapyrroly.....	24
4.5.1.1	Cyklické porfyriny (porfyrinová barviva) .....	24
4.5.1.2	Lineární biliny (bilinová barviva) .....	24
4.5.2	Chlorofyly.....	25
4.6	CHINONOVÁ BARVIVA.....	27
4.6.1.1	E 120 Karmín .....	27
<b>5</b>	<b>ZÁKLADNÍ ZPŮSOB ZÍSKÁVÁNÍ PŘÍRODNÍCH BARVIV .....</b>	<b>29</b>
5.1	EXTRAKCE.....	29
5.2	KAROTENOIDNÍ BARVIVA .....	30
5.2.1	Karoteny.....	30
5.2.2	Annatto.....	31
5.2.3	Lykopen.....	31
5.2.4	Kurkumin.....	32
5.3	FLAVONOIDNÍ BARVIVA.....	32
5.3.1	Anthokyany .....	32
5.4	BETALAINOVÁ BARVIVA.....	33
5.4.1	Betalainová červeň.....	33
5.5	PYRROLOVÁ BARVIVA.....	33
5.5.1	Chlorofyly.....	33



5.6	CHINONOVÁ BARVIVA.....	34
5.6.1	Karmín.....	34
<b>6</b>	<b>SYNTEICKÁ BARVIVA – JEJICH ROZDĚLENÍ A POUŽITÍ .....</b>	<b>35</b>
6.1	AZOBARVIVA .....	36
6.1.1	E 102 Tartrazin.....	37
6.1.2	E 110 Žluť SY .....	37
6.1.3	E 122 Azorubin.....	38
6.1.4	E 124 Ponceau 4R .....	38
6.2	FENYLMETHANOVÁ BARVIVA .....	39
6.2.1	Trifenylnmethanová barviva .....	39
6.2.1.1	E 133 Brilantní modř.....	39
6.2.1.2	E 142 Zeleň S .....	40
6.3	XANTHENOVÁ BARVIVA .....	40
6.3.1	E 127 Erythrosin.....	41
6.4	ANTHRACHINONOVÁ BARVIVA .....	41
6.5	CHINOLINOVÁ BARVIVA .....	42
6.5.1	E 104 Chinolinová žluť .....	42
6.6	INDIGOIDNÍ BARVIVA .....	42
6.6.1	E132 - Indigotin.....	42
<b>7</b>	<b>ZÁKLADNÍ ZPŮSOB VÝROBY SYNTEICKÝCH BARVIV.....</b>	<b>44</b>
7.1	AZOBARVIVA .....	45
7.1.1	Tartrazin.....	46
7.1.2	Žluť SY .....	46
7.1.3	Azorubin.....	47
7.2	CHINOLINOVÁ BARVIVA .....	47
7.2.1	Chinolinová žluť .....	47
7.3	XANTHENOVÁ BARVIVA .....	47
7.3.1	Erythrosin.....	47
7.4	INDIGOIDNÍ BARVIVA .....	48
7.4.1	Indigotin.....	48
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>49</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>50</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>	<b>53</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>54</b>
	<b>SEZNAM TABULEK .....</b>	<b>56</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH .....</b>	<b>57</b>

## 1 CÍL BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

V dnešní době se téměř nesetkáme s potravinou, která by nebyla ničím obarvená. Oproti minulým létům je také povoleno používat mnohem více barviv. Barviva jsou pro obchodníky velice důležitá při získávání zákazníků. Každý běžný zákazník dá přirozeně přednost té potravíně, která vypadá zdravě a bezzávadně. Zvláště malé děti se nechají snadno zlákat krásně barevnými cukrovinkami. Jen u několika málo potravin je dobarvování zakázáno. Patří k nim např. dětská výživa, med, ovocné šťávy a nektary. Jiné potraviny mohou být dobarvovány pouze některými druhy barviv, např. máslo jen karoteny.

Mým cílem je seznámit čtenáře s rozdělením barviv používaných ve výrobě potravin a jejich charakteristikou. Dále pak objasnit způsob získávání přírodních barviv nebo výrobu syntetických barviv.

## 2 HISTORIE POUŽÍVÁNÍ POTRAVINÁŘSKÝCH BARVIV

Umělé zbarvení potravin není nic nového. Ve skutečnosti barvení potravin bylo běžné ještě v dávných dobách. V Antice Plinius starší v prvním století našeho letopočtu poznamenal, že galský vinařský průmysl používá kouř a extrakt z aloe pro zlepšení barvy a chutě vína.

V 17. a 18. století se stále rozšiřovala řada barevných, ale jedovatých anorganických solí. Příkladem škodlivých aplikací bylo barvení sýrů červeným siřníkem rtuťnatým nebo barvení cukrovinek olovnatými sloučeninami. K barvení těstovin se používala kyselina pikrová, která je nejen jedovatá, ale v práškovém stavu i výbušná, takže se používala i jako součást záparek nebo baterií. Koláče a pečivo se barvily žlutooranžovým chromanem (chromitanem olovnatým, který mohl být příčinou neplodnosti). Do červeného vína se přidával fuchsin obsahující stopy arsenu, protože k výrobě barviva se používala kyselina trihydroarzeničná. Pomocí methyl-žluti (dimethylamino-azobenzol), která je také jedovatá, získávalo máslo a margariny sytější žluté zbarvení. [5]

Historie dále dokládá, že škála barevných, ale jedovatých anorganických solí jako síranu měďnatého, olova a siřníku rtuťnatého byly používány k "vylepšení" vzhledu širokého sortimentu potravin jako je máslo, džemy, nakládaná zelenina, sladkosti i ovocné šťávy.

Roku 1800 se rozmohl rychlý vývoj a začalo se využívat vědeckých přístrojů, z nichž první vědci byli schopni identifikovat cizí látky v potravinách. V knihách a brožurách se začaly objevovat kritiky kontaminace potravin potenciálně toxickými látkami. V roce 1820 Frederic Accum publikoval seminární pojednání o falšování potravin. Ve Spojených státech bylo během poloviny 19. století prakticky nemožné najít jídlo nebo nápoj, který nebyl padělán. I mléko bylo tónované do žluta s olovem chromanu, aby se zabránilo odhalení svažení mléka (zředění vodou), po kterém má mléko modrou barvu. [7]

Materiály používané k barvení potravin se dramaticky změnily v polovině roku 1800. V roce 1856 anglický chemik William Perkin (1838-1907) připravil první syntetické organické barvivo, "anilie purpur" neboli "fialové", z černouhelného dehtu. Brzy široká škála barevných látek na organické bázi začala nahrazovat toxické minerální soli jako potravinářské barvivo. Tato dramatická změna v potravinářství představila potenciální zdravotní problémy, protože bezpečnost těchto organických barviv z černouhelného dehtu nebyla zkoumána. Do konce 19. se stalo národním zájmem stanovení bezpečnosti potravinářských pří-

datných látek a jejich agentů zejména. V roce 1883 americký chemik Harvey W. Wiley (1844-1930), začal svou čtyřicetiletou snahu o zlepšení bezpečnosti potravin. Známy jako "otec Pure potravin a drogy zákona", Wiley byl hlavním autorem tohoto zákona, který se stal zákonem v roce 1906. Jeden z aspektů tohoto zákona byl navržen tak, aby se zabránilo zahraničnímu dovozu masa a masných výrobků, které obsahovaly barvy, chemikálie a jiné přísady, díky nimž bylo maso škodlivé a pro lidskou výživu nevhodné. Kromě toho tento zákon uznává sedm barviv z černouhelného dehtu jako bezpečné pro použití v potravinách. [7]

### 3 LEGISLATIVA

V České republice potraviny obecně podléhají zákonu č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích.

Přídavné látky podléhají dále vyhlášce 130/2010 Sb., ze dne 23. dubna 2010, kterou se mění vyhláška č. 4/2008 Sb., kterou se stanoví druhy a podmínky použití přídavných látek a extrakčních rozpouštědel při výrobě potravin.

Tato vyhláška stanovuje barviva povolená při výrobě potravin, potraviny a skupiny potravin, v nichž se barviva mohou vyskytovat, a další podmínky použití barviv (příloha I). Vyhláška se dále zabývá nejvyšším povoleným množstvím barviva vztaženého na obsah čistého barviva. Toto nejvyšší povolené množství se týká potravin připravených ke spotřebě podle návodu výrobce. Při výrobě potravin lze používat barviva i ve formě aluminiových laků. V příloze II je dále uvedena tabulka potravin, u kterých se nesmí barvivo použít při výrobě.

Kontrolu dodržování předpisů pro používání přídavných látek zajišťují, pokud jde o potraviny, dozorové orgány Ministerstva zemědělství ČR, což je Státní zemědělská a potravinářská inspekce a Státní veterinární správa, u pokrmů pak orgány ochrany veřejného zdraví řízené Ministerstvem zdravotnictví ČR. [23]

Nařízení (ES) č. 1333/2008, které je použitelné od ledna 2010, konsoliduje veškerou legislativu týkající se potravinářských přídavných látek, kterou dříve zahrnovaly různé směrnice (rámcová směrnice 89/107/EHS, směrnice pro barviva 94/36/ES, směrnice pro sladidla 94/35/ES, směrnice pro ostatní potravinářské přídavné látky 95/2/ES).

Ve shodě s novou legislativou musí Evropský úřad pro bezpečnost potravin (EFSA) do prosince 2020 nově posoudit bezpečnost (nezávadnost) všech přídavných látek, která byla schválena před 20. lednem 2009. [23]

#### 3.1 Systém E-kódů

V Evropské unii se potravinářské přídavné látky označují systémem E-kódů. Toto značení vydal Codex Alimentarius. Barviva jsou označena hodnotami E-kódů 100 – 182.

CCFAC vytvořil mezinárodní systém číslování (International Numbering System, INS), který umožňuje identifikaci potravinářských přídavných látek na seznamu přísad pomocí

čísla, které nahrazuje specifický název přídatné látky, který je často dlouhý, neboť popisuje komplexní chemickou strukturu.

### 3.2 Přijatelná denní dávka

Již v padesátých letech v USA úřad pro potraviny a léky (FDA) a Národní rada pro výzkum vydaly doporučení ověřovat nezávadnost chemikálií v potravinách. V FDA navrhli, aby se používala „stonásobná bezpečnostní rezerva“ mezi maximální bezpečnou dávkou zjištěnou v dlouhodobých studiích na zvířatech a maximálním příjmem příslušné chemikálie z celkové stravy člověka. Na základě této bezpečnostní rezervy JECFA vypracoval koncepci akceptovatelného denního příjmu (Acceptable Daily Intake, ADI).

ADI je množství potravinářského aditiva (vyjádřeného v mg na kg tělesné hmotnosti), které lze konzumovat denně během života bez zřetelného zdravotního rizika. Při stanovování ADI určitého potravinářského aditiva se berou do úvahy všechny nežádoucí účinky, ke kterým může dojít při konzumaci tohoto aditiva. Ty se pak prověřují v různých testech, nejčastěji na experimentálních zvířatech. Nejvyšší dávka, při které se nežádoucí účinek ještě neprojeví, se označuje jako NOAEL (No Observed Adverse Effect Level). [23]

NOAEL se dělí bezpečnostním faktorem, obvykle číslem sto, a tím se získá ADI. Příklad: Pokud maximální dávka aditiva, při které ještě nebyl pozorován negativní vliv na pokusná zvířata, činila 100 mg/kg tělesné hmotnosti zvířete, pak ADI je 1 mg/kg tělesné hmotnosti člověka. [23]

## 4 PŘÍRODNÍ BARVIVA – CHARAKTERISTIKA A POUŽITÍ

Výhodou přírodních barviv je fakt, že poptávka po přírodních barvivech se v posledních letech značně zvyšuje. Řada přírodních potravinářských barviv se běžně konzumuje jako součást každodenní stravy (lutein a chlorofyly prostřednictvím listové zeleniny, anthokyany v ovoci aj.), a proto existuje názor, že musí být zdravotně nezávadná. Ve skutečnosti nebylo provedeno takové množství pokusů ověřujících zdravotní nezávadnost přírodních barviv, jako u barviv syntetických. Často nejsou k dispozici pro přírodní barviva hodnoty ADI. [22]

Nevýhodou přírodních barviv je, že jsou chemicky málo stabilní, mají velkou proměnlivost barevných odstínů (liší se jednotlivé šarže). Barevnému výrobku často udělují nežádoucí chuť a vůni. Jejich složení závisí na zdroji, ze kterého se barvivo získává, geografickém původu a sezóně. Dále u přírodních barviv hrozí nebezpečí kontaminace nežádoucími toxickými kovy, insekticidy, herbicidy a mikroorganismy. A v neposlední řadě jsou přírodní barviva náchylná k mikrobiálnímu kažení. [22]

Existuje mnoho skupin a podskupin přírodních potravinářských barviv. Ve své bakalářské práci jsem se zaměřila na rozdělení barviv podle chemické struktury a konkrétně jsem se věnovala těmto nejvýznamnějším skupinám:

- Karotenoidní barviva
- Flavonoidní barviva
- Xanthonová barviva
- Betalainová barviva
- Pyrrolová barviva
- Chinonová barviva

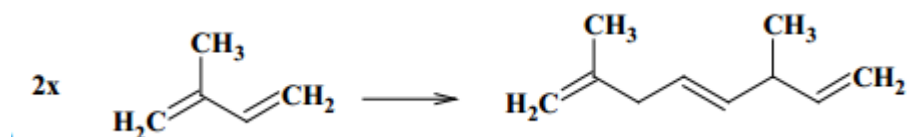
## 4.1 Karotenoidní barviva

### 4.1.1 Karoteny

Jsou to žluté a oranžové, výjimečně také žluto-zelené a červené, převážně lipofilní pigmenty rostlin, hub, řas, mikroorganismů a také živočichů (korýši, ryby, ptáci, savci). Nejjednodušším prototypem karotenů je acyklický polyenasycený uhlovodík lykopen. Karoteny jsou vysoce citlivé na změny teploty, pH a podléhají oxidaci.

Karotenoidy vděčí za své charakteristické vlastnosti a funkce přítomnosti dlouhých chromoforem konjugovaných dvojných vazeb, což jim dává své světlo absorbující (barevné) vlastnosti a činí molekuly extrémně citlivé na oxidační degradace. [8]

Většina karotenoidních látek se řadí mezi tetraterpeny, tedy mezi terpenoidy formálně obsahující osm isoprenových jednotek. Systém konjugovaných dvojných vazeb se vyskytuje v karotenech v několika základních strukturách a jejich kombinacích. [1]



Obr. 1 Polymerace izoprenu [17]

Květinám, ovoci a mnoha živočichům dodávají karoteny jejich charakteristickou barvu. V zelených rostlinných pletivech ale hrají důležitou roli při fotosyntéze. Karoteny se nacházejí v membránách chloroplastů, které se nazývají tylakoidy. Tylakoidy jsou membránové struktury sinic, chloroplastu řas a vyšších rostlin. V tylakoidech sídlí fotosyntetický aparát (jsou barevné, nejčastěji zelené) i včetně karotenů a probíhá v nich fotosyntéza. Karoteny v těchto proteinových komplexech foto systémů slouží jako doplňková barviva, pomáhající příjmu světelných paprsků (hlavně xanthophylly). [8]

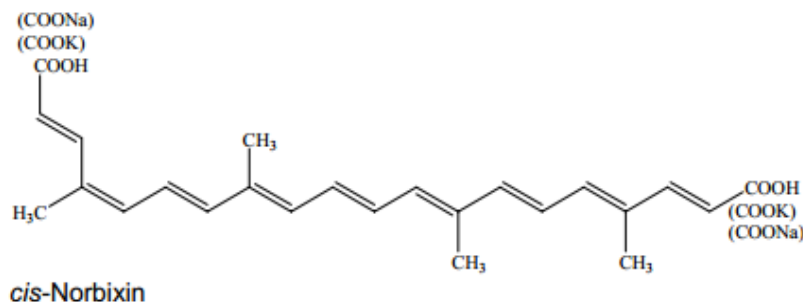
Pro člověka jsou karoteny významné i z nutričního hlediska. Obsahují prekurzory vitamínu a významné antioxidanty. Nejznámějším zástupcem karotenů je beta-karoten, který je prekurzorem vitamínu A a také významným antioxidantem. Beta-karoten se nachází v mrkvi, meruňkách, třešních, mirabelkách a dalších. Nejčastěji je ve formě trans. Dalším významným antioxidantem je například lykopen.



Karoteny se používají k barvení margarínů, sýrů, jogurtů, zmrzlin, ovocných džusů, těstovin, cukrářských výrobků. Směs karotenů nebo i beta-karoten se označují E 160 a.

#### 4.1.1.1 E 160 b Annatto, Bixin, Norbixin

Chemickou strukturu tvoří polymer izoprenu, konkrétně diterpen (čtyři molekuly izoprenu, 20 C). Všechny vazby jsou v konfiguraci trans.

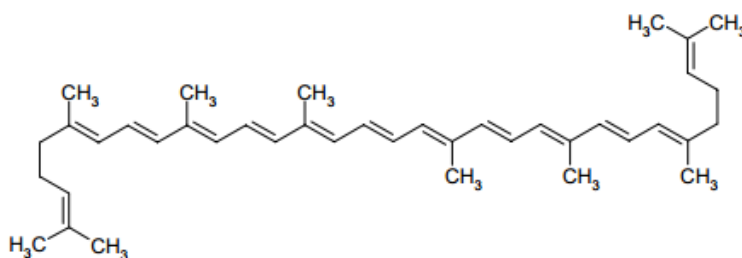


Obr. 2 Norbixin [16]

Tento žlutý až červenooranžový přírodní karotenoid se získává ze semen stromu *Bixa oregana* L., Jedná se o jedno z nejstarších barviv, které se používá k barvení potravin, textilií a kosmetiky. Annatto tvoří převážně žlutooranžový bixin. Ten je rozpustný v olejích. Používá se proto pro barvení mléčných výrobků, margarínů, olejů, barvení vaječné melanže a podobně. U pokusných zvířat nevyvolávalo toto barvivo žádné nežádoucí účinky během dlouhodobých studií. Látka však může způsobovat podráždění pokožky. [2]

#### 4.1.1.2 E 160 d Lykopen

Chemicky se opět jedná o polymer izoprenu. Převládají vazby v poloze trans.



Obr. 3 Lykopen [16]

Je hlavním pigmentem rajčat a získává se pomocí rozpouštědel z rajčat. Ta jsou také nejbohatším přírodním zdrojem lykopenu. Lykopen spolu s 3-hydroxy- $\gamma$ -karotenem je také hlavním pigmentem šípků. [1] Dále se lykopen nachází například v melounu a grapefruitu.

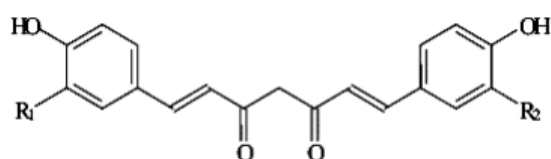
Nejsou známy žádné nežádoucí účinky této látky. Lykopen je jedním z nejznámějších antioxidantů rostlinného původu, který chrání buňky před působením volných radikálů a může snižovat riziko některých onemocnění, včetně rakoviny a srdečních chorob. Údajně je lykopen až desetkrát účinnějším antioxidantem než vitamin E. Lykopen pravděpodobně zabraňuje vzniku rakoviny prostaty, žaludku a trávicího traktu. Lykopen se stává pro tělo lépe využitelným (dostupným) po tepelné úpravě rajčat než při jejich konzumaci za syrova. Při vyšších teplotách je lykopen uvolňován a v lidském organismu je snáze absorbován.

Protože je lykopen stejně jako ostatní karoteny rozpustný v tucích, je rychlost jeho vstřebávání zvyšována vařením rajčat s olejem, nebo konzumací s jinými potravinami obsahujícími olej. Dále se doporučuje rajčata neloupat. Loupáním dochází k zbytečným ztrátám lykopenu.

Bylo prokázáno, že u mužů konzumujících velké dávky lykopenu (pokrmů z rajčat konzumovali desetkrát týdně), bylo riziko srdečního infarktu poloviční ve srovnání s muži konzumujícími malé dávky lykopenu. Používá se k barvení masa ryb, jiker, omáček, polévek, vín a dalších. [2]

#### 4.1.1.3 E 100 Kurkumin

Kurkumin ve své struktuře obsahuje diketony kurkumin, dimethoxykurkumin a bisdimethoxykurkumin. [1]



- I.  $R_1 = R_2 = \text{OCH}_3$
- II.  $R_1 = \text{OCH}_3, R_2 = \text{H}$
- III.  $R_1 = R_2 = \text{H}$

Obr. 4 Kurkumin [16]

Jedná se o oranžové až žluté přírodní barvivo získávané z kořenů turmeriku (*Curcuma domestica*), což je rostlina příbuzná se zázvorem. Pěstuje se převážně v Indii, Číně a Pákistánu. Turmerik obsahuje průměrně 3 % kurkuminu a je důležitou součástí kari koření, kterému dodává charakteristickou žlutou barvu.

Napomáhá trávení a snad má i protirakovinné účinky. Vyšší dávky turmeriku však mohou způsobit potíže při žlučových kamenech a jaterních poruchách. Také se nedoporučuje

používat turmerik jako potravní doplněk při problémech se srážlivostí krve, při problémech s početím a během těhotenství. Množství přijatá ve formě barviva jsou však bezpečná i v těchto případech. Turmerik i kurkumin vykazují protinádorové a protizánětlivé účinky u pokusných zvířat. Kurkumin snižuje hladinu „špatného“ LDL cholesterolu a zvyšuje hladinu „dobrého“ HDL cholesterolu.

Kurkumin se používá ve směsi s polysorbáty nebo alkoholem v potravinách na bázi vody. Barviva kurkumy jsou při obvyklých teplotách zpracování potravin prakticky stabilní, ale na světle za přístupu vzdušného kyslíku a v alkalickém prostředí se rozkládají na nebarevné produkty. [1] Barvivo se používá k barvení mléčných a pekařských výrobků, sýrů, jogurtů, zmrzlin, cukrovinek, instantních polévek (i jiných sypkých směsí), hořčice a nápojů.

#### 4.1.2 Xanthofyly

Xanthofyly primárně vznikají jako produkty biochemické reakce (hydroxylace) karotenů. Xanthofyly, respektive kyslíkaté deriváty odvozené od alicyklických karotenů, se v potravinách vyskytují v malém množství. Například v rajčatech jsou jako minoritní pigmenty přítomny 1,2-epoxylykopen, 5,6-epoxylykopen, 1,2-epoxyfytoen a jiné.

Nejběžnějšími látkami jsou monohydroxy substituované deriváty alicyklických karotenů, nazývané kryptoxanthin. Jsou prekurzory xanthofylů obsahujících dvě hydroxyskupiny v molekule (např. zeaxanthin, barvivo kukuřice). Oxidací vznikají látky jako antheraxanthin (od  $\beta$ -karotenu), teraxanthin (od  $\alpha$ -karotenu) či violaxanthin. Přesmykem 5,6-epoxidů vzniká další skupina xanthofylů, nazývaná cyklopentenylketony nebo také  $\kappa$ -karoteny (kapsanthin, kapsorubin – barviva v paprice). [17]

## 4.2 Flavonoidní barviva

Flavony, nebo také flavonoidní látky jsou velice rozsáhlou skupinou rostlinných fenolů obsahujících v molekule dva benzenové kruhy spojené tříuhlíkovým řetězcem. Svými vlastnostmi se velmi liší od jiných fenolových pigmentů. [1]

Podle stupně disociace se rozeznávají následující základní struktury flavonoidů:

- Katechiny (3-flavanoly)
- Leukoanthokyanidiny (3,4-flavandioly)

- Flavanony
- Flavanonoly
- Flavony
- Flavonoly
- Anthokyany

#### 4.2.1 Flavony

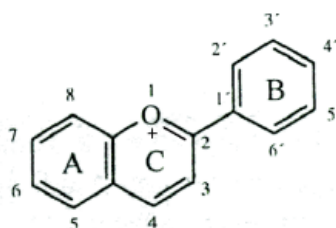
Tato skupina látek označovaných jako flavony a isoflavony zahrnuje množství žlutých pigmentů, které jsou hydroxyderiváty flavonů a isoflavonů. Patří sem apigenin, přítomný především v petrželi, celeru a heřmánku, genistin z kručinky barvířské a hesperetin, který získáváme z glykosidu hesperidinu z citrusových plodů. [10]

#### 4.2.2 Flavonoly

Flavonoly jsou rovněž v přírodě velmi rozšířeny. Patří k nim i jedno z barviv v přírodě vůbec nejrozšířenějších kvercetin, který lze získat z dubové kůry, vyskytuje se v řadě rostlin například v chmelu, čaji, česneku, v plodech kaštanu a podobně. Je oranžově hnědý a je aglykonem několika glykosidů, například rutinu izolovaného z routy a ovlivňujícího propustnost buněčných stěn. [10]

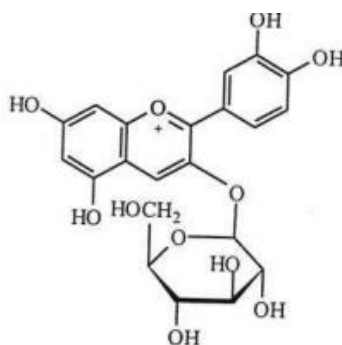
#### 4.2.3 Anthokyany

Anthokyany jsou glykosiny různých aglykonů, které se nazývají anthokyaniny. Všechny anthokyany jsou odvozeny od flavyliového kationtu (2-fenylbenzopyrylyový kationt), který tvoří základ struktury všech anthokyanů.



Obr. 5 Anthokyaniny [1]

Nejčastěji se vyskytujícími anthokyanovými pigmenty jsou kyanidin-3-glukosidy. Na obr. 5 vidíme, že cukr je na flavyliový kationt navázán v poloze 3. Což je nejčastější vazba glykosidů na anthokyanidiny. Jako součást molekuly antokyanů bylo identifikováno 5 sacharidů. V sestupném pořadí podle četnosti výskytu jsou to: D-glukosa, L-rhamnosa, D-galaktosa, D-xylosa a L-arabinosa.



Obr. 6 Kyanidin-3-glukosid [17]

Anthokyany jsou rozsáhlou skupinou rostlinných barviv, samotný název pochází z řeckého athos (květ) a kyanos (modrý). Jsou to fenolové látky patřící mezi flavonoidy, které jsou zodpovědné za zbarvení (červené, oranžové, modré, fialové) květů, plodů a listů rostlin. [11]

Anthokyany jsou velkou skupinou ve vodě rozpustných pigmentů, pH prostředí ovlivňuje jejich konformaci, barvu i intenzitu. V plodech se vyskytují ve vnějších částech hypodermis (slupkách), s výjimkou některého červeného ovoce jako třešně, jahody kde se vyskytují i v dužině. V buňkách jsou přítomny ve vakuolách v různě velkých zrnech. [12]

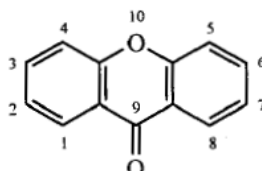
Anthokyany najdeme v ovoci jako jsou brusinky, borůvky, ostružiny, černý rybíz, maliny, jahody, hrozný révy vinné a další. Ze zeleniny jsou to ředkve, fazole, cibule, zelí, lilek.

Na základě výsledků epidemiologických studií bylo prokázáno, že konzumace potravin s obsahem antokyanů souvisí se snížením rizika kardiovaskulárních chorob. Vysvětlením je schopnost anthokyanů zhaset volné radikály, a tak bránit poškození DNA, inhibovat oxidaci lipoproteinů, inhibovat agregaci krevních destiček a zvyšovat permeabilitu kapilár. [13]

Antokyany se označují kódem E 163. V ČR se nesmí používat na barvení dětské výživy. Používají se k barvení limonád, alkoholických nápojů, mléčných výrobků a dalších. Svě místo mají antokyany také v kosmetice.

### 4.3 Xanthonová barviva

Xanthony jsou skupinou asi 70 žlutých barviv základní struktury  $C_6-C_1-C_6$ , souvisejících biochemicky s flavonoidy. Zástupcem potravinářsky významných xanthonů je magniferin, který se vyskytuje jako 2-C-glukosid 1,3,6,7-tetrahydroxyxanthonu hlavně v listech, ale i v nezralém ovoci mango.



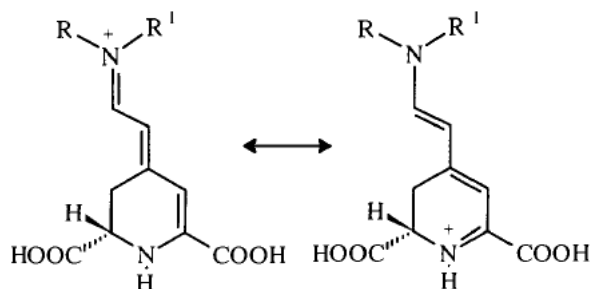
Obr. 7 Xanthon [1]

### 4.4 Betalainová barviva

Jsou to ve vodě rozpustná červená, oranžová a žlutá rostlinná barviva. V červené řepě, v kaktusu *Opuntia*, nebo mangoldu jsou obsaženy betakyany, z nichž se získává červený betanin.

K indolovým barvivům se řadí též hydrochromní betalainy, které dostaly název podle výskytu v červené řepě (*Beta vulgaris var. vulgaris*). Patří k nim žluté betaxanthiny a červené betakyany. Tyto barevné pigmenty způsobují nádherné zbarvení květů mnoha kaktusových druhů. Jsou obsažena též v klobouku muchomůrky červené, v bulvě řepy salátové a v červených plodech líčidla amerického. Toto barvivo se nazývá rostlinný kermes a používá se k barvení vín a cukrovinek.

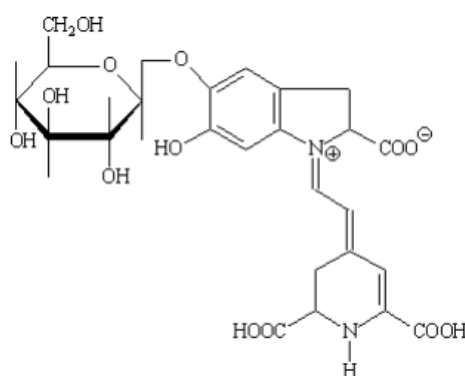
Strukturu betalainu tvoří chromofor s konjugovaným systémem dvojných vazeb odvozen od dihydropyridinu. Betalainová barviva se dělí na betaxanthinová a betakyaninová barviva, která se vzájemně liší strukturou substituentů R a R'. Všechny známé betakyany jsou glykosylované. Dominujícím betakyanem je 5-O- $\beta$ -D-glukosid betaninu, který se nazývá betanin. Do dnešního dne bylo zjištěno již přes padesát betakyaninů, všechny vychází z aglyconu betanidinu. Nejčastějšími glykosyly je glukosa. Méně často se vyskytují D-sorbosa a L-rhamnosa či glukuronová kyselina. [8]



Obr. 8 Struktura betalainů [1]

#### 4.4.1.1 E 162 Betalainová červeň, Betanin

Betalainy jsou pigmenty nacházející se přirozeně v některých rostlinách, například v červené řepě nebo kaktusových plodech. Vínové barvivo se získává především z červené řepy. Proto je barvivo také někdy nazýváno Řepná červeň. [2] Betalainová červeň je barvivo rozpustné ve vodě, ale nerozpustné v ethanolu. [19]



Obr. 9 Betalainová červeň [19]

Tyto látky degradují při vystavení světlu, teplu, kyslíku, změně pH. Používají se proto pro mražené výrobky (zmrzliny), výrobky s krátkou trvanlivostí, výrobky prodávané v suchém stavu, studené limonády, nebo instantní směs pro přípravu nealkoholických nápojů, pro barvení mléčných výrobků, cukrovinek, ale i masa a uzenin. Betanin se dobře vstřebává ze střeva, jsou mu přisuzovány i antioxidační účinky.

## 4.5 Pyrrolová barviva

Základ struktury tvoří pyrrolový cyklus. Pokud jsou čtyři pyrrolové cykly spojené do jednoho celku, hovoříme o tetrapyrrolech. Podle uspořádání pyrrolových cyklů dělíme barviva na:

- Cyklické tetrapyrroly - hem, chlorofyl.
- Lineární tetrapyrroly - produkty rozpadu hemu.

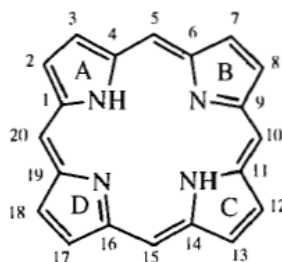
### 4.5.1 Tetrapyrroly

Tetrapyrrolová barviva (tetrapyrroly) jsou početně malou, avšak velice významnou a rozšířenou skupinou různobarevných pigmentů. Jejich strukturu tvoří 4 pyrrolová jádra spojená v porfyrinový kruh prostřednictvím methinových můstků nebo uspořádána lineárně. Rozeznávají se proto dvě skupiny [1]:

#### 4.5.1.1 Cyklické porfyriny (porfyrinová barviva)

Uvádí se, že porfyrinových barviv a jejich prekursorů je známo 28. Porfyriny jsou chromofory dvou základních skupin metaloproteinů:

- Barviv živočišných tkání, která se nazývají hemová barviva
- Barviv rostlinných pletiv, některých řas a některých mikroorganismů, která se nazývají chlorofylová barviva neboli chlorofyly.



Obr. 10 Cyklické porfyriny [1]

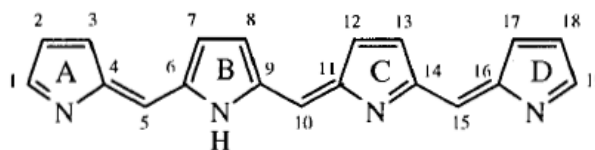
#### 4.5.1.2 Lineární biliny (bilinová barviva)

Biliny (je známo 6 sloučenin) se nejčastěji klasifikují podle původu. Rozeznávají se:

- Fykobiliny, které jsou pigmenty některých řas



- Žlučová barviva vznikající štěpením hemových barviv (jsou to pigmenty moči a stolice savců). [1]



Obr. 11 Lineární biliny [1]

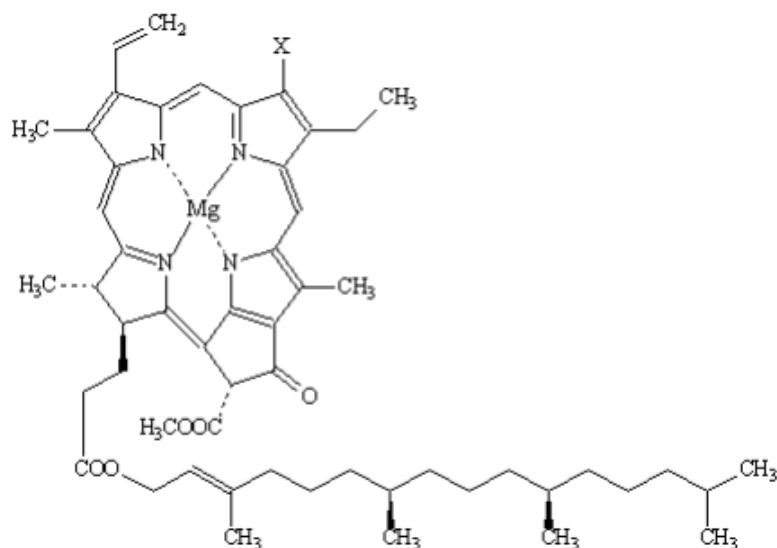
#### 4.5.2 Chlorofyly

Jsou to zelená barviva nacházející se u vyšších rostlin (včetně mechů), také v řasách a u některých bakterií. Hrají velmi důležitou roli při fotosyntéze, kde umožňují syntézu sacharidů z oxidu uhličitého a vody absorpcí energie světelného záření. V rostlinné buňce tvoří chlorofyly komplexy s bílkovinami, vyskytují se ve fotosyntetizujících organelách - chloroplastech. [4]

Strukturu chlorofylu tvoří cyklický tetrapyrrol 17,18-dihydroporfirin, jako centrální atom obsahující chelátově vázaný hořčík. Tato základní struktura udržuje vysoký stupeň nenasycenosti, které poskytují delší konjugovanou dvojnou vazbu systému, ten má vysokou kovovou vaznost. [24]

Chlorofyl se dělí na mnoho skupin, je to chlorofyl a, b, c, d, bakteriochlorofyly. V potravinách jsou nejvýznamnější chlorofyly a, b.

- Chlorofyl a je modrozelený a na kruhu B (viz. Obr. 10) má methylskupinu. Obsahují jej všechny fotosyntetizující organismy, vyšší rostliny (a : b = 3 : 1), mechy, řasy (Cyanophyta, Prochlorophyta) a bakterie.
- Chlorofyl b má zelenou barvu, na kruhu B (viz. Obr. 10) má místo methylové skupiny aldehydickou skupinu. Obsahují jej vyšší rostliny, řasy (Chlorophyta, Euglenophyta, Prochlorophyta), bakterie.



Obr. 12 Chlorofyl a, kde  $X = \text{CH}_3$ . Chlorofyl b, kde  $X = \text{CHO}$  [16]

Při zrání či zpracování plodů dochází k přeměně chlorofylu na feofytin (olivově zelený), chlorofylin (světle zelený), feoforbin (hnědý). Snadno dostupným zdrojem chlorofylu je zelená řasa chlorela. Přírodní chlorofyl není tak stabilní jako chlorofylin a je mnohem dražší, proto většina suplementů obsahuje právě chlorofylin. [4]

Chlorofyly a feofytiny jsou rozpustné v tucích a nerozpustné ve vodě. Ve vodě rozpustným barvivem je tzv. chlorofylin. [1]

Nejsou známy žádné nežádoucí účinky chlorofylů na lidské zdraví. Naopak jsou pro lidské zdraví prospěšné a řada studií prokázala jejich léčebné účinky. Používají se při léčbě některých druhů chudokrevnosti, příznivě ovlivňují metabolismus a dýchání. Podporují růst tkání a hojení ran. Zároveň snižují hladinu cholesterolu v krvi. Chlorofyl je jednou z účinných látek chlorely, zelené sladkovodní řasy, používané v přírodním léčitelství k podpoření vylučování škodlivin z těla. [2]

Na trhu se setkáme s označením E 140, což je označení pro přírodní chlorofyly a chlorofyliny a s označením E 141, což jsou měďnaté komplexy chlorofylů a chlorofylinů. Tyto komplexy se získávají z přírodních zelených pigmentů chlorofylů a chlorofylinů, nahrazením hořečnatého iontu měďnatým iontem. Takto upravená barviva jsou stabilnější, nepodléhají rozkladu vlivem kyselin a světla tak jako přírodní. U obou těchto skupin nejsou známy žádné nežádoucí účinky a barviva se považují za bezpečná. [2]

Chlorofyly jsou jako potravinářská barviva téměř ve všech zemích akceptovány. Používají se například pro barvení těstovin, nápojů, cukrovinek, polévek, jogurtů a mražených

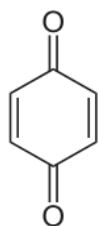
smetanových krémů. Použití E 141 měďnatých komplexů chlorofylů a chlorofylinů je většinou omezeno pouze na některé výrobky, např. na žvýkácké gumy. [1]

## 4.6 Chinonová barviva

Chinony představují skupinu asi 200 žlutých, červených, hnědých až téměř černých barviv s proměnlivou strukturou. Jsou odvozeny od jednoduchých chinonů, jejich dimerů a trimerů, redukovaných forem a produktů kondenzace. Vzájemně se liší počtem hydroxylových skupin a dalšími substituenty. [1]

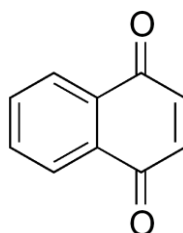
Chinonová barviva zahrnují chinony, jejich redukované formy fenoly, oligomery, kondenzační a jiné produkty těchto sloučenin. V přírodě se nejčastěji vyskytují barviva odvozená od benzochinonu, naftochinonu a anthrachinonu. [1]

Chinoidní barviva se vyskytují v různých částech vyšších rostlin, lišejnicích, řasách, houbách a v bakteriích. Ve velkém množství se některá barviva vyskytují také v určitých druzích hmyzu. Nejčastěji se nacházejí ve formě bezbarvých i jinak barevných prekurzorů, kterými bývají příslušné redukované formy (hydroxyderiváty), či spíše jejich glykosidy. Jako přirozené pigmenty potravinářských materiálů mají chinoidní barviva ve srovnání s jinými barvivy menší význam. V minulosti byly některé chinoidní pigmenty používány k barvení textilií a kůže a řada rostlin byla speciálně k tomuto účelu pěstována. Později byla nahrazena syntetickými barvivy. Některé pigmenty jsou dnes využívány pro kosmetické a farmaceutické účely. [1]



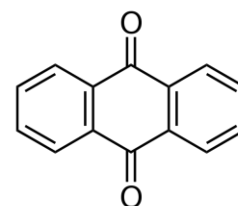
Obr. 13

*Benzochinon* [17]



Obr. 14

*Naftochinon* [17]



Obr. 15

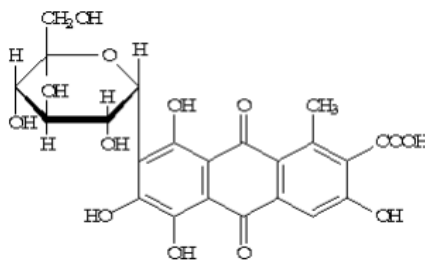
*Anthrochinon* [17]

### 4.6.1.1 E 120 Karmín

Karmín (též karmazín nebo košenila) je přírodní červené barvivo extrahované vodou z vysušených těl samiček hmyzu *Dactylopius coccus*. Samička obsahuje tohoto barviva až 22 % sušiny těl hmyzu [1].

Tento drobný živočich, který je ve skutečnosti parazit, žije na kaktusech ve střední Americe (Peru), nebo také na Kanárských ostrovech. Barvivo tedy obsahuje živočišné bílkoviny a vegetariáni by si měli dát pozor při konzumaci potravin, které obsahují toto barvivo. Karmín je přečištěné barvivo, vyráběné z košeliny (jedná se o směs kyseliny karmínové a jejího hlinitého či hořečnatého laku). [2]

Hlavní barevnou složkou košeliny je karmínová kyselina. Vyskytuje se jako C-glukosid, jehož aglykonem je antrachinonový derivát nazývaný kermesová kyselina. Karmínová kyselina je stálá, ve vodě rozpustná a barevný odstín roztoku závisí na jeho pH. Roztok o pH 3 je oranžový, při pH 5,5 červený a purpurový při pH 7. Barevná intenzita je relativně nízká, a proto se barvivo používá především ve formě laků. Hlinitý a hořečnatý lak karmínové kyseliny se nazývá karmín. Je používán jako intenzivnější červené barvivo než košelina. [20]



Obr. 16 Karmín [16]

Karmínová kyselina je stálá, ve vodě rozpustná a barevný odstín roztoku závisí na jeho pH. Roztok o pH 3 je oranžový, při pH 5,5 červený a purpurový při pH 7. [1]

Používá se v jogurtech, bonbónech, zmrzlinách, džemech, žvýkačkách, alkoholických i nealkoholických nápojích. Ale také pro barvení masných výrobků, speciálních pekařských a cukrářských výrobků. Uplatnění našla i v dekorativní kosmetice například v rtěnkách a očních stínech.

## 5 ZÁKLADNÍ ZPŮSOB ZÍSKÁVÁNÍ PŘÍRODNÍCH BARVIV

Přírodní barviva se mohou získávat ze semen stromů (bixin), ovoce (anthokyaniny) a zeleniny (karoteny). Případně také z těl drobných živočichů. Nejpoužívanější metodou získání barviv je extrakce.

Komerčně získávaná přírodní barviva nejsou čisté pigmenty, ale směsi pigmentů. Aktuální odstín závisí na zdroji, ze kterého se barvivo získává, metodě extrakce a čištění a řadě dalších faktorů. [22]

### 5.1 Extrakce

Extrakce neboli vymílání je separační metoda. Extrakce se provádí pomocí rozpouštědel, kdy se extrahované látky stávají součástí rozpouštědel. Extrahovat se dá za studena i za tepla, z tuhých látek i z kapalin.

- Extrakce z tuhých látek
  - Macerace je vyluhování výtěžků z pevných látek studeným rozpouštědlem.
  - Digesce je macerace horkým rozpouštědlem. Jednoduchým příkladem je vaření čaje.
- Extrakce z kapalin
  - Vytřepávání je přerušovaná operace, při níž se do studeného rozpouštědla dostávají látky z lehčí nebo těžší kapaliny. Provádí se v dělicích nálevkách.
  - Perforace je časově náročnější operace. Je dokonalejší než vytřepávání, protože se provádí horkým rozpouštědlem.

Extrakční činidlo by nemělo být toxické, drahé, korozivní, hořlavé a podobně. Pro výběr činidla je často rozhodující snadnost jeho regenerace z extraktu. Zařízení pro kapalinovou extrakci (takzvané extraktory) existuje mnoho typů. Proces může být buď vsádkový nebo kontinuální. Kontakt obou fází je buď stupňový nebo spojitý. Společným rysem všech extraktorů je tvorba co největší mezifázové plochy pro intenzifikaci přestupu hmoty a následné oddělení obou kapalných fází. [18]

## 5.2 Karotenoidní barviva

### 5.2.1 Karoteny

Rostlinné karoteny se získávají extrakcí rozpouštědlem z druhů jedlých rostlin, mrkve, rostlinných olejů, trávy, vojtěšky a kopřivy. Hlavní barevný základ se skládá z karotenoidů, z nichž převážnou část tvoří beta-karoten. Mohou být přítomny alfa-, gama-karoteny a další pigmenty. Kromě barevných pigmentů může tato látka obsahovat oleje, tuky a vosky přirozeně se vyskytující ve výchozím materiálu.

Pro extrakci lze použít pouze tato rozpouštědla: aceton, methylethylketon, methanol, ethanol, propan-2-ol, hexan, dichlormethan a oxid uhličitý. Obsah karotenů (vypočteno jako beta-karoten) nesmí být menší než 5 %. Pro výrobky získané extrakcí rostlinných olejů nesmí být obsah karotenů nižší než 0,2 % v jedlých tucích. [19]

Karoteny připravené z hub jsou získávány fermentací směsné kultury dvou pohlavních typů (+) a (–) druhů houby *Blakeslea trispora*. Beta-karoten se extrahuje z biomasy ethylacetátem nebo isobutylacetátem a následně propan-2-olem a nechá se vykristalizovat. Vykristalizovaný produkt obsahuje především trans-beta-karoteny. Vzhledem k přírodním procesům obsahuje produkt cca 3 % směsných karotenoidů, což je pro produkt specifické. Produktem jsou červené, hnědavě červené nebo nachově fialové krystalky nebo krystalický prášek. Barva se mění podle použitého extrakčního rozpouštědla a podmínek krystalizace. [19]

Směs karotenů může být rovněž získávána z kmenů řas *Dunaliella salina* rostoucích ve velkých slaných jezerech oblasti Whyalla v jižní Austrálii. Beta-karoten se extrahuje etherickými oleji. Přípravkem je 20 až 30 % suspenze v jedlém oleji. Poměr trans- a cis-isomerů je v rozpětí od 50/50 do 71/29. Hlavní barevný základ se skládá z karotenoidů, z nichž převážnou část tvoří beta-karoten. Mohou být přítomny alfa-karoten, lutein, zeaxanthin a betakryptoxanthin. Kromě barevných pigmentů může tato látka obsahovat oleje, tuky a vosky přirozeně se vyskytující ve výchozím materiálu. [19]

Při izolaci karotenů z kvasinek rodu *Rhodotorula glutinis* se zpracovávají vzorky s vysokým obsahem vody, proto se musí použít polární extrakční činidlo, nejčastěji aceton. Vzhledem k tomu, že karotenoidy u kvasinek jsou vázány v lipoproteinové frakci membrán,

je proto pro jejich uvolnění nutné ještě k acetonovému extraktu buněk přidat alkoholický roztok hydroxidu draselného, aby došlo ke zmýdelnění. Karotenoidy po zmýdelnění se pak dále několikrát extrahují nepolárními organickými rozpouštědly, jako jsou např. diethylether nebo petrolether.

### 5.2.2 Annatto

Snad nejpoužívanějším karotenoidním barvidlem je annatto. Annato je získán z výtažků červenohnědého pryskyřičného povlaku ze semen stromu *Bixa orellana*. Jedná se o strom, který roste hojně v tropech. Hlavní pigment prezentuje cis-norbixin. Méně výrazné zbarvení je dáno trans-norbixinem. [8]

Průmyslově se annatto získává extrakcí semen jedlými rostlinnými oleji za sníženého tlaku, při teplotě do 130 °C. Za těchto podmínek dochází k částečné isomeraci 9'-cis-bixinu na all-trans-bixin. Vzniklý trans-bixin je červený, relativně stabilní a v tucích dobře rozpustný pigment. [1]

Extrakcí vodnými roztoky alkálií (při teplotách do 70 °C) se ze semen annatto získává oranžová, v polárním prostředí rozpustná volná dikarboxylová kyselina zvaná norbixin neboli 9'-cis-norbixin. Postupuje se tak, že se semena stromu obrousí ve studeném vodném alkalickém roztoku (hydroxid sodný, draselný). Poté se přidá dodatečné množství zásady a zvýší se alkalita suspenze. Suspenze se zahřeje, aby se rozpustilo barvivo. Po rozpuštění barviva se suspenze ochladí. Roztok se zfiltruje, okyselí pro vytvoření sraženiny norbixinu. Vzniklá sraženina se odfiltruje, promyje, vysuší a rozemele na zrnitý prášek.

### 5.2.3 Lykopen

Lykopen se získává extrakcí dužiny ze zralých červených rajčat *Lycopersicon esculentum* L. Rozpouštědlo se poté odstraňuje. Lze použít pouze tato rozpouštědla: oxid uhličitý, ethyl-acetát, aceton, propan-2-ol, methanol, ethanol a hexan.

Hlavním barevným základem rajčat je lykopen, ale přítomny jsou i další karotenoidní pigmenty. Kromě barevných pigmentů může výrobek obsahovat vosky, tuky, oleje a aromatické složky přirozeně se vyskytující v rajčatech. Produktem je tmavě červená viskózní kapalina, která obsahuje minimálně 5 % barevných látek celkem. [16, 19]

#### 5.2.4 Kurkumin

Kurkumin se získává z kořenů turmeriku (*Curcuma domestica*), což je rostlina příbuzná zázvoru. Turmerik obsahuje průměrně 3 % kurkuminu a je součástí kari koření, kterému dodává charakteristickou žlutou barvu. [2] Kurkumin se získává extrakcí kurkumy rozpouštědlem, tedy extrakcí podzemního oddenku druhu *Curcuma longa L.* Aby se získal koncentrovaný kurkuminový prášek, extrakt se přečišťuje krystalizací.

Výrobek se v zásadě skládá z kurkuminů, tj. barevného základu látek a jeho dvou derivátů bez methoxy skupin v proměnlivém složení. Mohou být přítomna menší množství olejů a pryskyřic, které se v kurkumě přirozeně vyskytují.

Kurkumin se také využívá jako hliníkový lak, obsah hliníku je nižší než 30 %. Pro extrakci lze použít pouze tato rozpouštědla: octan ethylnatý, aceton, oxid uhličitý, dichlormethan, n-butanol, methanol, ethanol, hexan, propan-2-ol. [19]

### 5.3 Flavonoidní barviva

#### 5.3.1 Anthokyany

Nejznámějším zástupcem flavonolů jsou anthokyany.

Anthokyany se nejčastěji získávají z rozdrčeného materiálu macerací 1 % HCl za studena, nebo ve směsi s methanolem případně ethanolom. Anthokyany je možné izolovat i přes olovnaté soli. [6]. Anthokyany jsou polární molekuly, proto mezi vhodná rozpouštědla patří vodné směsi ethanolu, methanolu nebo acetonu. Extrakce methanolem je o 20 % účinnější, než extrakce ethanolom, ale kvůli toxicitě methanolu se preferuje ethanol.

Často je nutné dočištění produktů hrubé extrakce, protože rozpouštědla, běžně používaná pro těžbu nejsou specifická pro anthokyaniny. Může být extrahováno značné množství doprovodných látek, které mohou mít vliv na stabilitu nebo rozbor těchto pigmentů. Anthokyanové čištění pomocí extrakce na pevné fázi umožňuje odstranění několika rušivých sloučenin přítomných v hrubých extraktech. Jsou to například cukry. Pevnou fází je buď sili-kagel, nebo oxid hlinitý, který absorbuje nečistoty a příměsi. [24]

Nevýhodou anthokyanových barviv je, že intenzivní barvu mají v prostředí o  $\text{pH} < 3,5$ , takže se hodí jen k barvení kyselých potravin. Pro komerční účely se vyrábí z hroznů révy vinné (ze slupek, nebo ze sedimentů šťávy zvané kdysi oenokyanina), z plodů bezu černého



(bezinky), ibišku, borůvek, pomerančů s červenou dužninou a také například z červeného zelí. [4]

## 5.4 Betalainová barviva

### 5.4.1 Betalainová červeň

Betalainová červeň, nebo také řepná červeň je vínově červené barvivo, které se získává z kořenů červené řepy (*Beta vulgaris var. vulgaris*) ve formě vylisované šťávy nebo vodnou extrakcí rozsekaných kořenů řepy, složených z různých pigmentů, všechny patří do třídy betalainů.

Jedná se o nestabilní barvivo, které vlivem změny teploty prostředí, pH a vodní aktivitou může ztrácet svou barevnost a měnit svůj odstín dle podmínek skladování. Proto se k barvivu jako stabilizátory, ochrana před oxidací a změnou pH i jako nosiči přidávají potravinářské kyseliny, například kyselina citronová, mléčná, L-askorbová (vitamin C). Při výrobě barviva zahuštěním řepné šťávy se přidávají maltodextriny a směs se dále zpracovává pro výrobu suchých prášků. [24]

Kromě barevných pigmentů obsahuje šťáva nebo extrakt cukry, soli, bílkoviny přirozeně se vyskytující v červené řepě. Roztoky se mohou koncentrovat a některé výrobky se mohou rafinovat, aby se odstranila většina cukrů, solí a bílkovin. [19]

## 5.5 Pyrrolová barviva

### 5.5.1 Chlorofyly

Chlorofyly jsou prakticky jediná přírodní zelená barviva, která se navíc vyskytují v přírodě téměř v neomezeném množství.

Většina chlorofylů se pro potravinářské použití získává z rostlin rostoucích na souši, především z trávy, kopřiv, vojtěšky a některých dalších píceň. V Japonsku se chlorofyly získávají ze zelených exkrementů bource morušového (*Bombyx mori*). Jako perspektivní se jeví izolace chlorofylů z jednobuněčného fytoplanktonu.

Chlorofyly se získávají extrakcí rozpouštědlem z trávy, vojtěšky, kopřivy a jiného rostlinného materiálu, při následném odstranění rozpouštědla může přirozeně přítomný koordi-

novaný hořčík být zcela nebo částečně odstraněn z chlorofylů a poskytnout odpovídající feofytiny, hlavní barevné látky. Chlorofyly hořčíku extrahovaných produktů, z nichž rozpouštědlo bylo odstraněno, obsahují jiné pigmenty, jako například karotenoidy stejně jako oleje, tuky a vosky pocházející z výchozího materiálu. [16] K extrakci lze použít pouze tato rozpouštědla: aceton, methylethylketon, dichlormethan, oxid uhličitý, methanol, ethanol, propan-2-ol a hexan. Produktem je voskovitá pevná látka, barevně se měnící od olivově zelené do tmavě zelené podle obsahu koordinovaného hořčíku. [19]

## 5.6 Chinonová barviva

### 5.6.1 Karmín

Nejznámějším chinonovým barvivem je karmín (karmazín, košelina). Jedná se o barvivo získané z těl samiček drobného hmyzu *Dactylopius coccus*.

Při získávání barviva se hmyz usmrcuje ponořením do horké vody, parou, vysušením na slunci či teplem v peci. Po usušení se červci uvaří a barvivo se vysráží síranem hlinitoamonným. Jako barvivo se používá například v potravinách a kosmetice.

Barevný základ tvoří kyselina karmínová, mohou se vytvářet hliníkové laky kyseliny karmínové (karmíny), ve kterých se předpokládá přítomnost hliníku a kyseliny karmínové v molárním poměru 1:2. V komerčních výrobcích je barevný základ ve spojení s kationty amonnými, vápenatými, draselnými nebo sodnými, jednotlivě nebo v kombinacích, a tyto kationty mohou být také přítomny v přebytku.

Komerční výrobky mohou také obsahovat bílkovinný materiál pocházející z původního hmyzu a mohou také obsahovat volné karmíny a malé zbytky nevázaných kationtů hlinitých. Extrakt košenily je obecně tmavě červená kapalina, ale může se také vysušit na prášek či drolivou pevnou látku červené až tmavě červené barvy. [19]

## 6 SYNTETICKÁ BARVIVA – JEJICH ROZDĚLENÍ A POUŽITÍ

Syntetická barviva se vyznačují intenzivnější barvou a barevnou stálostí. Jsou také levnější, a proto našla v potravinářské praxi velmi široké uplatnění, jak z praktických, tak z ekonomických důvodů. U syntetických barviv se kromě zdravotní nezávadnosti požaduje, aby barvivo neovlivňovalo jiné organoleptické vlastnosti potraviny, bylo stálé při změnách pH, stálé při působení světla a některých dalších vlivů. Syntetická barviva musí obsahovat minimálně 85 % čistého barviva, zbytek tvoří nečistoty ve formě anorganických solí, sloučenin kovů a organických látek. [1]

Mezi výhody syntetických potravinářských barviv patří především to, že jsou levnější a stabilnější než přírodní, většinou (ne však vždy) mají intenzivnější barvu než přírodní. U syntetických barviv není problém zajistit stálý odstín barvy. Neovlivňují chuť a vůni potravin. Různými kombinacemi jednotlivých barviv lze získat řadu odstínů. [22]

Nevýhodou je:

- Azobarviva (nejčastější zástupci potravinářských syntetických barviv) se snadno redukuje ionty kovů a některými redukčními činidly (např. oxidem siřičitým nebo kyselinou askorbovou) na bezbarvé produkty.
- Působením UV záření dochází k odbarvení některých barviv (indigotin a erythrosin).
- Syntetická barviva (především azobarviva) se dávají do souvislosti s některými reakcemi přecitlivělosti (především kožní a dýchací projevy) a negativními projevy u dětí (hyperaktivita). [22]

Skupin syntetických barviv je opravdu mnoho. Mnohá syntetická barviva se vyskytují i jako přírodní barviva (Indigo), ale dnes se průmyslově vyrábí výhradně synteticky. Potravinářská barviva se mohou dělit podle fyzikálně chemických vlastností (kyselá, zásaditá, neutrální), nebo podle chemické struktury.

Ve své bakalářské práci jsem se zaměřila na uvedené skupiny syntetických barviv rozdělených podle chemické struktury:

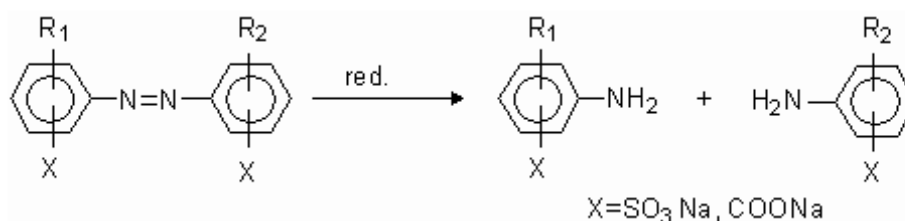
- Azobarviva
- Fenylnmethanová barviva

- Xanthenová barviva
- Anthrachinonová barviva
- Chinolinová barviva
- Indigoidní barviva

## 6.1 Azobarviva

Azobarviva jsou nejpočetnější a nejdůležitější skupinou organických barviv, zahrnují všechny odstíny od žluté po černé. Tvoří téměř jednu třetinu veškeré výroby syntetických barviv a co do počtu, stojí na prvním místě vůbec. Azobarviva vynikají nad ostatními typy barviv jednoduchostí aplikace a různorodostí vlastností a odstínů. [14]

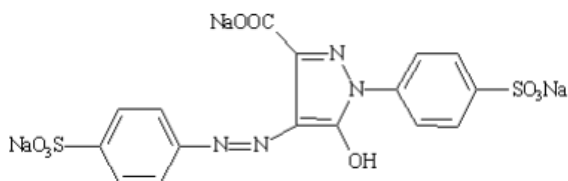
Azo-, azoxy- a diazosloučeniny obsahují jako základní strukturu diazen  $\text{HN}=\text{NH}$ . Používáme předponu azo-. Podle počtu diazenových skupin mluvíme o monoazobarvivech, diazobarvivech až polyazobarvivech. Azobarviva sice v organismu podléhají biochemickému redukčnímu štěpení na příslušné aromatické aminy (Obr. 16), ale díky své rozpustnosti ve vodě jsou pro organismus dále neškodné.



Obr. 17 Redukční štěpení azobarviva v organismu

Azobarviva jsou dusíkaté deriváty uhlovodíků. Mohou se poměrně snadno redukovat ionty kovů a některými redukčními činidly (například oxidem siřičitým nebo askorbovou kyselinou přítomnou v nápojích) na bezbarvé produkty.

### 6.1.1 E 102 Tartrazin



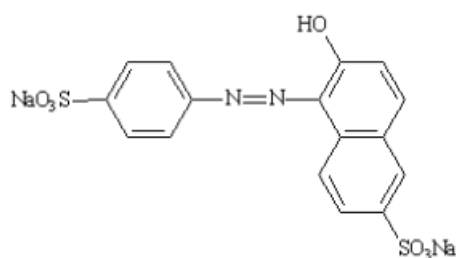
Obr. 18 Tartrazin [16]

Tato látka byla objevena již v roce 1884 J. H. Zieglerem a od té doby má široké použití pro barvení živočišných vláken, farmaceutických výrobků a hlavně pro barvení potravin. Strukturu volné kyseliny znázorňuje Obr. 18. [25]

Jedná se o citronově žluté syntetické azobarvivo. Látka může vyvolat alergické reakce a astmatické záchvaty u citlivých jedinců. Těmito reakcemi mohou být svědící kopřivka, otoky, rýma, migréna, rozmazané vidění. Toto barvivo je v České republice povoleno například k barvení pekařských a mléčných výrobků, jogurtů, dezertů, zmrzlin, polévek, omáček, hořčic, nealkoholických i alkoholických nápojů, sypkých směsí. Ve farmacii se používá k rozlišení barevnosti pilulek. V zemědělství se používá k barvení krmiv pro domácí zvířata.

Společně s brilantní modří E 133 a zelení S E 142 vytváří mnoho odstínů zelené. Směs těchto tří barviv můžeme najít například v konzervovaném hrášku.

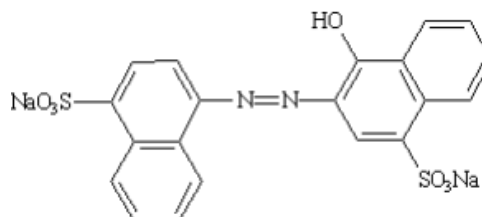
### 6.1.2 E 110 Žluť SY



Obr. 19 Žluť SY [16]

Pro svou jasně oranžovou barvu je tato látka hojně využívána v nealkoholických nápojích, v mnoha druzích sladkostí, v pekařských výrobcích, v meruňkovém džemu, marcipánu, zmrzlině, hořčici, žvýkačkách, instantních polévkách a dalších. Žluť SY je chemicky odvozena od látky Sudan I, což je prokázaný karcinogen a může se ve žluti objevit jako nečistota. Může vyvolat alergické a astmatické reakce, kopřivku, otoky kůže, vyrážku či dráždit žaludek a vyvolat zvracení nebo průjem.

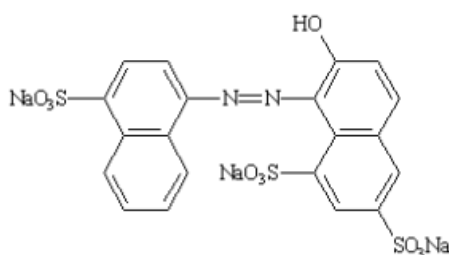
### 6.1.3 E 122 Azorubin



Obr. 20 Azorubin [16]

Azorubin, někdy označovaný jako CI potravinářská červen 3, nebo Karmosin je červené syntetické azobarvivo. Toto barvivo je v USA zakázáno, v České republice je povoleno. Používá se pro zbarvení nealkoholických i alkoholických nápojů, cukrovinek, marcipánu, želé, zmrzlin, mléčných výrobků, jogurtů a konzervovaného ovoce. Ve farmacii se používá k barevnému odlišení pilulek.

### 6.1.4 E 124 Ponceau 4R

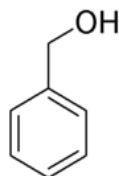


Obr. 21 Ponceau 4R [16]

Také někdy označovaný jako CI potravinářská červen 7, New Coccine nebo Košelinová červen A je opět červené azobarvivo používané v řadě sladkostí pro děti. Přidává se do žvýkaček, zmrzlin, mléčných jogurtů, nealkoholických nápojů, alkoholických nápojů, kompotovaného ovoce, želé a rybích výrobků. [2]

## 6.2 Fenylnmethanová barviva

Obecně jsou fenoly hydroxyderiváty, u kterých je skupina -OH vázaná přes methyl na benzenové jádro.



Obr. 22 Fenylnmethanol [1]

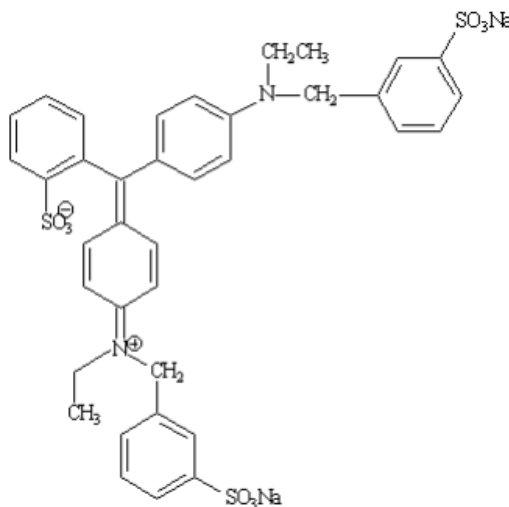
Fenylnmethanová barviva můžeme dále rozdělit na:

- Difylnmethanová barviva
- Trifylnmethanová barviva

### 6.2.1 Trifylnmethanová barviva

Trifylnmethanová barviva se zejména v minulosti hojně využívala díky svým neobyčejně jasným a brilantním odstínům. Tyto sloučeniny však vykazují rovněž baktericidní účinky, a proto se používají jako místní povrchová (topická) antiseptika. Intenzita zabarvení těchto látek vyplývá ze skutečnosti, že jejich chromoforem je trifylnmethylový karbokation stabilizovaný kladným konjugačním efektem amino-, alkylamino- či dialkylaminoskupin. [21]

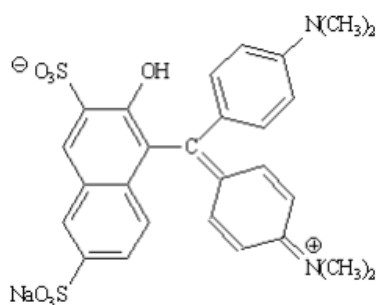
#### 6.2.1.1 E 133 Brilantní modř



Obr. 23 Brilantní modř [16]

Syntetické barvivo odvozené od trifenylmethanu. Brilantní modř je považována za jednu z příčin hyperaktivity u dětí. Existuje podezření, že může způsobit menší riziko vzniku rakoviny, což bylo potvrzeno na zvířatech. Používá se často s dalšími syntetickými barvivy, například s tatrazinem tvoří zelené barvivo hráškové barvy. Brilantní modř se používá k barvení nealkoholických nápojů, cukrářských a pekařských výrobků, žvýkaček a cukrovinek.

### 6.2.1.2 E 142 Zeleně S



Obr. 24 Zeleně S [16]

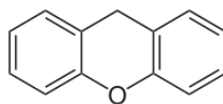
Modrozelené syntetické barvivo. Můžeme jej najít i pod označením CI potravinářská zeleň 4, nebo Brilantní zeleň BS. Při pokusech na hlodavcích se nepodařilo prokázat žádné nežádoucí účinky. Používá se k barvení zmrzlin, dezertů, sladkostí. V USA a Kanadě je zakázáno. V České republice je povoleno k barvení mnoha druhů potravin. Látka je v malých koncentracích pravděpodobně neškodná.

## 6.3 Xanthenová barviva

Xantheny jsou jedny z nejstarších syntetických barviv. Jejich syntéza započala v 70. letech 19. století. Xanthenová barviva jsou využívána pro jejich spektroskopické vlastnosti. A stále probíhá jejich výzkum v oboru chemie i biologie. Pro jejich vysoký kvantový výtěžek fluorescence jsou xanthenová barviva široce využívána například jako fluorescenční indikátory, laserová barviva a také slouží pro konverzi a úschovu solární energie. V biologii a medicíně se používají k barvení poškozených buněk, v protinádorové terapii, k zabíjení buněk fotosenzibilací.

Primární skupinou xantininových barviv je 10-H-oxaanthracen (Obr. 25), obecně xanthenová kyselina.

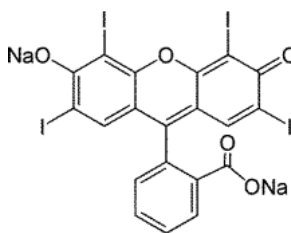




Obr. 25 Xanthanová kyselina [17]

### 6.3.1 E 127 Erythrosin

Erythrosin je sytě červené barvivo, chemicky se jedná o disodnou sůl 2,4,5,7-tetraiodofluoresceinu.



Obr. 26 Erythrosin [16]

Při vyšších teplotách se erythrosin částečně rozkládá za vzniku jodidových iontů, které mohou ovlivnit činnosti štítné žlázy. Podle zprávy hodnotící komise z roku 1983, vyžádané americkou agenturou FDA, jsou důkazy podporující možnost, že toto barvivo způsobuje nádory štítné žlázy u myši, přesvědčivé. Erythrosin je dále spojován se změnami chování a může vyvolávat přecitlivělost na světlo. V naší republice je jeho použití povoleno pouze k barvení koktejlových a kandovaných třešní. [2]

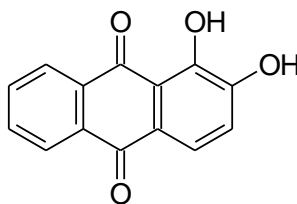
## 6.4 Anthrachinonová barviva

Základem anthrachinonových barviv je anthrachinon, který vzniká oxidací anthracenu. Molekula anthrachinonu obsahuje dva konjugované systémy oddělené karbonylovými skupinami. Obsahují chromofor  $O=C=$ , který je zodpovědný za barevnost anthrachinonových barviv. Maximum absorpce nesubstituovaného anthrachinonu leží v UV-oblasti spektra; ale absorpční křivka zasahuje do viditelné oblasti (do 435 nm), a proto má anthrachinon slabě žlutou barvu.

Obecně platí, že k prohloubení odstínu v substituovaných anthrachinonech dochází tehdy, jestliže elektron donorové substituenty interagují s karbonylovými skupinami podél čtyřčlenného konjugovaného řetězce dvojných vazeb.

Podle typu elektron donorového substituentu se anthrachinonová barviva rozdělují na hydroxyanthrachinonová a aminoanthrachinonová. [14]

Zástupcem antrachinonových barviv je například mořidlová antrachinonová barviva a z nich je to alizarin. Tato barviva jsou mořena  $\text{Cr}^{3+}$  (turecká červeň).



Obr. 27 Alizarin [1]

## 6.5 Chinolinová barviva

### 6.5.1 E 104 Chinolinová žlut'

Chinolinová žlut' je jasně zeleno-žluté barvivo, synteticky vyráběno. Je podezření, že u precitlivělých osob vyvolává alergické reakce v podobě kopřivky, a podobně. Navíc je tato přísada nevhodná pro děti. Používá se v čokoládách, energetických drinkách, nealkoholických nápojích, některých pivech, lízátkách, zmrzlinách a bonbónech, mléčných výrobcích, různých dezertech, žvýkačkách a cukrovinkách.

V rámci provedených studií na zvířatech se nepodařilo prokázat nežádoucí účinky tohoto barviva. Přesto je toto barvivo v USA, Japonsku a Austrálii zakázáno. [2]

## 6.6 Indigoidní barviva

Původně přírodní modrá barviva obsažena v rostlince modřinci - indigovníku. Nejznámějším indolovým barvivem je indigo. Chemicky je nazýváme indigolin a znali ho již starověcí Římané a Egypťané. Dnes se však vyrábí synteticky.

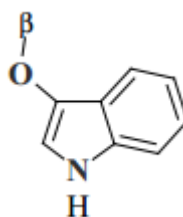
### 6.6.1 E132 - Indigotin

Indigo bylo již ve starověku používaným přírodním modrým barvivem, tehdy především pro barvení textilu. Původní výrobní proces z rostliny indigovníku je dnes nahrazen chemickou syntézou.

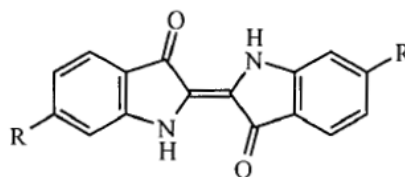
Indigo se vyskytuje ve formě prekurzoru  $\beta$ -D-glukosidu zvaného indikan v různých druzích indigovníku (*Indigofera tinctoria*) a v rostlině boryt barvířský (*Isatis tinctoria*) do-

movem v jihovýchodní Evropě a západní Asii. Indikan se po enzymové hydrolyze (odštěpení molekuly glukózy) oxiduje na modré indigo. Sulfonací přírodního indiga se získá tmavě modrý indigotin nebo indigokarmin. Jsou používány v některých zemích jako potravinářská barviva. Červeným textilním indigoidním barvivem je antický purpur, získávaný ze středo-mořského plže ostranky jaderné.

Původní výrobní proces z rostliny indigovníku je dnes nahrazen chemickou syntézou. Syntetický indičtin může způsobit nevolnost, zvracení, vyšší krevní tlak, vyrážky a další alergické reakce.



Obr. 28  $\beta$ -D-glukosid (indikan) [1]



Obr. 29 Indigo [1]

## 7 ZÁKLADNÍ ZPŮSOB VÝROBY SYNTETICKÝCH BARVIV

Syntetická barviva se dříve vyráběla z černouhelného dehtu, nyní se však používají výhradně vysoce přečištěné ropné produkty. Syntetická barviva musí obsahovat minimálně 85 % čistého barviva a zbytek je tvořen nečistotami (anorganickými solemi, sloučeninami kovů a organickými látkami).

Černouhelný dehet je tmavá až černá viskózní kapalina s typickým zápachem po fenolu a naftalenu ( $\rho = 1,5 - 2,1 \text{ g.cm}^{-3}$ ). Procentuální složení černouhelného dehtu je znázorněno v tabulce (Tab. 1).

*Tab. 1 Procentuální složení  
černouhelného dehtu*

Látka	Obsah v %
Smola	50 – 55
Naftalen	10
Voda	4 – 6
Fenantren	5
Fluoranten	2
Antracen	1,2
Fluoren	1
Pyren	1
Acenaften	1
Karbazol	1

Dehet je velmi složitá směs chemických individuí (aromatické uhlovodíky a heterocyklické sloučeniny O, S, N). Kromě toho obsahuje volný uhlík, neutrální pryskyřice a vysokovroucí uhlovodíky.

Syntetická barviva se dodávají:

- Ve formě disperzí, past, vodných nebo nevodných roztoků (hlavně v propylen-glykolu či glycerolu) nebo v pevném stavu jako ve vodě rozpustné granule, prášek.
- Ve formě laků nerozpustných ve vodě.

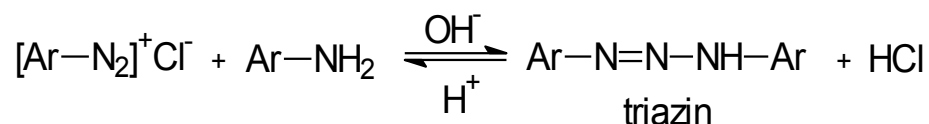
Pevné přípravky jsou vhodné hlavně pro barvení nápojů, disperze a pasty pro barvení cukrářských a pekařských výrobků, tekuté barvy pro mléčné výrobky. Laky (aluminiové laky) se získávají adsorpcí barviv na hydratovaný oxid hlinitý. Mají různý obsah barviva,

běžně 10-40 %. Minimální obsah není určen, neboť barevná mohutnost laků souvisí i s technologií jeho výroby, která určuje jejich barvicí mohutnost, odstín a disperzibilitu v prostředí. Laky, které obsahují jednotlivá barviva nebo jejich směsi, se dostávají v pevném stavu nebo jako disperze (v hydrogenovaných rostlinných olejích, propylen glykolu, glycerolu, cukerného sirupu). Laky vykazují ve srovnání s příslušnými barvivy vyšší chemickou a tepelnou stabilitu. Vhodné jsou zejména pro barvení potravin obsahujících více tuků a pro potraviny s nízkým obsahem vody. [1, 21]

## 7.1 Azobarviva

Základem výroby azobarviv je diazotace primárních aromatických aminů a následná kopulace vzniklých diazoniových solí se sloučeninami schopnými kopulace, jakými jsou např. fenoly, naftoly nebo aminy. Diazotace jsou exotermní reakce, diazoniové soli jsou nestálé (zejména v suchém nebo nečistém stavu). Při diazotaci je důležitá tvorba soli aminu, uvolňování kyseliny dusičné ( $\text{HNO}_2$ ), která je důležitá pro udržení acidity reakčního prostředí. Při nedostatku acidity dochází k nežádoucím vedlejším reakcím.

Technicky se diazotace provádí vsádkově v diazotační kádi (smaltovaný, ocelový nebo pryží vyložený uzavřený reaktor) s míchadlem. Diazotace probíhá při nízkých teplotách kolem 0 – 5 °C. Je to proto, že při nižší teplotě stoupá rozpustnost plynu ve vodě, takže je menší nebezpečí uvolnění nerosních plynů z reakční směsi. Dalším důvodem je fakt, že diazoniové sloučeniny jsou při nižších teplotách stabilnější. Diazotační kád' se chladí vnášením ledu, nebo chladícím hadem se solankou. Pokud by teplota reakce převýšila teplotu 5 °C, začaly by probíhat nežádoucí reakce a docházelo by k vzniku nežádoucích produktů (triazin).



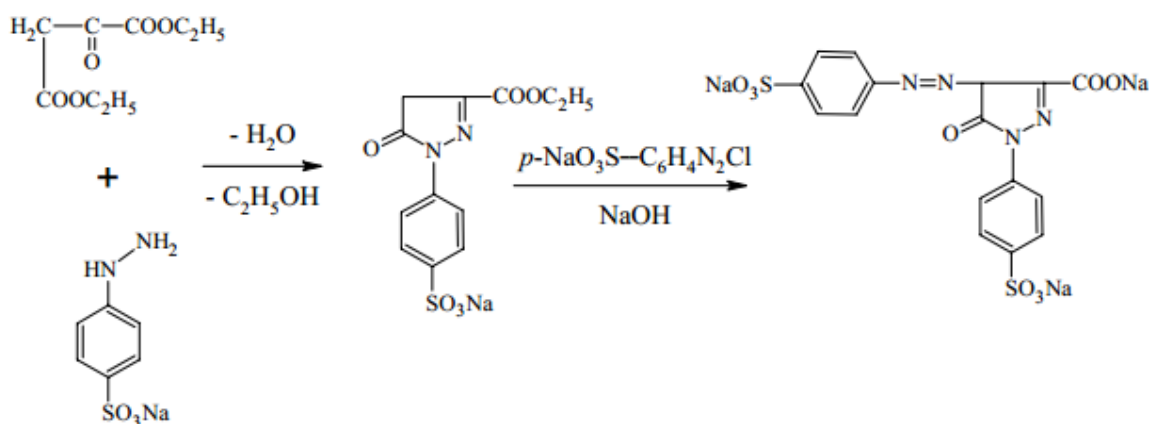
Obr. 30 Reakce vzniku triazinu

Diazotace za vyšších teplot (maximálně 50 °C) se může provádět jen u velmi zředěných roztoků. Koncentrace aminu a kyseliny musí být menší než 1 mol · l<sup>-1</sup>.

### 7.1.1 Tartrazin

Tartrazin se získává ze sodné soli 4-hydrazinobenzensulfonové kyseliny kondenzací s diethylesterem oxalocetové kyseliny a kopulací vzniklého derivátu pyrazolin-5-onu s diazotovanou sulfanilovou kyselinou. [19]

Výsledné barvivo se vyčistí a izoluje jako sodná sůl. Součástí tartrazinu jsou vedlejší barevné látky dohromady s chloridem sodným nebo síranem sodným jako základními nebarevnými složkami. Tartrazin se popisuje jako sodná sůl. Povolena je rovněž vápenatá a draselná sůl. Konečným produktem je světle oranžový prášek, nebo zrnka, či žlutý vodný roztok. [19]



Obr. 31 Reakce diazotace tartrazinu

### 7.1.2 Žlutí SY

Žlutí SY (někdy se můžeme setkat s označením Žlutí SY CFC) se v zásadě skládá z 2-hydroxy-1-(4-sulfonafenylazo)naftalen-6-sulfonanu disodného a vedlejších barevných látek dohromady s chloridem sodným a nebo síranem sodným jako základními nebarevnými složkami. Žlutí SY se vyrábí diazotací kyseliny 4-aminobenzensulfonové za použití kyseliny chlorovodíkové a dusitanu sodného nebo kyseliny sírové a dusitanu sodného. Diazosloučenina se spojí s 6-hydroxy-2-naftalen-sulfonovou kyselinou.

Barvivo se izoluje jako sodná sůl a vysuší. Žlutí SY se popisuje jako sodná sůl. Povolena je rovněž vápenatá a draselná sůl. Výsledným produktem je oranžovo červený prášek nebo zrnka, po rozpuštění ve vodě je vodný roztok oranžový. [19]

### 7.1.3 Azorubin

Azorubín se v zásadě skládá z 4-hydroxy-3-(4-sulfonano-1-naftylazo)naftalen-1-sulfonanu disodného a vedlejších barevných látek dohromady s chloridem sodným a nebo síranem sodným jako základními nebarevnými složkami.

Azorubín se popisuje jako sodná sůl. Povolena je rovněž vápenatá a draselná sůl. Produkt je červený až kaštanově červený prášek, nebo zrnka. [19]

## 7.2 Chinolinová barviva

### 7.2.1 Chinolinová žlut'

CI potravinářská žlut' 13. Chinolinová žlut' se připravuje sulfonací 2-(2-chinoly)indan-1,3-dionu. Chinolinová žlut' se v zásadě skládá ze sodných solí směsi disulfonanů (v první řadě), monosulfonanů a trisulfonanů výše uvedené sloučeniny a vedlejších barevných látek dohromady s chloridem sodným nebo síranem sodným jako základními nebarevnými složkami.

Chinolinová žlut' se popisuje jako sodná sůl. Povolena je rovněž vápenatá a draselná sůl. Výsledným produktem je žlutý prášek, nebo zrnka. [19]

Sulfonace je proces, kterým se do organické molekuly zavádí sulfo skupina prostřednictvím sulfonačních činidel, kterými mohou být koncentrovaná kyselina sírová nebo oleum (20 % nebo 60 %), což je nejčastěji oxid sírový ( $\text{SO}_3$ ), nebo kyselina peroxosírová ( $\text{HSO}_3\text{Cl}$ ). Sulfonace je radikálová řetězová reakce.

## 7.3 Xanthenová barviva

### 7.3.1 Erythrosin

Erythrosin se v zásadě skládá z monohdrátu 2-(2,4,5,7-tetraiodo-3-oxido-6-oxoxanthen-9-yl) benzoátu disodného a vedlejších barevných látek dohromady s vodou, chloridem sodným nebo síranem sodným jako základními nebarevnými složkami. Erythrosin se vyrábí jodací fluoresceinu, kondenzačního produktu resorcinolu a ftalanhydridu.

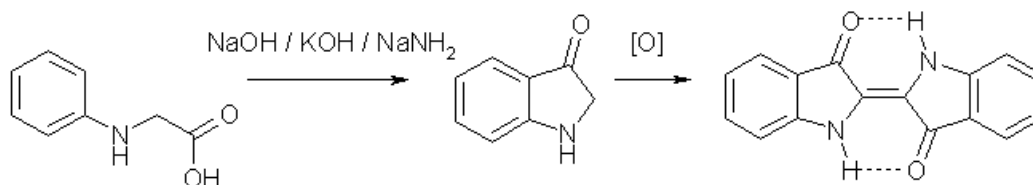
Erythrosin se popisuje jako sodná sůl. Povolena je rovněž vápenatá a draselná sůl. Produktem je červený prášek, nebo zrnka, extrakt je také červený. [19]

## 7.4 Indigoidní barviva

### 7.4.1 Indigotin

Indigotin se popisuje jako sodná sůl. Povolena je rovněž vápenatá a draselná sůl. Indigo karmín se získává sulfonací indiga. Provádí se to zahřátím indiga (nebo indigové pasty) za přítomnosti kyseliny sírové. Barvivo se izoluje a projde čistícím procesem. Výsledkem je tmavě modrý prášek, nebo zrnka. [19]

Reakce probíhá v bazickém prostředí, které zajišťuje hydroxid sodný (NaOH), hydroxid draselný (KOH) nebo amid sodný (NaNH<sub>2</sub>). Vzniká takzvaná leukoforma indiga, která je ve vodě rozpustná.



Obr. 32 Reakce vzniku indiga



## ZÁVĚR

Barviva jsou nepostradatelným artiklem potravinářského průmyslu. Barva potravin nám poskytuje prvotní senzorké hodnocení potravin. Uděláme si rychlý úsudek o její čerstvosti, zralosti, zdravotní nezávadnosti. Bohužel ale potraviny mající krásnou sytou barvu jsou většinou barveny syntetickými barvivy.

Mnohá barviva však konzumujeme v běžné stravě, aniž bychom věděli, že se vůbec jedná o barvivo. Je to například lykopen v rajčatech, beta-karoten v mrkvi, chlorofyly v zelených listech salátu a mnoho dalších. Přírodní barviva jsou často antikarcinogeny, pro které ani nejsou stanoveny maximální povolené denní dávky.

Ve své bakalářské práci jsem se zaměřila na rozdělení barviv na přírodní a syntetická a dále na charakteristiku jednotlivých skupin podle chemické struktury. K jednotlivým skupinám jsem přidala konkrétní příklady barviv a jejich použití. V neposlední řadě jsem se zabývala základními způsoby jejich získávání nebo výroby.

Syntetická barviva jsou často spojována s látkami pro organismus toxickými, jedovatými. V dnešní době se však ničeho takového nemusíme bát. Syntetická barviva používaná v potravinářství jsou ve vodě rozpustná a pro organismus lehce odbouratelná. Navíc syntetická barviva podléhají přísným kritériím, co se týče množství barviva v potravině a jsou pravidelně přezkoumávány jejich vlastnosti.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] VELÍŠEK, Jan. *Chemie potravin 3*. Vyd. 1. Tábor: OSSIS, 1999, 342 s. ISBN 8090239153.
- [2] VRBOVÁ, TEREZA. *Víme, co jíme?: Aneb průvodce éčky v potravinách*. EcoHouse, 2001. ISBN 80-238-7504-3.
- [3] VELÍŠEK, Jan a Karel CEJPEK. *Biosynthesis of food components*. 1st ed. Tábor: OSSIS, 2008, xii, 497 s. ISBN 978-80-86659-12-1.
- [4] HRNČÍŘOVÁ KRISTÝNA: *Méně využívaná rostlinná barviva - chlorofyly a anthokyany*. *Výživa a potraviny*, 66, 2011, 3, 63-65 ISSN: 1211-846X.
- [5] *Historie a současná pravidla barvení* [online]. [cit. 2012-2-18]. Dostupný z WWW: <[http://www.vetweb.cz/Historie-a-soucasna-pravidla-barveni-potravin\\_\\_s1501x52874.html](http://www.vetweb.cz/Historie-a-soucasna-pravidla-barveni-potravin__s1501x52874.html)>.
- [6] VALÁŠEK, Pavel a Otakar ROP. *Analýza potravin: přírodní látky: doplňkové texty k základnímu kurzu*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati, 2007, 1 CD-ROM. ISBN 978-80-7318-585-5.
- [7] SHARMA VINITA, McKone Harold T., and MARKOW PETER G. *A Global Perspective on the History, Use, and Identification of Synthetic Food Dyes*. *Journal of Chemical Education*. 2011, roč. 88, s. 24-28.
- [8] HENDRY, G. A. F. a J. D. HOUGHTON. *Natur Food Colorants*. 1. vyd. Blackie, Glasgow and London: Chapman & Hall, 1996. ISBN 0-7514-0231-1.
- [9] E 160 b: *Annatto, bixin, norbixin* [online]. [cit. 2012-3-15]. Dostupný z WWW: <<http://www.emulgatory.cz/seznam-ecek?prisada=E160b>>.
- [10] *Pyranová barviva* [online]. [cit. 2012-3-15] Dostupný z WWW: <<http://www.vysokeskoly.cz/maturitniotazky/biologie/pyranova-barviva>>.
- [11] KONDAKOVA, V. Phenol compounds-qualitative index in small fruits. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*. 2009, roč. 23, s. 1444-1448.
- [12] MANACH, C. Polyphenols: food sources and bioavailability. *The American Journals of Clinical Nutrition*. 2004, roč. 79, s. 727-747.
- [13] LILA, M. A. Anthocyanins and human health: An in vitro investigative approach. *Journal of Biomedicine and Biotechnology*, 2004, roč. 5, s. 306-313.

- [14] BORODKIN, Vasilij Fedorovič. *Chemie organických barviv*. Vyd. 1. Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1987, 366 s.
- [15] Ministerstvo zemědělství, státní předpisy [online]. [cit. 2012-4-23]. Dostupné z WWW: <<http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/tematicky-prehled/100064992.html>>.
- [16] Colour, online Edition: *Combined Compendium of Food Additive Specifications* [online]. [cit. 2012-23-4]. Dostupný z WWW: <<http://www.fao.org/ag/agn/jecfa-additives/specs/Monograph1/Additive-128.pdf>>.
- [17] Doc. P. STRATIL, PhD., Mendeleu Brno. *Barviva v potravinách*, s 306-336. Dostupný z WWW: <[http://share.centrax.cz/CPO-9-12\\_Barviva\\_v\\_potravinach,\\_str\\_306-336.pdf](http://share.centrax.cz/CPO-9-12_Barviva_v_potravinach,_str_306-336.pdf)>.
- [18] SCHREIBEROVÁ, Lenka. *Chemické inženýrství I*. Vyd. 3., rozš. Praha: Vydavatelství VŠCHT, 2011, 294 s. ISBN 978-80-7080-778-1. [online]. [cit. 2012-5-8]. Dostupný z WWW: <[http://vydavatelstvi.vscht.cz/katalog/uid\\_isbn-978-80-7080-778-1/anotace/](http://vydavatelstvi.vscht.cz/katalog/uid_isbn-978-80-7080-778-1/anotace/)>.
- [19] *Úřední věstník Evropské unie*. Týkající se specifikace potravinářských přídatných látek. Nařízení komise (EU) č. 231/2012. [online]. 2012-3-9 [cit. 2012-5-2]. Dostupný z WWW:  
<<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:083:0001:0295:CS:PDF>>.
- [20] LINDBERG-MADSEN, H., STAPELFELDDT, H., BERTELSEN, G., Cochineal as a colorant in processed pork meat. Colour matching and oxidative stability. *Food Chemistry*. 1993, roč. 46, č. 3, s. 265-271.
- [21] HAMPL, František a Jaroslav PALEČEK. *Farmakochemie*. 1. vyd. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 2002, 413 s. ISBN 80-7080-495-5.
- [22] *Potravinářské barvivo* [online]. [cit. 2012-3-14]. Dostupné z WWW: <<http://www.agronavigator.cz/az/vis.aspx?id=76567>>.
- [23] *Potravinářské přídatné látky* [online]. [cit. 2012-5-8]. Dostupné z WWW: <<http://www.bezpecnostpotravin.cz/stranka/potravinarska-aditiva.aspx>>.
- [24] WROLSTAD, Ronald E. *Handbook of Food Analytical Chemistry: Pigments, Colorants, Flavors, Texture and Bioactive Food Components*. John Wiley & Sons, Inc: Copyright, 2005. ISBN 9780471709084.

- [25] *Výroba tartrazinu: Popis vynálezu k autorskému osvědčení* [online]. [cit. 2012-5-17].  
Dostupný z: <<http://spisy.upv.cz/Patents/FirstPages/FPPV0178/0178547.pdf>>.

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

ADI	Přijatelná denní dávka.
CCFAC	Výbor pro potravinářské přídatné látky a kontaminanty.
EFSA	Evropský úřad pro bezpečnost potravin.
EHS	Evropské hospodářské společenství.
ES	Evropské společenství.
FDA	Úřad pro potraviny a léky.
I.C.	Identifikace potravinářských přídatných látek podle čísla.
INS	Mezinárodní systém číslování.
JECFA	Společný odborný výbor pro potravinářské přídatné látky.
NOAEL	Nejvyšší dávka, při které se nežádoucí účinek ještě neprojeví

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obr. 1 Polymerace izoprenu [17] .....	16
Obr. 2 Norbixin [16] .....	17
Obr. 3 Lykopen [16] .....	17
Obr. 4 Kurkumin [16] .....	18
Obr. 5 Anthokyaniny [1] .....	20
Obr. 6 Kyanidin-3-glukosid [17] .....	21
Obr. 7 Xanthon [1] .....	22
Obr. 8 Struktura betalainů [1] .....	23
Obr. 9 Betalainová červeň [19] .....	23
Obr. 10 Cyklické porfiriny [1] .....	24
Obr. 11 Lineární biliny [1] .....	25
Obr. 12 Chlorofyl a, kde X = CH <sub>3</sub> . Chlorofyl b, kde X = CHO [16] .....	26
Obr. 13 Benzochinon [17] .....	27
Obr. 14 Naftochinon [17] .....	27
Obr. 15 Anthrochinon [17] .....	27
Obr. 16 Karmín [16] .....	28
Obr. 17 Redukční štěpení azobarviva v organismu .....	36
Obr. 18 Tartrazin [16] .....	37
Obr. 19 Žlutý SY [16] .....	37
Obr. 20 Azorubin [16] .....	38
Obr. 21 Ponceau 4R [16] .....	38
Obr. 22 Fenylmethanol [1] .....	39
Obr. 23 Brilantní modř [16] .....	39
Obr. 24 Zeleň S [16] .....	40
Obr. 25 Xanthanová kyselina [17] .....	41
Obr. 26 Erythrosin [16] .....	41
Obr. 27 Alizarin [1] .....	42
Obr. 28 β-D-glukosid (indikan) [1] .....	43
Obr. 29 Indigo [1] .....	43
Obr. 30 Reakce vzniku triazinu .....	45
Obr. 31 Reakce diazotace tartrazinu .....	46

Obr. 32 Reakce vzniku indiga ..... 48

## SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Procentuální složení černouhelného dehtu

42



## SEZNAM PŘÍLOH

- P I Seznam barviv povolených při výrobě potravin [15]
- P II Seznam potravin, při jejichž výrobě je zakázáno použití barviva. [15]
- P III Seznam barviv povolených při výrobě některých potravin nebo skupin potravin.  
[15]

**PŘÍLOHA P I: SEZNAM BARVIV POVOLENÝCH PŘI VÝROBĚ  
POTRAVIN [15]**

Číslo E	Barvivo	Číslo C.I.
E 100	Kurkumin	75 300
E 101	(i) Riboflavin	
	(ii) Riboflavin-5'-fosforečnan	
E 102	Tartrazin	19 140
E 104	Chinolinová žlut'	47 005
E 110	Žlut' SY (synonyma Gelborange S, Sunset Yellow FCF)	15 985
E 120	Košenila, kys. karmínová, karmíny	75 470
E 122	Azorubin (synonymum Carmoisin)	14 720
E 123	Amarant (synonymum Viktoriarubín O)	16 185
E 124	Ponceau 4R (synonymum Košenilová červeň A)	16 255
E 127	Erythrosin	45 430
E 129	Červeň Allura AC	16 035
E 131	Patentní modř V	42 051
E 132	Indigotin (synonymum Indigocarmine)	73 015
E 133	Brilantní modř (synonymum Brilliant blue FCF)	42 090
E 140	Chlorofyly a chlorofyliny	
	(i) Chlorofyly	75 810
	(ii) Chlorofyliny	75 815
E 141	Měďnaté komplexy chlorofylů a chlorofylinů	75 815
	(i) Cu komplexy chlorofylů	
	(ii) Cu komplexy chlorofylinů	
E 142	Zeleň S	44 090
E 150 a	Karamel	
E 150 b	Kaustický sulfitový karamel	
E 150 c	Amoniakový karamel	
E 150 d	Amoniak - sulfitový karamel	
E 151	Čerň BN (synonymum Brilliant black BN)	28 440
E 153	Medicinální uhlí (z rostlinné suroviny)	
E 154	Hněď FK	

E 155	Hněď HT	20 285
E 160 a	Karoteny	
	(i) Směs karotenů	75130
	(ii) Beta-karoten	40 800
E 160 b	Annato, bixin, norbixin	75 120
E 160 c	Paprikový extrakt, kapsanthin, kapsorubin	
E 160 d	Lykopen	75 125
E 160 e	Beta-apo-8'-karotenal	40 820
E 160 f	Ethylester kyseliny beta-apo-8'karotenové	40 825
E 161 b	Lutein	
E 161 g	Kanthaxanthin	
E 162	Betalainová červeň, betanin (včetně extraktů z červené řepy)	
E 163	Anthokyany (získané fyzikálními postupy z ovoce a zeleniny)	
E 170	Uhličitan vápenatý	77 220
E 171	Oxid titaničitý (synonymum Titanová běloba)	77 891
E 172	Oxidy a hydroxidy železa	77 491
		77 492
		77 499
E 173	Hliník (v podobě pigmentu)	
E 174	Stříbro (v podobě pigmentu)	
E 175	Zlato (v podobě pigmentu)	
E 180	Litholrubin BK	

Identifikační číslo Colour Indexu (C.I.) zaručuje identitu barviva při používání názvů v cizích jazycích.

**PŘÍLOHA P II: SEZNAM POTRAVIN, PŘI JEJICHŽ VÝROBĚ JE ZAKÁZÁNO POUŽITÍ BARVIVA [15]**

a	Nezpracovaných potravin.
b	Přírodních minerálních vod a balených pramenitých vod.
c	Neochuceného plnotučného, polotučného a odtučněného mléka, pasterovaného nebo sterilovaného včetně ošetření vysokou teplotou, neochucené smetany.
d	Mléka ochuceného kakaem nebo čokoládou, zahuštěného mléka, neochucené sušené smetany, neochuceného podmásli, neochuceného kysaného mléka, neochucených čerstvých sýrů.
e	Olejí a tuků živočišného a rostlinného původu, másla z mléka koz a ovcí.
f	Vaječného žloutku, bílku, vaječné melanže, sušených, tekutých, koncentrovaných, hluboce zmrazených nebo koagulovaných vaječných výrobků.
g	Mouky, škrobu a ostatních mlýnských výrobků.
h	Chleba a výrobků z chlebového těsta, těstovin a gnocchi.
i	Cukrů včetně všech monosacharidů a disacharidů.
j	Rajčatového protlaku a rajčatových polokonzerv, studených omáček na bázi rajčatové šťávy a kečupů.
k	Ovocných a zeleninových šťáv a nektarů.
l	Výrobků z ovoce, zeleniny, brambor a hub, sterilovaných, nakládaných nebo sušených, zpracovaného ovoce, zeleniny, brambor a hub,
m	Výběrových džemů (extra, výběrových rosolů extra a kaštanových pyrė, Crėme de pruneaux).
n	Masa, ryb, drůbeže, zvěřiny, měkkýšů, korýšů a potravin z nich.
o	Kakaových a čokoládových výrobků s výjimkou nečokoládových náplní těchto výrobků.
p	Pražené kávy, cikorkové kávoviny a extraktu z ní, čaje, extraktů z čaje včetně ovocných a bylinných přípravků na bázi čaje, ovoce a směsi pro přípravu čajů.
q	Koření, směsi koření, soli, náhražek soli.
r	Potravin určených pro výživu kojenců a malých dětí.
s	Medu.
t	Vinného octa, sladu a výrobků ze sladu.
u	Obilných destilátů Korn, Kornbrand, ovocných lihovin, ovocných destilátů včetně ovocných průtahových, Ouzo, Grappa, Tsikoudia z Kréty, Tsipouro z Makedonie, Tsipouro z Thesálie, Tsipouro z Tyrnavosu, Eau de vie de marc Margue national luxembourgeoise, Eau de vie Seidle Margue nationale luxembourgeoise, London gin.
v	Sambuca, Maraschino a Mistrá.

w	Sangria, Clarea a Zurra.
---	--------------------------

**PŘÍLOHA PIII: SEZNAM BARVIV POVOLENÝCH PŘI VÝROBĚ  
NĚKTERÝCH POTRAVIN NEBO SKUPIN POTRAVIN [15]**

Číslo E	Barvivo	Potravina nebo skupina potravin	NPM mg.l <sup>-1</sup> resp. mg.kg <sup>-1</sup>
E 123	Amarant	aromatizovaná vína, alkoholické nápoje	30
		rybí jikry a mlíčí	30
E 127	Erytrosin	koktejlové a kandované třešně	200
		třešně Bigareaux v cukerném nálevu a koktejlech vč. smíšeného kompotu s třešněmi Bigareaux	150
E 154	Hněď FK	uzené ryby – kipry	20
E 161g	Kantaxanthin	štrasburské párky	15
E 173	Hliník	vnější povrch cukrovinek určených k dekoraci cukrářských výrobků	NM
E 174	Stříbro	vnější povrch cukrovinek určených k dekoraci cukrářských výrobků, dekorace čokolády a čokoládových bonbonů, likéry	NM
E 175	Zlato	vnější povrch cukrovinek určených k dekoraci cukrářských výrobků, dekorace čokolády a čokoládových bonbonů, likéry	NM
E 180	Litholrubin BK	jedlé povrchové vrstvy sýrů	NM
E 160b	Annato, bixin, norbixin	margaríny, margaríny s nízkým obsahem tuku (minariny), směsné roztíratelné a emulgované tuky, ztužené a pokrmové tuky (bezvodé tuky)	10
		jedlé ozdoby a jedlé povrchové vrstvy	20
		jemné a trvanlivé pečivo, cukrářské výrobky	10
		mražené krémy, zmrzliny	20
		alkoholizované nápoje včetně nápojů s obsahem alkoholu nižším než 15 % obj.	10
		sýry tavené a sýry zrající (barvy oranžové, žluté a bílé perleti)	15
		deserty* včetně ochucených mléčných výrobků s výjimkou mražených krémů	10
		snacky** neochucené, pikantní na bázi brambor, obilovin, škrobu, extrudované či expandované	20
		ostatní snacky a snacky na bázi obalených ořechových jader	10
		uzené ryby	10
		jedlé povrchové vrstvy sýrů, jedlá klišovková (kolagenová střívka)	20
		extrudované, expandované obilné snídaně, bilné snídaně ochucené ovocným aromatem	25
		sýr Red Leicester (typický anglický sýr)	50
sýr Mimolette (typický francouzský sýr)	35		