

Potravinářská barviva

Šárka Šafránková

Bakalářská práce
2011



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav biochemie a analýzy potravin
akademický rok: 2010/2011

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Šárka ŠAFRÁNKOVÁ
Osobní číslo: T08173
Studijní program: B 2901 Chemie a technologie potravin
Studijní obor: Technologie a řízení v gastronomii

Téma práce: Potravinářská barviva

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

- 1. Charakteristika potravinářských barviv.**
- 2. Legislativa používání potravinářských barviv.**
- 3. Zdravotní aspekty použití potravinářských barviv.**

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

[1] VELÍŠEK, J. *Chemie potravin*, 3.1 vydání, OSSIS, Tábor 1999.

[2] ČOPÍKOVÁ, J., UHER, M., LAPČÍK, O., MORAVCOVÁ, J., DRAŠAR, P., *Přírodní barevné látky*, *Chemické listy* 2005.

[3] http://www.zakonyawebu.cz/cgi-bin/khm.cgi?typ=1&page=khq:SB2008/004A8A02_000HTM&so

[4] DAVÍDEK, J. *Chemie potravin*, 1. vydání, SNTL, Praha 1983.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Marta Severová

Ústav biochemie a analýzy potravin

Datum zadání bakalářské práce:

25. února 2011

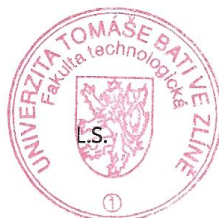
Termín odevzdání bakalářské práce:

30. května 2011

Ve Zlíně dne 23. března 2011



doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan



doc. Ing. Miroslav Fišera, CSc.
ředitel ústavu

Příjmení a jméno: ŠATRAVLOVA' ŠARKA

Obor: CHTP

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 obhajoby¹⁾;
- 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. 3²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60³⁾ 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 § 60³⁾ 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 30.5.2011

Šatruvlová Šarka

²⁾ 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.

²⁾ 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).

³⁾ 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 přihlídně k vyšší výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá charakteristikou potravinářských barviv. Je zpracován přehled jednotlivých skupin potravinářských barviv, jejich výskyt a použití. Uvedena je také legislativa používání potravinářských barviv. Pozornost je věnována rovněž zdravotním aspektům použití přírodních a syntetických potravinářských barviv.

Klíčová slova:

barvivo, přírodní barviva, syntetická barviva

ABSTRACT

This thesis deals with the characteristics of food coloring. It is making a survey of different groups of food dyes, their presence and use. Legislation is also given the use of food dyes. Attention si also paid to health aspects of the use of natural and synthetic food dyes.

Keywords:

Dyes, natural dyes, synthetic dyes

Poděkování

Tímto bych chtěla poděkovat Ing. Martě Severové za její trpělivost, odborné vedení, připomínky a cenné rady, které mi poskytla. Stejně tak patří poděkování všem, kteří mi byli nápomocni při tvorbě této bakalářské práce.

Motto

„Můžete mít a dělat vše, po čem toužíte, a být kýmkoli chcete.“

Dr. Joe Vitale

Prohlašuji, že jsem na bakalářské/diplomové práci pracoval(a) samostatně a použitou literaturu jsem citoval(a). V případě publikace výsledků, je-li to uvedeno na základě licenční smlouvy, budu uveden(a) jako spoluautor(ka).

Ve Zlíně

.....
Podpis studenta

OBSAH

ÚVOD	9
1 CHARAKTERISTIKA POTRAVINÁŘSKÝCH BARVIV	10
1.1 ROZDĚLENÍ POTRAVINÁŘSKÝCH BARVIV	10
1.2 PŘÍRODNÍ BARVIVA	12
1.2.1 Polyenová barviva	12
1.2.2 Chinonová barviva	16
1.2.3 Indolová barviva	18
1.2.4 Pyranová barviva	19
1.2.5 Pyrrolová barviva	23
1.2.5.1 Hemová barviva	24
1.2.5.2 Chlorofylová barviva	25
1.2.5.3 Fykobiliny	26
1.2.6 Pteridinová barviva	26
1.2.7 Izochinolinová barviva	27
1.3 SYNTETICKÁ BARVIVA	29
1.3.1 Azobarviva	30
1.3.2 Trifenylnmethanová barviva	31
1.3.3 Pyrazolonová barviva	32
1.3.4 Xanthenová barviva	32
1.3.5 Chinolinová barviva	32
1.3.6 Indigoidní barviva	33
2 LEGISLATIVA POUŽÍVÁNÍ POTRAVINÁŘSKÝCH BARVIV	34
3 ZDRAVOTNÍ ASPEKTY POUŽITÍ POTRAVINÁŘSKÝCH BARVIV	37
3.1 STANOVISKO EFSA O VHODNOSTI NĚKTERÝCH POTRAVINÁŘSKÝCH BARVIV	38
3.2 POTRAVINÁŘSKÁ BARVIVA A HYPERAKTIVITA DĚTÍ	39
3.2.1 Spotřeba barviv dětmi	40
4 TRENDY A NOVÉ ALTERNATIVY POUŽÍVÁNÍ BARVIV DO POTRAVIN	42
4.1 PŘÍRODNÍ ČERVENÁ BARVIVA	42
4.2 PŘÍRODNÍ ŽLUTÁ BARVIVA	44
4.3 PŘÍRODNÍ BARVIVO VHODNÉ K VÝROBĚ TEPELNĚ OPRACOVANÝCH SALÁMŮ	44
4.4 BÍLÁ BARVIVA	45
ZÁVĚR	46
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	48
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	52
SEZNAM OBRÁZKŮ	53
SEZNAM TABULEK	54

ÚVOD

Barviva jsou významnou skupinou senzoricky aktivních látek, které dodávají potravinám jejich charakteristickou barvu. V potravinách jsou přítomna přirozeně, ze surovin použitých pro jejich přípravu nebo se úmyslně přidávají pro zvýraznění barvy.

Barva potravin často utváří první dojem spotřebitele. Většina lidí v obchodě nesáhne pro bezbarvou pomerančovou limonádu, zejména je-li vedle ní vystavena limonáda krásně oranžová. Dalším pádným důvodem pro použití barviv je snaha přesvědčit spotřebitele o tom, že výrobek obsahuje maximum přírodních složek. Spotřebitel dá například přednost červeně zbarvenému jogurtu před jogurtem méně výrazným, i když ten druhý může ve skutečnosti obsahovat jahod více. Barvení je vhodné u těch potravinářských výrobků, kde během různých, převážně termických procesů dochází ke značným změnám typické původní barvy. Úkolem přidání barviva do potravin je tedy především zlepšit estetický vzhled potravin. Obarvením potravin se však nesmí zakrývat závady či případná hygienická závadnost.

Přibarvování potravin se řídí přesně stanovenými pravidly. V potravinářském průmyslu jsou používána barviva přírodní i syntetická. Vzhledem ke skutečnosti, že jsou syntetická barviva stálejší a jejich výroba je levnější než získávání barviv přírodních, jsou tato barviva používanější.

V posledních letech, kdy stále více spotřebitelů propadá trendu zdravého životního stylu se poptávka po přírodních barvivech značně zvyšuje.

Předkládaná bakalářská práce si klade za úkol zpracování uceleného přehledu potravinářských barviv. Charakterizuje jednotlivé druhy přírodních a syntetických barviv, jejich zdroje a využití v potravinářském průmyslu. Závěr této bakalářské práce řeší v posledních letech velmi diskutované téma, a to zdravotní aspekty použití potravinářských barviv.

1 CHARAKTERISTIKA POTRAVINÁŘSKÝCH BARVIV

1.1 Rozdělení potravinářských barviv

Barviva nebo-li pigmenty nacházející se v potravinách jsou podle původu rozdělena na tři skupiny:

- přírodní barviva
- syntetická barviva identická s přírodními
- syntetická barviva [1]

Přírodní barviva jsou přirozenou součástí potravy živočišného nebo rostlinného původu danou genetickými dispozicemi určitého organismu nebo jsou součástí jiných než potravinářských materiálů přírodního původu (pigmenty řas, hub, lišejníků či mikroorganismů), ze kterých jsou získávány v původním stavu nebo strukturně pozměněné a jsou používány k barvení potravin jako aditiva.

Mezi přírodní barviva jsou často řazeny také bezbarvé produkty získávané z přírodních surovin různými technologickými procesy, např. karamel a sladový extrakt, které obsahují melanoidiny. K přírodním barvivům jsou běžně řazeny také měďnaté komplexy chlorofylů a chlorofollinů, které se v přírodě nenacházejí nebo se mohou vyskytovat v zanedbatelném množství. [1]

Anorganické sloučeniny jsou v potravinářství jako barviva používány jen ve speciálních případech. Např. při povrchové úpravě dražé a cukrovinek je používán uhličitan vápenatý, oxid titaničitý (bílé pigmenty), oxidy a hydroxidy železa (červené, žluté nebo černé pigmenty), hliníkový, stříbrný, případně zlatý pigment. Stříbrný a zlatý pigment je používán také pro dekoraci speciálních likérů. [1]

Syntetická barviva identická s přírodními jsou získávána chemickými reakcemi, ale jejich struktura je na rozdíl od barviv řazených mezi barviva syntetická totožná se strukturou barviv přírodních. Příkladem je např. syntetický β -karoten a riboflavin, které mají zároveň funkci vitamínů (provitamin A a riboflavin B₂). [1]

Přírodní barviva mohou být klasifikována podle struktury, výskytu v biologických materiálech či důležitých vlastností např. podle rozpustnosti ve vodě a v tucích. [1]

Podle chemické struktury jsou rozeznávány následující základní skupiny barviv :

- polyenová barviva
- chinonová barviva
- indolová barviva
- pyranová barviva
- pyrrolová barviva
- pteridinová barviva
- izochinolinová barviva [2]

Syntetická barviva mají obecně intenzivnější barviva než barviva přírodní, stálý odstín barvy a nevnašejí do barvené potraviny charakteristické vůně a chuti. Syntetická barviva proto našla v potravinářské praxi široké uplatnění, a to hlavně z ekonomických a praktických důvodů. [1]

Podle struktury se rozlišují:

- azobarviva (monoazo-, bisazo-, trisazo-, až polyazobarviva)
- defenylmethanová a trifenylmethanová barviva
- pyrazolová barviva
- nitrobarviva
- xanthenová barviva
- anthrachinonová barviva
- chinolinová barviva
- indigoidní barviva

Barviva lze rozdělovat rovněž podle rozpustnosti a to:

- rozpustná ve vodě
- rozpustná v tucích

K členění lze využít rovněž hledisko fyzikálně chemických vlastností na jejichž základě se barviva klasifikují na:

- kyselá
- zásaditá
- neutrální

Všechna syntetická barviva povolená k barvení potravin jsou ve vodě rozpustné sloučeniny.

1.2 PŘÍRODNÍ BARVIVA

1.2.1 Polyenová barviva

K polyenovým barvivům patří **karotenoidy**, které se vyskytují v rostlinách i živočišných organizmech. Jsou důležité z hlediska výživy, protože mají funkci provitaminů skupiny A. Dodávají žlutou, oranžovou až červenou barvu a jsou lipofilní.

Po chemické stránce jsou řazeny k polyenům, protože obsahují systém konjugovaných dvojných vazeb nejčastěji mezi 40 uhlíkovými atomy a převážná většina dvojných vazeb má konfiguraci trans. Dělí se na dvě základní skupiny: karoteny, jež mají elementární složení C_xH_y , jsou to tedy uhlovodíky a xantofyly, což jsou jejich kyslíkaté deriváty. Karotenoidy byly poprvé izolovány z mrkve již v roce 1831. [4]

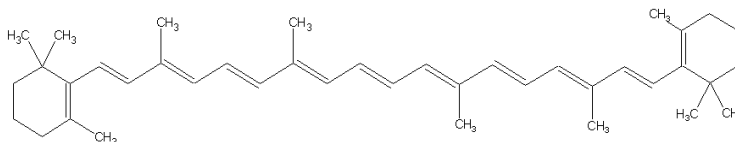
Karotenoidy jsou významnými a nejrozšířenějšími lipofilními barvivy mnoha druhů ovoce a zeleniny. Některé karotenoidní pigmenty jsou jako čerstvé nebo sušené části rostlin nebo extrakty používány k barvení potravin velmi dlouho např. mrkev, slupky pomerančů, rajčat, šafrán, annato, paprika. Syntetické karotenoidy našly použití jako lipofilní i hydrofilní potravinářská barviva a také jako antioxidanty poměrně nedávno. V množství zpravidla 1-10mg.kg-1 jsou karotenoidy používány k barvení mnoha potravin, např. margarínů, sýrů, jogurtů, mouky, zmrzlin, ovocných džusů, dresingů, těstovin, cukrářských výrobků a dalších. [1]

Karoteny patří jak k významným přírodním oranžovým barvivům, tak k důležitým složkám naší stravy v podobě provitaminů. Nejznámějším zástupcem karotenů je ***β-karoten*** (viz obr. 1) doprovázený *α-karotenem* a *γ-karotenem*. *β-karoten* se vyskytuje v mrkvi,

meruňkách, mirabelkách, světlých třešních a patří k významným potravinářským barvivům. [7]

Směs karotenů je označována jako barvivo E160a.

Obr. 1. Chemický vzorec β -karotenu



Žlutý **lutein** (E161b) patří k nejvýznamnějším polyenovým barvivům. Vyskytuje se ve vaječném žloutku a měsíčku lékařském (*Calendula officinalis*) či hojně v Mexiku pěstovaném afrikánu (*Tagetes Lucina*), jehož se ročně sklídí 600 tisíc tun ve formě barevné moučky. [2]

Barviva přítomná v luscích papriky (*Capsicum annum*) jsou směsí karotenoidů, ve kterých převládá **kapsanthin** (E160c) a **kapsorubin** (E160c). Tato barviva jsou v oleji rozpustná, stálá k teplu a pH; nejsou však stálá při působení tepla. Sušený paprikový lusk se používá jako barvivo a koření a ročně se jej odhadem vyrobí 45 tisíc tun. [2] Kapsanthin tvoří asi 32-38% z karotenoidních pigmentů papriky, přičemž v množství 1-4% je obsažen také jako 5,6-epoxid. Symetrického diketonu kapsorubinu je přítomno 6-10%, v menším množství je obsažen i kapsolutein a kryptokapsin. Asi 80% pigmentů zralých paprik je plně nebo částečně esterifikováno mastnými kyselinami. [1]

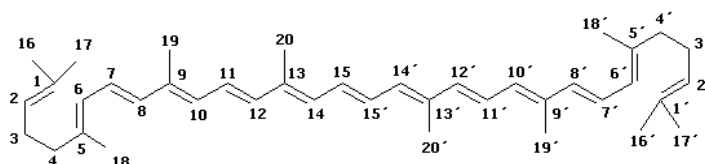
Zrna kukuřice (*Zea mays*) obsahují žluté barvivo **zeaxanthin**, velmi podobné luteinu, oba se používají jako antioxidanty. V plodech šípku (*Rosa canina*) je přítomen červený **rubixanthin**. **Kryptoxanthin** z vaječného žloutku, obilí či plodů jahodníku (*Fragaria vesca*) je opět žlutý.

Krásnou červenou barvu některých řas, mořských hub, ryb, uvařených krust krabů a humrů (*Homarus*) způsobuje **astacen** (astacin). Toto polyenové barvivo (CAS RN 514-76-1) je v literatuře často podle názvu zaměňováno za metallproteinasu HMP1 astacin (CAS RN 143179-21-9) z podobného zdroje, langusty (*Astacus astacus*).

Červený **lykopen** (E160d) je příkladem nesubstituovaného polyenu (viz obr.2) . Vyskytuje se hlavně v rajských jablkách a produktech z nich vyrobených, jako jsou kečup,

rajská omáčka nebo protlak. Lykopen spolu s 3-hydroxy- γ -karotenem je také hlavním pigmentem šípků. [1] Byl objeven i v červeném grapefruitu, červeném rybízu a vodním melounu. [5] Nejvyšší množství lykopenu u rajčat je obsaženo ve vnější slupce. Proto aby byl lykopen v organismu maximálně využit, je vhodné konzumovat rajčata neloupaná. V čerstvém rajčeti průměrné velikosti jsou obsaženy asi 3mg lykopenu. Tepelně upravená rajčata obsahují více dostupného (využitelného) lykopenu než rajčata syrová. Při vyšších teplotách je lykopen uvolňován a v lidském organismu je snáze absorbován. Protože je lykopen rozpustný v tucích, je rychlost jeho vstřebávání zvyšována vařením rajčat s olejem, nebo konzumací s jinými potravinami obsahujícími olej. [6]

Obr. 2 Chemický vzorec lykopenu

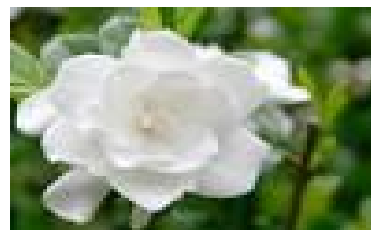


Annato (annato) je červené, oranžové až zlatožluté barvivo ze semen tropického keře *Bixa orellana* (viz obr.3). Hlavní barevnou složkou je **bixin**, monomethylester kyseliny diapokarotonové. Přítomen je i demetylovaný produkt **norbixin**, který se nalézá v pryskyřičnatém obalu obklopující semeno. V minoritních množstvích jsou přítomny i **trans-bixin** a **cis-norbixin**. Keř annato roste ve střední a jižní Americe, kde se semena používají jako koření. Objem světové produkce je odhadován na 10 tisíc tun, je používán jako potravinářské barvivo E160b. [2]

Obr. 3 Bixa orellana



Obr.4 Gardenia jasminoides



Krocín (krocetin bis-gentiobiosid) se vyrábí extraktu z vodorozpustného barviva z gardénie jasmínové (*Gardenia jasminoides*)(viz obr.4) a z červených pestíků šafránu (*Crocus sativus*). Barviva nejsou obchodně záměnná, neboť cena šafránu, ale i jeho vůně je

v případě přírodního materiálu hodnocena velmi vysoko, jde o nejdražší koření na světě. Odhad světové roční produkce koření šafránu je 50 tun. Deglykosylovaný oranžový **krocetin** je vlastním nositelem barevnosti a je již nerozpustný ve vodě. [2] Toto žluté barvivo, které je v rostlinných materiálech velmi rozšířené, vzniká v rostlinných buňkách z karotenoidů oxidací na obou koncích jejich molekuly. [3]

β -Citraurin zlatožlutý, zvaný též sladká oranž či oranž „navel“, je karotenoidní barvivo nacházející se pouze v oplodí a plodech pomerančovníku (*Citrus sinensis*). Dalším barvivem slupek pomeranče je oranžovožlutý **violaxanthin**. [2]

Kurkumin, označovaný též jako C1 přírodní žluť 3, kurkumová žluť, turmerova žluť nebo diferuloylmethan, je žluté až oranžové přírodní barvivo v čisté formě vyráběné extrakcí z oddenků různých druhů rostlin rodu kurkuma, zejména kurkuma dlouhá (*Curcuma longa*). Mletý oddenek jako přírodní droga se označuje názvem Curcumae rhizoma. Z něj extrahovaná látka se v zásadě skládá z kurkuminů, tj. různých derivátů základní organické sloučeniny 1,7-bis(4-hydroxy-3-methoxyfenyl)hepta-1,6-dien-3,5-dionu v proměnlivém složení. V produktu mohou být přítomna menší množství olejů a pryskyřic, které se v oddenku kurkumy také přirozeně vyskytují. Lipofilní žlutooranžový kurkumin není rozpustný ve vodě. 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. Nejrozšířenější použití kurkuminu je jako barviva v různých potravinářských výrobcích (zejména konzervovaných) pro zachování barevného vzhledu, kde nahrazuje mnohem dražší šafrán. Používá se též jako přísada při výrobě kari směsi koření, do hořčice a do worcesterské omáčky. Kurkuma je koření používané po mnoho tisíc let a my je známe jako žluté barvivo (E100) z koření kari. Pěstuje se v Indii, Číně a Pákistánu; prodává se jako jemně mletý sušený oddenek, který má kromě charakteristické barvy i významnou vůni. Světový obrat se odhaduje na 15 až 20 tisíc tun za rok. [1,2,8]

Strukturně je polyenovým barvivům vzdáleně příbuzný i **karthamin**, který tvoří přirozený přechod mezi nimi a chalkony. Karthamin je žluté až červené ve vodě rozpustné barvivo, které je na světle nestabilní. Jeho zdrojem je světlice barvířská neboli saflor (*Carthamus tinctorius*), což je prastará kulturní olejnatá rostlina pocházející z východní Indie. Znali ji už staří Egypťané, Řekové a Římané. Historicky se světlice využívala

v barvířství, dnes je její použití spíše okrajové. Květy obsahují tři hlavní glykosidová barviva: ve vodě téměř nerozpustný šarlatově červený karthamin a rozpustné „*saflorové žlutí*“ *A* a *B*, tzv. saflomin A a B. Někdy se používá na barvení rýže, cukrovinek a pečiva. [2]

1.2.2 Chinonová barviva

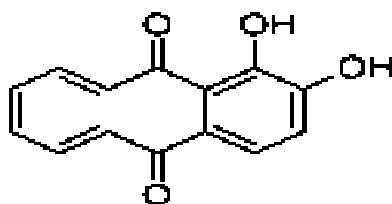
Chinoidy patří mezi barviva s dlouhou historií. Představují skupinu asi 200 žlutých, červených, hnědých až téměř černých barviv s různou chemickou strukturou. Jsou odvozeny od jednoduchých chinonů, jejich dimerů a trimerů, redukovaných forem a produktů kondenzace. Vzájemně se liší počtem hydroxylových skupin a dalšími substituenty. 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 kůží 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]

Jedním z hlavních zástupců této skupiny je *alizarin* (viz obr. 5), který se vyskytuje ve formě glykosidu tzv. ruberythrinové kyseliny v evropské mořeně barvířské (*Rubia tinctorum*) spolu s *purpurinem*, který je převážnou barevnou složkou mořeny rostoucí v Indii. Izolace vyžaduje hydrolyzu glukosidového prekurzoru obsaženého v kořenech. Alizarin poskytuje intenzivní červenou barvu po interakci s mořidlem, jímž bývá alkalický sulfát a alkálie. Podle kationu mořidla je vybarvení materiálu různé od červené, fialové, oranžové, přes lila až ke hnědé. Důležitost přírodního alizarinu byla snížena jeho syntézou (prvé syntetizované barvivo již r. 1868). V přírodě se vyskytuje i v plevelu zvaném svízel povázka (*Galium mollugo*) a svízel vonný (*Galium odoratum*). Alizarin je fenolická (kyselá) sloučenina, která může v závislosti na bazicitě prostředí ztrácet jeden nebo dva protony a měnit tak uspořádání elektronů a v této souvislosti i barevnost. Při pH pod 10 dochází k deprotonaci hydroxylů v poloze 1 a 2 a látka se jeví v roztoku jako fialová, při pH kolem 7 je deprotonována pouze hydroxyskupina v poloze 1 a látka se jeví jako červená.

V prostředí kyselejším než pH 5,5 je oranžová s tím, že obě hydroxyskupiny jsou proponovány. Alizarin je tedy příkladem acidobazického indikátoru. Alizarin byl dříve používán jako potravinářské barvivo, v dnešní době je však používán především na barvení textilií, tapet nebo jako malířská barva. [2]

Obr. 5 Chemický vzorec alizarinu



Dalšími významnými barvivy jsou barviva z kamejníkového (alkanetového) kořene (*Alkanna tinctoria*). Ten obsahuje červené barvivo **alkannin**, (anchusin, alkanetová červeň) používané v Evropě již od pradávna. Přípravuje se z kořene kameníku barvířského (*Alkanna tinctoria*) nebo orchanetu (*Lithospermum tinctorium*) jako barvivo pro potravinářské účely k barvení zmrzliny a cukrovinek, a také pro kosmetické účely. [9]

Ořešáky, náš vlašský (*Juglans regia*) a příbuzné jako (*Juglans cinerea*, *Juglans nigra*), či americké pekany (*Carya illinoensis*) a hikory (*Carya ovata*), obsahují zejména ve slupce ořechu volný juglon a jeho glykosid, případně glykosid trihydroxynaftalenu, který po hydrolyze a oxidaci přechází na juglon, tmavé barvivo používané k barvení na odstíny růžové a hnědé. Toto naftochinonové barvivo je známé také jako juglandová kyselina či **nucin**; krystaluje jako žlutooranžové krystaly rozpustné v benzenu, alkoholu a etheru, ale velmi špatně ve vodě. Krystaly se působením alkálií barví do tmavofialova. Juglon je mírně toxický, přesto se používá ke stabilizaci nealkoholických nápojů a v kosmetice. [2]

Košenila (E120) je žádané přírodní barvivo známé též pod názvem karmín. Už pět století před naším letopočtem se užívalo v Peru. Znali ho staří Inkové, Mayové a další jihoamerické civilizace. Košenila neboli karmínové barvivo se získává ze sušených těl *samiček červce nopálového*. Hlavním barvivem, které samičky červce obsahují je kyselina karmínová. Ta tvoří až dvacet procent jejich hmotnosti. Barvivo může být nejrůznějších odstínů a je velmi kvalitní. [10] Užívá se pro barvení na červenou, růžovo a purpurovo. Je jednou z mála povolených krásně červených potravinářských barev a barví se jí např. nápoj Campari. Celková roční produkce tohoto druhu hmyzu je v současné době 300-350 tun. [2]

Dávno před červcem nopálovým byl v Evropě znám a pro své rovněž červené barvivo se využíval črvec polský (*Porphyrophora polonica*). Parazitoval na kořenech některých rostlin v písčitých půdách a sbíral se zejména v Sasku, Prusku, Polsku a Maďarsku. Před košenilou býval črvec polský důležitým obchodním artiklem. Vyskytoval se hlavně v období kolem svatého Jana Křtitele (prorok z 1. století n.l.), podle něhož dostal lidový název svatojánská krev. Podobně jako karmín, ale ze sušených samiček červce klenutce se vyrábělo sytě červené barvivo zvané karmazín. [10]

Hlavním barevným principem košenily 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 hodnotě pH 3 je oranžový, o pH 5,5 červený a při pH 7 purpurový. Barevná intenzita je relativně nízká, a proto se barvivo používá především ve formě laků. Hlinitý a hořečnatý lak kyseliny karmínové se nazývá karmín. Používá se jako intenzivnější červené barvivo než košenila pro barvení některých aperitivů, masných výrobků, speciálních pekařských a cukrářských výrobků, džemů. [11]

Podobnými pigmenty jako košenila jsou **kermes** a **lak**. Kermesové barvivo šarlatové či karmínové barvy, tzv. nepravá košenila, je červený prášek vyráběný ze samiček červce (*Hermes ilicis* dříve označovaný *Coccus ilicis*), hmyzu žijícího na některých druzích dubů v Evropě. Dříve byla užívána hojně jako náhrada za drahé barvivo karmín. Lak se získává z druhů *Laccifera lacca* vyskytujících se v Indii a Malajsii. [1] Barvivo obsahuje laccaové kyseliny A, B, C a D. Typy A-C se liší jen málo. Hojnější typ A, zvaný též **karmín**. Laccaová kyselina D je zvaná též kyselina xanthokermesová a podobá se značně kyselině kermesové. [2]

1.2.3 Indolová barviva

Indolová (resp. dihydroindolová či dihydropyridinová) barviva jsou ve vodě rozpustné, potravinářsky významné rostlinné červené a žluté pigmenty. [1] Deriváty indolu jsou vonným principem květů jasmínu a citrusů, i když surový indol páchne po fekáliích, čistý příjemně voní. Nejznámějším indolovým barvivem je indigo. [4]

Indigo, jedno z nejstarších člověkem používaných barviv, které bývalo významnou obchodní komoditou je dnes vytlačeno syntetickými barvivy. Ročně se ho vyrobí

z přírodních zdrojů asi 50 tun. [2] Vyskytuje se ve formě prekurzoru β -D-glukozidu, zvaného indikan v různých druzích indigovníků např. *Indigofera tinctoria* a také v evropské rostlině boryt barvířský (*Isatis tinctoria*), jejímž domovem je jihovýchodní Evropa a západní Asie. Indikan se po enzymové hydrolyze oxiduje na indigo. Sulfonací přírodního indiga se získá tmavě modrý ve vodě rozpustný indigotin nebo indokarmín, používané jako potravinářské barvivo E132. [1]

Dalším derivátem indolu je **betanin**. Betanin je červené glukosidové potravinářské barvivo získávané z červené řepy. Slouží jako potravinářsky přídavná látka a má označení E162, se kterou se běžně setkáváme např. v jogurtech, které mají vypadat jakoby obarvené borůvkami. Betanin degraduje při vystavení světlu, teple a kyslíku, a proto se používá pro mražené výrobky, výrobky s krátkou trvanlivostí, nebo výrobky prodávané v suchém stavu. Betanin dokáže přežít i při pasterizaci ve výrobcích s vysokým obsahem cukru. V suché podobě je betanin stabilní v přítomnosti kyslíku. Betanin je obvykle získávaný z extraktu šťávy červené řepy. Koncentrace betaninu může dosáhnout 300-600mg/kg. Z jiných zdrojů lze získat betanin např. z kaktusu *Opuntia* nebo mangoldu. Barva betaninu závisí na pH; mezi hodnotou 4 až 5 je barva světle namodralá až červená, modro-fialová je pokud se pH zvyšuje. Při velké hodnotě pH se barva promění na žluto-hnědou. [2,12]

Betaninu podobné červenofialové barvivo **amaranthin** je z laskavce (*Amaranthu*). [2] Amarant, jednoletou mnohosemennou bylinu řadíme k nepravým obilninám. Pochází ze střední Ameriky, kde byl znám již v době Aztéků, Inků a Mayů, kteří jej označovali za svaté zrna. Obdivuhodné je jeho všestranné využití. [13]

1.2.4 Pyranová barviva

Pyranová barviva se nacházejí zejména v rostlinných květech, plodech a jsou dělena do skupin podle toho jaký základní skelet obsahují: xantony, flavanoidy (flavony, izoflavony, flavonoly, anthokyaniny) a složitější pyranová barviva. V přírodě jsou vázány především jako glykosidy a dodávají rostlinám barevné odstíny od žluté přes červenou až k modré.[4]

Xantony jsou skupinou asi 70 žlutých barviv základní struktury $C_6-C_1-C_6$. Některé z nich jsou používány jako potravinářská barviva. Zástupcem potravinářsky významných xantonů je **mangiferin**, který se vyskytuje jako 2-C-glukosid 1,3,6,7-tetrahydroxyxantonu

v ovoci mango. Význačnými xantony jsou také příbuzná barviva **gentisin** a **gentisein**. Jež jsou obsažena spolu s dalšími xantony v kořeni hořce žlutého (*Gentiana lutea*), který je používán pro svoji hořkou chuť a specifickou vůni k výrobě likérů. Gentisein obsahuje také nať zeměžluče (*Erythraea vulgare*).

Xantonům je příbuzný červený **santalín A** a **santalín B**. Santaliny jsou spolu s některými dalšími pigmenty složkou slabě aromatického červeného santalového dřeva nebo jeho extraktů pocházejících ze stromů rodu křídlok (*hlavně Pterocarpus santalinus*), rostoucího v Indonésii a na Filipínách. V současné době je v zemi původu používán k barvení čajových nálevů, jinde k barvení kyselé nakládané zeleniny a dokonce uzenin. Dříve bylo toto barvivo používáno zejména k barvení vlny. [1]

Flavony, jsou spolu s flavonoly nejrozšířenějšími žlutými pigmenty rostlin. Základem flavonových barviv, zvaných též antoxantiny, jsou hydroxyderiváty flavonu, obsahujícího v pozici 4 flavanového skeletu oxoskupinu. Je známa struktura asi 300 přírodních flavonů. Vyskytují se v rostlinách buď ve volné formě nebo jako glykosidy nebo estery. Jsou rozpustné ve vodě, i když někdy jen málo, v tucích jsou nerozpustné. [7]

Častými zástupci flavonů jsou především **apigenin** a **luteolin**. Poměrně řídké se vyskytuje **tricitin**. Příkladem flavonů s methylovanými hydroxyskupinami je světle žlutý **nobiletin** vyskytující se u některých druhů mandarinek (*Citrus nobilis*). [1]

Izoflavony byly ve vyšších koncentracích prokázány pouze v rostlinách čeledi bobovitých (*Fabaceae*). Z hlediska potravinářského je jejich obsah významný pouze v sójových bobech. Izoflavony vykazují estrogenní a jiné toxické účinky. Běžně jsou proto řazeny spolu s dalšími takto působícími sloučeninami mezi přirozené toxické složky potravin. [1]

Flavonoly jsou důležitá žlutá barviva. Téměř univerzálními flavonoly jsou **kemferol**, **kvercetin** a **myricetin**, které se vyskytují hlavně jako glykosidy a jako kopigmenty doprovázejí anthokyany. [1] **Myricetin** a jeho 3-glukosid se nacházejí v rybízu (*Ribes*). **Kemferol** a jeho 36-glukosid přispívají k barevnosti plodů rybízu a broskvoně obecné (*Persica vulgaris*). [2]

Kvercetin je přítomný v zelenině a ovoci. Nachází se ve vysokých koncentracích v běžně přijímaných potravinách jako je cibule (300mg/kg), jablka (21-72mg/kg), kapusta

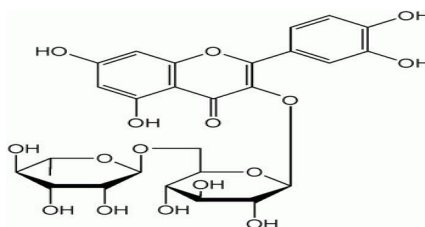
(100mg/kg), červené víno (4-16mg/kg) a zelený a černý čaj (10-25mg/kg). V těchto zdrojích je obsažený jak ve formě volné, tak vázán s cukernými jednotkami. [14]

Kvercetin z vnitřní kůry dubu (*Quercus velutina*), je oranžovohnědý a vyskytuje se také v chmelu, čaji, kaštanu jírovci maďalu. Je to aglykon rutinu z routy vonné (*Ruta graveolens*) a jeho biologická účinnost je velmi zajímavá. Kvercetin je aglykonem kvercitrinu; je glykosylován obvykle v poloze 3. Pokud je glykosylován d-galaktosou najdeme jej v jabloni (*Malus domestica*), L-rhamnosou tamtéž a navíc ve švestce (*Prunus domestica*), révě vinné (*Vitis vinifera*) a jinanu, D-glukosou tamtéž a navíc v broskvoni (*Prunus persica*), meruňce (*Prunus armeniaca*), švestce, třešni ptačí (*Cerasus avium*) a rybízu.

Kvercitrin je žlutooranžová látka izolovaná z jinanu, zřejmě nejstaršího dosud žijícího druhu stromů, podle geologických údajů druhu starého 150-200 mil. let. Čínští mnichové jej považovali za svatý strom pro jeho léčivé schopnosti. Jinan patří k nejlépe prozkoumaným drogám na světě, zřejmě pro svoje významné farmakologické účinky, za které zodpovídají zejména flavonoidy a terpenické sloučeniny. Kromě rutinu a kvercitrinu obsahuje listová droga jinanu kempferol a isorhamnetin. [2]

Rutin je světle žlutý a málo rozpustný ve vodě (viz obr. 6). Obsažen je i v řebříčku (*Achillea*) a jinanu dvoulaločném (*Ginkgo biloba*) či pohance seté (*Fagopyrum esculentum*) a mnoha dalších rostlinách. [2] Komplex rutinu se železem způsobuje tmavé zabarvení chřestu v plechových obalech, cínatý komplex je žlutý. [15]

Obr. 6 Chemický vzorec rutinu



Anthokyaniny jsou též nazývané anthokyaniny. Jsou nejrozšířenější a početně velice rozsáhlou skupinou rostlinných barviv. Dosud bylo v přírodních zdrojích identifikováno asi 300 různých anthokyanů. Mnoho různých druhů ovoce, zeleniny a květin vděčí za svoji

atraktivní oranžovou, červenou, fialovou a modrou barvu, která zvyšuje jejich spotřebitelskou oblibu, právě této skupině ve vodě rozpustných barviv. [1] Většinou jde o velmi složitou směs glykosidů šesti základních skupin anthokyaninů kyanidinu, pelargonidinu, peonidinu, delphinidinu, petunidinu a malvidinu. [3]

Kyanidin má v kyselém prostředí červenou barvu, květy růže (*Rosa*), plody třešně (*Cerasus avium*), brusinky (*Rhodococcum vitis-ideaea*) aj. a v alkalickém modrou př. Chrpa modrák (*Cyanus segetum*). Změnou pH dochází k protonacím a deprotonacím a tím k přeskupování elektronů interagujících s fotony viditelného světla. [2]

Dalšími zástupci anthokyaninů jsou červený **pelargonidin** z pelargonie (*Pelargonium*), hnědý **delphinidin** z červeného vína a jeho temně purpurový glukosid myrtillin vyskytující se ve violce (*Viola tricolor*).

Peonidin z tmavočervených pivoňek (*Paeonia officinalis*), je aglykonem peoninu. Peonidin je červenohnědý málo rozpustný ve vodě a jeho alkoholový roztok je purpurově červený.

Šedohnědý **petunidin** z petúnií (*Petunia hybrida*) a vítodu hořkého (*Polygala amara subsp. Brachyptera*) je aglykonem petuninu, který je v pevném stavu fialový s měděným leskem.

Malvidin se nachází ve formě červenohnědého diglukosidu malvinu v prvosenkách (*Primula*) a slézu lesním (*Malva sylvestris*) a jeho monoglukosid v modrém hroznu z révy (*Vitis vinifera*). Po rozpuštění v methanolu je roztok zprvu purpurový a postupně z něho vypadávají červené krystaly, které jsou však v procházejícím světle fialové. [2]

Z technologického hlediska je nejdůležitější vlastností anthokyanů barva a její stabilita, ale ta bývá zpravidla poměrně nízká. Hlavními faktory ovlivňujícími barvu a stabilitu anthokyanů jsou struktura molekuly, přítomnost některých enzymů, pH prostředí, teplota, přítomnost kyslíku a působení záření. Z anthokyanů mohou vznikat také jinak barevné nebo bezbarvé produkty reakcemi s jinými složkami potravin, např. s askorbovou kyselinou, oxidem siřičitým, jinými fenoly nebo kovovými ionty. [1]

Počet anthokyanů přítomných v jednotlivých rostlinách je různý a pohybuje se od několika málo (jahody, ostružiny) až po více než deset různých pigmentů (hrozny červených odrůd révy vinné, borůvky). Mnoho rostlin však obsahuje kromě anthokyanů ještě jiná

barviva, např. karotenoidy, chlorofyly. Přítomnost těchto pigmentů často ovlivňuje výslednou barvu. [1]

Anthokyaniny izolované z přírodních zdrojů jsou jako potravinářská barviva používána více než 100 let, ve formě koncentrátů šťáv různých plodů mnohem déle. Nevýhodou však je, že intenzivní barvu mají v prostředí o pH menším než 3,5, takže jsou vhodné jen pro kyselé potraviny. Jejich význam jako potravinářských barviv roste v souvislosti se stoupajícím zájmem spotřebitelů o přírodní látky. Potenciální zdroje těchto barviv jsou omezeny dostupností rostlinného materiálu a celkovými ekonomickými podmínkami jejich výroby, takže průmyslově je využíváno pouze několik rostlinných druhů.

Nejčastěji jsou k barvení potravin používána anthokyanová barviva získaná z hroznů révy vinné, obsahujících $0,3-7,5\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ anthokyanů. Bohatým zdrojem jsou rovněž plody bezu černého ($2-10\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) nebo dnes často pěstované aronie (*Aronie melanocarpa*, $10\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$), které mají podobné složení pigmentů. Dalšími zdroji jsou červené zelí ($0,7-0,9\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$), květy ibišku ($15\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ v sušině), někde také sladké brambory, pomeranče s červenou dužinou (*Citrus sinensis*), listy a semena červených odrůd kukuřice a místně také další materiály. [1]

1.2.5 Pyrrolová barviva

Pyrrolová barviva jsou početně malou, avšak velice významnou a rozšířenou skupinou různobarevných pigmentů. Podle počtu vázaných pyrrolových jader se dělí na dipyrroly, tripyrroly a tetrapyrroly. Z hlediska fyziologického i potravinářského jsou nejvýznamnější tetrapyrroly, a to cyklické (porfyrinový cyklus) a lineární (biliny). [3]

Porfyrinový skelet je složen ze čtyř pyrrolových jader spojených prostřednictvím methionových můstků. Lineární biliny jsou tvořeny pyrrolovými jádry spojenými lineárně methioninovými nebo methylenovými skupinami. [4]

Z hlediska přirozených potravinářských barviv je z porfyrinů nejdůležitější **protoporfyrin IX**, který s Fe^{2+} poskytuje hem a komplexy cyklických tetrapyrrolů s Mg^{2+} , tj. chlorofyly. [16]

1.2.5.1 Hemová barviva

Nejrozšířenějšími hemovými barvivy jsou *hemoglobin* (barvivo červených krvinek) a *myoglobin* (barvivo svalové tkáně). [17]

Z potravinářského hlediska jsou důležité změny hemových barviv během zpracování a skladování masa a masných výrobků.

Z výživového hlediska mají hemová barviva značný význam v zásobování organismu železem. Tzv. hemové železo, tj. železo vázané v hemoglobinu, myoglobinu a svalových dýchacích enzymech se vstřebává v lidském organismu z 10-30%, zatímco nehemové železo z 1-5%. [1]

Základem struktury myoglobinu, hemoglobinu a od nich odvozených dalších pigmentů je substituovaný tetrapyrrol protoporfyrin IX s centrálním atomem dvojmocného železa, který se nazývá hem. Molekula hemu je téměř planární útvar. V prostředí s nízkým tlakem kyslíku vzniká za určitých podmínek z myoglobinu metmyoglobin a z hemoglobinu methemoglobin, v nichž ferro-ion hemu ztrácí jeden elektron a mění se na ferri-ion. Hem se tím přeměňuje za změny barvy na hematin, mající na šesté koordinační valenci iontu železa místo vody (deoxigenovaném myoglobinu a hemoglobinu) pevněji vázaný hydroxidový ion. Hematin je hnědě zbarvený a odpovídá typickému zbarvení povrchových vrstev masa skladovaného na vzduchu delší dobu. [3,5]

V živých organismech je hlavním pigmentem hemoglobin, kdežto myoglobin představuje pouze asi 10% celkového železa přítomného v organismu. Po porážce a vykrvení zvířat je však převládajícím pigmentem svaloviny myoglobin. Obsah myoglobinu závisí nejen na druhu zvířete, ale také na jeho věku a na druhu svalu. [1]

Změny barvy masa, ke kterým dochází v průběhu skladování, závisí na reakcích myoglobinu, zejména na oxidačním stupni centrálního atomu železa, dále na ligandech, které centrální atom obklopují, a na struktuře bílkovinné části molekuly. Barva ná kroje čerstvého masa je určována výhradně obsahem tmavě purpurově červeného myoglobinu. [18]

Při tepelném opracování masa (v nepřítomnosti dusitanů) dochází k denaturaci globinu, po níž zpravidla následuje oxidace železa v hemové skupině; v důsledku toho dochází ke změně barvy na hnědou až šedohnědou. Této oxidaci nezabrání ani redukční podmínky, které se vytvářejí v mase při tepelné denaturaci uvolněním SH-skupin, ani

přídavek redukčních látek např. kyseliny askorbové. Barviva tepelně opracovaného masa se nazývají hemichromy. V přítomnosti dusitanů nebo dusičnanů se na železo váže oxid dusnatý, který zabraňuje oxidaci a způsobuje růžovou barvu masných výrobků. [19]

Světlost jednotlivých druhů masa úzce souvisí s obsahem hemových barviv a je ovlivněna řadou intravitálních vlivů. Při vyšším obsahu hemových barviv bývá nižší světlost a maso tudíž tmavší. Bývá tomu zejména u svalů, kde je intenzivní svalová aktivita, nebo kde organismus potřebuje zajistit dostatečně velkou zásobu kyslíku. Obsah hemových barviv v mase různých živočichů se pohybuje v rozmezí 10-10 000mg/kg. [21]

Použití hemových barviv k barvení potravin a potravinářských výrobků není ve většině zemí povoleno. [1]

1.2.5.2 Chlorofylová barviva

Chlorofylová barviva (chlorofyly) jsou skupinou zelených barviv, která se nachází v pletivech zajišťujících fotosyntézu. Vyskytují se proto téměř u všech vyšších rostlin, mechů, řas a také v některých bakteriích jako tzv. bakteriochlorofyly. Původně se názvem chlorofyl označovaly pouze zelené pigmenty účastníci se fotosyntézy u vyšších rostlin. Později byl název chlorofyl rozšířen na všechna fotosyntetizující porfyrinová barviva. Dosud bylo popsáno několik různých druhů chlorofylů a předpokládá se, že u méně známých druhů řas se mohou vyskytovat další pigmenty. [1]

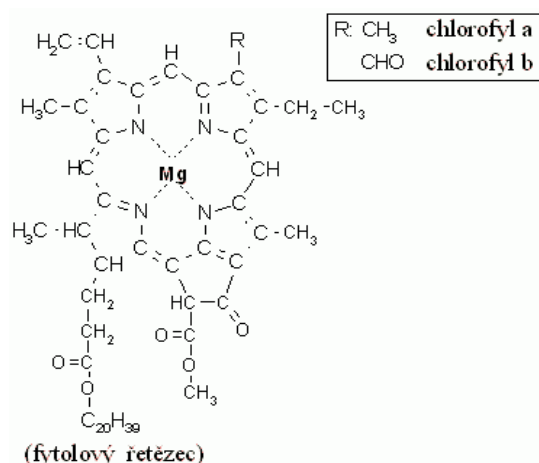
Tato barviva zelených částí rostlin se skládají ze dvou forem – chlorofylu a a chlorofylu b (viz obr. 7). Rozdíl mezi těmito dvěma sloučeninami je velmi malý. **Chlorofyl a** je modrozelené barvy a má na druhém pyrrolovém kruhu methylovou skupinu., **chlorofyl b** je žlutozelený a má na zmíněném pyrrolovém jádře aldehydickou (formylovou) skupinu.

Chlorofyly jsou prakticky jediná přírodní zelená barviva, která se navíc vyskytují v přírodě v téměř neomezeném množství. Jejich hlavní a téměř jediné využití je ve formě potravinářských barviv, ale velká nestabilita zabraňuje většímu rozšíření. Na trhu se vyskytuje v tuku rozpustná směs zelených barviv, které se obchodně nazývají chlorofyly nebo měďnaté komplexy chlorofylů (E141).

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

izolace chlorofylů z jednobuněčného fytoplanktonu. Chlorofyly jsou jako potravinářská barviva téměř ve všech zemích akceptována. Používají se například pro barvení těstovin, nápojů, cukrovinek, polévek, jogurtů a mražených smetanových krémů. Největší množství těchto barviv se spotřebuje v kosmetických výrobcích. Použití měďnatých komplexů je většinou omezeno pouze na některé výrobky, např. žvýkácké gumy. [1]

Obr. 7 Chemický vzorec chlorofylu



1.2.5.3 Fykobiliny

Byliny řas jsou fluoreskující ve vodě rozpustné komplexy lineárních tetrapyrrolů s proteiny. [1]

Biliny fykocyanobilin a fykoerythrobilin jsou připojeny k cystinovému zbytku apoproteinu thioetherovou vazbou. Jsou to červená a modrá barviva ze tří oddělení řas, *Rhodophyta*, *Cyanophyta* a *Cryptophyta*. Chemicky to jsou tzv. tetrapyrroly s otevřeným kruhem, jsou děleny podle barevnosti na modré *fykocyaniny*, červené *fykoerythrin* a lehce modré *allofykocyaniny*. Tyto pigmenty řas mají do budoucna velký potenciál jako přírodní barviva potravin, kosmetiky a léků. Fykoerythrin se používá jako fluorescenční značka v imunochemii. [2]

1.2.6 Pteridinová barviva

Skupina barviv patřících mezi pteriny je odvozená od bicyklického heterocyklu pteridinu. První žlutý pigment byl izolován z křídel motýlů (řád *Lepidoptera*) již v roce 1889, a skupina těchto pigmentů byla nazvána pteridiny (pteron=křídlo). Poměrně vysoké koncentrace pterinů se nacházejí jako pigmenty u hmyzu, obojživelníků, plazů a ryb.

Červený *erythropterin* a žlutý *leukopterin* jsou obsaženy v křídlech motýlů, barvě mloků a mořském planktonu. Oranžový *xanthopterin* se kromě motýlích křídel vyskytuje i v krabech, hmyzu.

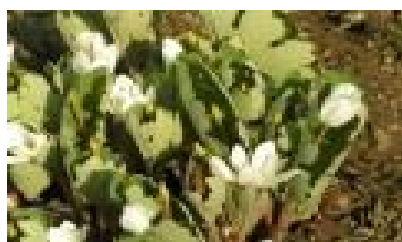
Riboflavinová žlut', derivát pteridinu, označovaná též jako E101 aneb vitamin B₂, fluorescentní žluté barvivo (flavus je latinsky žlutý), se volná nachází pouze v retině oka. Nalézá se v přírodním materiálu konjugovaná jako riboflavin monofosfát v játrech, tučných rybách (rybím tuku/oleji), mléčném tuku, žloutcích, avokádu, ústřicích, ořeších, luštěninách, brokolici, chřestu apod. případně se vyskytuje také jako flavinadeninukleotid (FAD). [2]

1.2.7 Izochinolinová barviva

Kořen krvavěnky (*Sanguinaria canadensis*) (viz obr. 8) se již v prehistorických dobách používal k barvení na oranžovo, růžovo a červeno. Krvavě červenou šťávu lze získat z oddenku rostliny. Šťáva obsahuje isochinolinové alkaloidy, jmenovitě *sanguinarin* (bezbarvý alkaloid, jehož soli jsou červené; je antimikrobiální a účinkuje proti plaku) a řadu dalších, včetně žlutého berberinu. Jedovatý *berberin* je obsažen také v keři dřišťálu obecném (*Berberis vulgaris*)(viz obr. 9), vlašovičnicku větším (*Chelidonium majus*) se sanguinarinem a orlíčku obecném (*Aquilegia vulgaris*). [2]

Pro svou poměrně vysokou toxicitu a další účinky je jeho použití v řadě zemí omezeno. [1]

Obr. 8 *Sanguinaria canadensis*



Obr. 9 *Berberis vulgaris*



Tabulka 1 Přírodní a přírodně identická potravinářská barviva

E-kód	Označení	Barva
E100	Kurkumin	Žlutá
E101	Riboflavin	Žlutá
E120	Košenila	Červená
E140	Chlorofyly a chlorofyliny	Zelená
E141	Měďnaté komplexy chlorofylů	Zelená
E150	Karamel	Hnědá
E160a	Karoteny	Oranž 5
E160ai	Směs karotenů	Žlutá
E160aii	Beta-karoten	Žlutá
E160b	Annato, bixin, norbixin	Červená
E160c	Kapsorubin, kapsanthin	Červená
E160d	Lykopen	Červená
E161b	Lutein	Žlutá
E162	Betanin	Červená
E163	Anthokyany	Červená
E171	Oxid titaničitý	Běloba
E172	Oxid a hydroxid železa	Pigment
E173	Hliník	Pigment
E174	Stříbro	Pigment
E175	Zlato	Pigment

1.3 SYNTETICKÁ BARVIVA

Syntetická barviva se původně vyráběla z uhelného dehtu. Nyní se získávají z vysoce přečištěných ropných produktů. Syntetická barviva musí obsahovat minimálně 85% čistého barviva, zbytek tvoří nečistoty ve formě anorganických solí, sloučenin kovů a organických látek. [22]

Nejvíce jsou zastoupena kyselá barviva obsahující sulfonové skupiny, karboxylové skupiny a hydroxyskupiny. Náleží k nim většina azobarviv, některá di- a trifenylmethanová barviva, nitrobarviva a xanthenová barviva. Zásaditá barviva obsahují jednu nebo více volných nebo substituovaných aminoskupin. Patří mezi ně většina di- a trifenylmethanových barviv a některá azobarviva. Všechna barviva se používají ve formě solí (nejčastěji sodných, také draselných nebo vápenatých).

Specifické vlastnosti barviv závisí na přítomných funkčních skupinách. Charakteristická je přítomnost dvou druhů funkčních skupin, chromoforů a auxochromů. Chromoforové skupiny souvisí s klasifikací barviv podle struktury (azoskupiny, nitroskupiny aj.) a jsou zodpovědné za chování barviv při oxidačních a redukčních reakcích. Auxochromní skupiny jsou zodpovědné za barvicí vlastnosti a chování vůči kyselinám, alkáliím, světlu a teple. [1]

Kromě zdravotní nezávadnosti se požaduje, aby syntetická barviva byla chemickými individuí, neovlivňovala s výjimkou barvy jiné organoleptické vlastnosti potravin, byla stálá při změnách pH, na světle a vůči působení dalších vlivů. Obecně není žádné současné barvivo zcela vyhovující pro všechny aplikace a situace. K barvení se většinou používá několika složkových směsí barviv. [1]

Většina barviv má však dostatečnou stabilitu, zejména v suchých potravinách a ze nepřístupu světla. Dostatečná je také jejich stabilita za běžných podmínek výroby, zpracování a během skladování potravin.

Azobarviva se mohou poměrně snadno redukovat ionty kovů a některými redukčními činidly (např. oxidem siřičitým nebo kyselinou askorbovou přítomnou v nápojích) na bezbarvé produkty. Trifenylmethanová, indigoidní a xanthenová barviva jsou stabilnější, působením UV záření však dochází k odbarvení indigotinu a erythrosinu.

Barviva se dodávají buď jako prášky nebo smíchané s jedlými tuky a oleji nebo jako tekuté směsi, kde roli rozpouštědla často hraje glycerol (E422) nebo propylenglykol. Syntetická barviva jsou rozpustná ve vodě a účinkují po rozpuštění (např. v limonádě). [40] Pevné přípravky jsou vhodné hlavně pro barvení nápojů, disperze a pasty pro barvení cukrářských a pekařských výrobků, tekuté barvy pro mléčné výrobky. [1]

K barvení se také používají tzv. laky, což jsou pigmenty ve vodě nerozpustné, které účinkují tím způsobem, že se v potravině rozptýlí a vytvoří disperzní směs. (chemicky jsou laky hliníkové soli příslušných barviv na nosiči hydratovaného oxidu hlinitého). [22]

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 vykazují ve srovnání s příslušnými barvivy vyšší chemickou i tepelnou stabilitu. [1]

Laky se používají v potravinách založených na tucích či olejích nebo na potravinách, které neobsahují dostatek vody pro rozpuštění běžných barviv. Jedná se například o potahované tabletky, cucavé bonbóny a žvýkačky. [22]

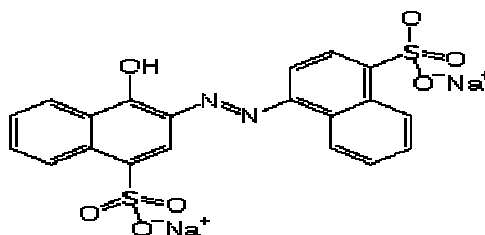
1.3.1 Azobarviva

Mezi azobarviva se řadí žlutý SY, azorubin, amarant, ponceau 4R, červený 2G, červený Allura AC, černý BN, hnědý FK, hnědý HT a litolrubin BK.

Žlutý SY (E110) je žluté až oranžové barvivo, které nalezneme např. v pomerančovém želé, marcipánu, meruňkovém džemu, pomerančové marmeládě, citrónovém krému, sýrových omáčkách, zmrzlině nebo konzervovaných rybách. Používání může vyvolat nevolnosti. [23]

Azorubin (E122) je syntetické červené barvivo (viz obr. 10). Setkat se s ním můžeme v pudingu, dortovém želé, limonádách, bonbonech. Při použití jako aditivum v potravinách může vyvolat alergii. [24]

Obr. 10 Chemický vzorec azorubinu



Amarant (E123) je modročervené barvy. Uplatnění ve zmrzlínách, džemech, želé. [23]

Ponceau 4R (E124) – jasně červené barvivo. Používá se do sladkostí např. pudingů, perníku, jahodového kompotu, želatinových bonbonů, lízátek, vaječného likéru a dalších. Prodává se i pro domácí použití. [25]

Červeň Allura AC (E129) – červené barvivo často používané místo amarantu, obsažené v ovocných dropsech, šumivých nápojích, žvýkačkách. Nevhodné pro děti, může způsobovat alergie. [25]

Čerň BN (E151) je černé barvivo nejvíce používané ve sladkostech a alkoholických nápojích jako např. v sirupech, perníku, vodce či bylinném likéru. Je běžně v prodeji pro domácí použití. Látka je zakázaná v USA i Kanadě. [25]

Hněď FK (E154) je hnědé barvivo, které se nachází hlavně v čokoládě.

Hněď HT (E155) je hnědé barvivo, které se vyskytuje např. v uzené makrele, ale také se může použít ve vařené kytě nebo brambůrkách. [23]

Litolubin BK (E180) je červené barvivo, které se používá k barvení povrchu tvrdých sýrů. [25]

1.3.2 Trifenylmethanová barviva

Patentní modř V (E131) je modrozelené barvivo používané především v sladkostech, které mají rády děti. V USA, Austrálii a Norsku je jeho použití zakázáno. [25]

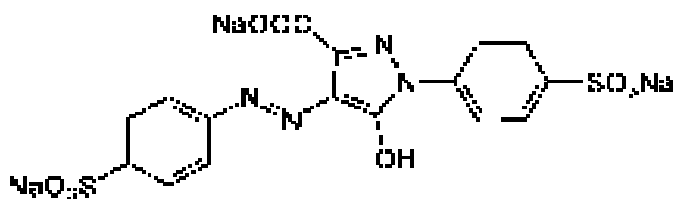
Brilantní modř (E133) je zelenomodré barvivo, se kterým se můžeme setkat např. v konzervovaném hrášku, zmrzlíně, mléčných výrobcích nebo nápojích. Využití má i v kosmetickém průmyslu. [23]

Zeleně S (E142) je zelené barvivo, které našlo uplatnění ve zmrzlině, mátové omáčce, sladkostech nebo konzervovaném hrášku. [23] Látka není povolena v USA ani Kanadě. [25]

1.3.3 Pyrazolonová barviva

Tartrazin (E102) je syntetické žluté barvivo (viz obr. 11), které se přidává do ovocných drtí, likérů, obarvených šumivých nápojů, instantních pudingů, polévek, zmrzlin, bonbonů, marmelády, hořčice, jogurtů a dalších výrobků společně s glycerinem a do produktů z citrónu a medu. Může být také v povlaku lékových tablet. Společně s brilantní modří (E133) a zelení S (E142) se také používá k vytvoření různých odstínů zelené např. v konzervovaném hrášku. Od 20. července 2010 musejí být potraviny obsahující tartrazin označeny varováním, že barviva obsažená v potravine mohou nepříznivě ovlivnit činnost a pozornost dětí. Látka je zakázaná v Norsku a Rakousku. [26]

Obr. 11 Chemický vzorec tartrazinu



1.3.4 Xanthenová barviva

Erythrosin (E127) je třešňově červené potravinářské barvivo. Jedná se o disodnou sůl 2,4,5,7-tetraiodofluoresceinu. Často se používá ve sladkostech a potravinách pro děti, například v různých cukrovinkách, mražených krémech, materiálech ke zdobení dortů apod.. Barví se s ním také pistáciové ořechy. Přestože se používá ve většině států světa, v USA je používán zřídka, obecně se nahrazuje červení Allura CS. Ta je však v mnoha evropských zemích zakázaná, protože se jedná o azobarvivo, bez ohledu na skutečnost, že je toto barvivo méně rizikové než erythrosin. [27]

1.3.5 Chinolinová barviva

Chinolinová žlutá SY (E140) je žluté barvivo, nacházející se ve zmrzlině a uzené tresce. Dále má využití i v kosmetickém průmyslu. [23]

1.3.6 Indigoidní barviva

Indigotin (E132) je tmavě modré barvivo. Používá se například ve zmrzlině, sladkostech nebo cukroví. [28] Původní výrobní proces z rostliny indigoovníku byl nahrazen chemickou syntézou. [25]

Tabulka 2 Syntetická potravinářská barviva

E-kód	Označení	Barva
E102	Tartrazin	Žlutá
E104	Chinolinová žluť SY	Žlutá
E110	Žluť SY	Žlutá
E122	Azorubin	Červená
E123	Amarant	Modročervená
E124	Ponceau 4R	Červená
E127	Erythrosin	Červená
E129	Červeň Allura AC	Červená
E131	Patentní modř V	Modrozelená
E132	Indigotin	Tmavě modrá
E133	Brilantní modř	Zelenomodrá
E142	Zeleň S	Zelená
E151	Čerň BN	Černá
E154	Hněď FK	Hnědá
E155	Hněď HT	Hnědá
E180	Litholrubin BK	Červená

2 LEGISLATIVA POUŽÍVÁNÍ POTRAVINÁŘSKÝCH BARVIV

Legislativa Společenství týkající se potravinářských aditiv se skládá z rámcové směrnice a tří specifických směrnic, které se zaměřují na:

- Barviva
- Sladidla
- Ostatní potravinářská aditiva

Legislativa Společenství pro potravinářská aditiva je založena na principu použití aditiv, která jsou výslovně povolena. Většinu potravinářských aditiv lze používat do konkrétních potravin a to v omezeném množství. Pokud není stanoven množstevní limit, musí se aditiva používat ve shodě se správnou výrobní praxí, tj. pouze v množství nezbytném k dosažení požadovaného technologického účinku.

Potravinářská aditiva se schvalují pro použití pouze tehdy, pokud:

- Jsou nezbytná z technologických důvodů
- Jejich použití nevede ke klamání spotřebitele
- Nepředstavují zdravotní riziko pro spotřebitele

Dříve, než je potravinářské aditivum schváleno, vyhodnocuje jeho nezávadnost Evropský úřad pro bezpečnost potravin (EFSA). [29]

Použití potravinářských barviv je v Evropské unii regulováno směrnicí Evropského parlamentu a Rady 94/36/ES o barvivech použitelných do potravin a směrnicí Komise 2011/3/ES, kterou se stanoví specifická kritéria pro čistotu týkající se barviv pro použití v potravinách. [30]

V České republice upravuje barvení potravin Zákon č. 110/1997 Sb. o potravinách a tabákových výrobcích a vyhláška č. 4/2008 Sb. ve znění vyhlášky č. 130/2010 Sb., kterou se stanoví druhy a podmínky použití přídatných látek a extrakčních rozpouštědel při výrobě potravin. [31]

Ve smyslu zákona č. 110/1997 Sb. a vyhlášky MZ ČR č. 235/2010 Sb. jsou za barviva považovány látky získané z potravin a dalších složek přírodního původu extrakcí fyzikální i chemické povahy, která má za následek selektivní oddělení barevné látky. [30]

Za barvivo se nepovažují:

- Potravina a aromatická látka, které se přidávají do potraviny během výroby pro své aromatické, chuťové nebo výživové vlastnosti a přitom mají vedlejší barvicí účinek
- Barviva určená k barvení nejedlých vnějších částí potraviny [31]

Na základě opatření, které vydal *Codex Alimentarius** ke značení potravin, vznikla potřeba identifikovat potravinářská aditiva. CCFAC vytvořil mezinárodní systém číslování (*International Numbering System, INS*), který umožňuje identifikaci potravinářských aditiv na seznamu přísad pomocí čísla, které nahrazuje specifický název aditiva, který je často dlouhý, neboť popisuje komplexní chemickou strukturu. V rámci Evropské unie byl zaveden pro identifikaci potravinářských aditiv systém E-kódů. [32]

Číselný kód E je složen z písmene E a trojmístného čísla a znamená kód, pod kterým je přídatná látka označována v mezinárodním číselném systému. [16]

Seznam INS-čísel je podstatně obsáhlejší než seznam E-čísel. Na seznamu INS-čísel jsou i ta potravinářská aditiva, jejichž toxikologická nezávadnost nebyla dosud potvrzena spojeným výborem expertů FAO/WHO pro potravinářská aditiva (JECFA). JECFA slouží jako poradní orgán CCFAC. [32]

**Codex Alimentarius je společný orgán FAO/WHO pro vytváření mezinárodních standardů potravin. Práce v rámci Codex Alimentarius se uskutečňuje ve výborech. Jedním z nich je Výbor pro potravinářská aditiva a kontaminanty (Codex Committee on Food Additives and Contaminants, CCFAC).*

Povolení k používání veškerých aditiv je podmíněno celou řadou zdravotních zkoušek. Druhy a počty povolených barviv se v jednotlivých zemích liší. Ve většině zemí je povoleno okolo deseti druhů syntetických barviv jakožto potravinářských aditiv. Nejvyšší povolené množství těchto barviv je stanoveno tak, aby ochraňovalo zájmy spotřebitele. Nejvyšší povolená množství jsou vztažena na potravinu připravenou k používání podle návodu výrobce (pokud přípravu před spotřebou vyžaduje). Při použití v kombinaci se hodnota týká celkového množství použitých barviv. K přibarvování potravin se obvykle nepoužívají všechna povolená barviva společně, ale maximálně kombinace dvou až tří barviv.

Výrobci musí dodržovat limity nejvyšších povolených množství, jak jim ukládá Zákon č. 110/1997 Sb. – o potravinách a tabákových výrobcích a prováděcí vyhlášky. [33]

Předpisy rovněž specifikují potraviny, které mohou být barveny pouze určitými barvivy. Např. pivo, ocet a lihoviny typu whisky, brandy a rumu smí být barveny karamelem (nezbytné množství), máslo karoteny ($10\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$), margaríny se mohou barvit karoteny, kurkuminem (nezbytné množství) nebo annattem ($10\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$).

Specifikovány jsou i potraviny, které není vůbec dovoleno barvit. Vesměs se jedná o základní potraviny (mléko, rostlinné oleje, živočišné tuky, minerální a stolní vody, vaječné obsahy, mouku, cukr, maso, ryby, víno, med, vinný ocet, kojeneckou a dětskou výživu aj.). [1]

Legislativa se liší v různých zemích, některé barvení potravin neregulují vůbec, jiné zakazují používání veškerých syntetických barviv apod.. [1]

Tabulka 3 Zakázaná potravinářská barviva v ČR

E-kód	Označení	Barva
E107	Žluť 2G	Žlutá
E121	Citronová červeň 2	Červená
E128	Červeň 2G	Červená
E143	Fast green FCF	Zelená
E161a	Flavoxanthin	Žlutá
E161c	Kryptoxanthin	Žlutá
E161d	Rubixanthin	Červená
E161e	Violaxanthin	Oranžovožlutá
E161f	Rhodoxanthin	Červená
E166	Santalové dřevo	červená

3 ZDRAVOTNÍ ASPEKTY POUŽITÍ POTRAVINÁŘSKÝCH BARVIV

Barviva v potravinách jsou jednou z nejdiskutovanějších problematik týkajících se aditiv. [34]

U řady syntetických barviv, zejména u barviv rozpustných v tucích, byly zjištěny kancerogenní účinky (např. u máslové žluti, která byla používána k barvení ztužených tuků-margarínů). U mnohých syntetických barviv je také prokázáno hemolytické působení na žaludeční sekreci. Mohou také škodit obsahem reziduí z výroby (různých uhlovodíků, těžkých kovů aj.). Některá syntetická barviva (tartrazin, amarant, erythrosin), jsou podstatně méně akceptovatelná než ostatní, vzhledem k možnosti vzniku alergií. [33]

Příklady možných intolerančních nebo alergických reakcí po použití syntetických barviv:

- *Žlut' SY (E110)* - může vyvolat alergické a astmatické reakce, kopřivku, otoky kůže, vyrážku či dráždit žaludek, vyvolat zvracení nebo průjem. Látka je v podezření ze způsobování dětské hyperaktivity a může vyvolávat nesnášenlivost aspirinu. Použití látky je zakázáno v Norsku a Finsku, plánuje se její zákaz ve Velké Británii a organizace FDA podala návrh na zakázání v EU. V USA i ČR je její použití povoleno. [25]
- *Azorubin (E122)* – při použití jako aditivum v potravinách může vyvolat alergii, může mít vliv také na dětskou hyperaktivitu. [24]
- *Amarant (E123)* – byly prokázány karcinogenní účinky a alergické reakce. V USA je jako přísada zakázán. [25]
- *Ponceau 4R (E124)* – může vyvolat alergické reakce a zhoršit astma. Stejně tak může ovlivnit dětskou hyperaktivitu.
- *Červeň Allura AC (E129)* – může způsobit alergickou reakci.
- *Čerň BN (E151)* – je v podezření, že může způsobovat dětskou hyperaktivitu. Látka je zakázána v USA i Kanadě.
- *Hněď FK (E154)* – může vyvolat astmatické nebo alergické reakce. Používání barviva je zakázáno v USA i Kanadě.

- *Hněď HT (E155)* – může způsobit alergickou, astmatickou reakci nebo dětskou hyperaktivitu. V USA je použití látky zakázáno.
- *Litolrubin BK (E180)* – může vyvolat alergické a astmatické reakce nebo působit aktivně na dětskou hyperaktivitu.
- *Patentní modř V (E131)* – u citlivých jedinců může způsobit vyrážku, svědění, nevolnost, snížení krevního tlaku apod.. V USA, Austrálii a Norsku je zakázána.
- *Brilantní modř (E133)* – může způsobovat hyperaktivitu u dětí a je podezření, že může způsobit menší riziko vzniku rakoviny, což bylo potvrzeno na zvířatech.
- *Zeleň S (E142)* – látka je v malých dávkách pravděpodobně nezávadná, avšak není povolena v USA ani Kanadě.
- *Tartrazin (E102)* – může mít nežádoucí účinky na lidské zdraví v podobě alergií, astmatu, rýmu, migrénu, další problémy u přecitlivělých osob. Může mít zásluhu na hyperaktivitě u dětí.
- *Erythrosin (E127)* – tato látka může ovlivnit činnost štítné žlázy a je podezřívána z karcinogenních účinků.
- *Chinolinová žluť SY (E104)* – je podezření, že u přecitlivělých osob vyvolává alergické reakce v podobě kopřivky apod..
- *Indigotin (E132)* – může způsobit nevolnost, zvracení, vyšší krevní tlak, vyrážky a další alergické reakce.

3.1 Stanovisko EFSA o vhodnosti některých potravinářských barviv

V návaznosti na žádost Evropské komise poskytnul EFSA vědecké stanovisko o vhodnosti zařazení potravinářských barviv tartrazin (E102), žluť FCF (E110), azorubin (E122), amarant (E123), ponceau 4R (E124), červeň Allura AC (E129), čerň BN (E151), hněď FK (E154), hněď HT (E155) a litholrubin BK (E180) do seznamu složek potravin uvedených v příloze směrnice 2000/13/ES.

Stanovisko EFSA se zaměřuje na schopnost jednotlivých barviv nebo jejich kombinací, vyvolat u lidí intoleranční nebo alergickou reakci po orální expozici. U citlivých osob bylo hlášeno jen několik případů nesnášenlivé reakce na tartrazin a ponceau 4R, a v menší míře také na žluť FCF a amarant. Tyto reakce měly podobu kopřivky, angioedému,

dušnosti a leukoklastické vaskulitidy. K dispozici nejsou žádné údaje o citlivosti na hněd' FK, hněd' HT, litholrubin BK, čern' BN, azorubin a červěň Allura AC. Pokud jde o směsi barviv, včetně azobarviva, nahlášeno bylo pouze několik případů intolerančních reakcí. Tyto reakce se projevily kopřivkou, periobitálním edémem, zarudnutím obličeje, a také vyšším výskytem hyperaktivity u dětí.

Závěrem DNA panel EFSA konstatuje, že je nepravděpodobné, že by orální konzumace těchto potravinářských barviv jednotlivě, či jejich kombinace vyvolala závažné nežádoucí reakce organismu při jejich běžné spotřebě. [35]

3.2 Potravinářská barviva a hyperaktivita dětí

Pestrobarevní gumoví medvídci, sladká cukrátky a bonbony, plněné čokoládové tyčinky, žvýkačky, přeslazené nápoje s bublinkami obsahují barviva převážně syntetická. Barva výrobek prodává – čím zářivější a méně přirozená, tím více dítě zaujme. Jejich nadměrný příjem ve stravě dětí, spojený především s konzumací cukrovinek a slazených nápojů, však může vyvolat alergické reakce, ekzémy, astma aj. Dětský organismus je velmi citlivý na vnější vlivy a předpokládá se, že právě u dětí se nežádoucí účinky přídatných látek mohou projevit nejvíce. [36]

Již před více než 30 lety byla vyslovena domněnka, že dětská hyperaktivita, která je spojena se sníženou schopností se učit, může být ovlivňována syntetickými potravinářskými barvivy (*AFC-artificial food colours*).

Hyperaktivní děti s poruchou pozornosti a hyperaktivitou jsou příliš čilé a dělá jim problémy soustředit se. Jejich chování je nepředvídatelné, jsou náladové, snadno se rozruší, často pláčou a nejsou schopné být v klidu déle než několik minut. Tyto děti mají často problémy s učivem, špatně spí, některé mají problémy se správnou řečí a mohou být nemotorné. [36]

Syndrom ADH ovlivňuje v průměru jedno dítě v každé třídě. Děti trpící ADH mohou mít ve škole značné potíže a přibližně polovina z nich si tyto potíže přenesou i do dospělosti. [37]

Ve Velké Británii provedli studii, která se zabývala zjišťováním vlivu umělých potravinářských barviv na chování (hyperaktivitu) dětí. Do studie bylo zapojeno 153 tříletých a 144 osmi- až devítiletých dětí, které dostávaly směs A (E110 žlut' SY, E102 tartrazin, E122 azorubin, E124 ponceau 4R, E211 benzoan sodný) nebo směs B (E110 žlut'

SY, E104 chinolinová žlut', E122 azorubin, E129 červeně Allura AC, E211 benzoan sodný) umělých potravinářských barviv a aditiv (AFCA). Účinky byly zjišťovány pomocí náhodného, dvojitého slepého pokusu kontrolovaného placebem. Autoři studie došli k závěru, že umělá barviva nebo konzervační prostředek benzoan sodný (nebo směs obou typů aditiv) ve stravě vedou ke zvýšené hyperaktivitě u 3 letých i 8/9 letých dětí. Všechna uvedená barviva jsou schválena pro použití do potravin. Používají se hlavně do cukrovinek, jemného pečiva a nealkoholických nápojů.

O výsledcích studie informoval Úřad pro potraviny ve Velké Británii (FSA) Evropský úřad pro bezpečnost potravin (EFSA).

EFSA vydal dne 28. září 2007 zprávu o tom, že vědci EFSA dokončili úvodní posouzení studie provedené ve Velké Británii a vyjádřili se k požadavku FSA na další prověřování vlivu potravinářských barviv na hyperaktivitu dětí. Panel pro aditiva, aroma, pomocné prostředky a materiály v kontaktu s potravinami (EFSA-EFC) došel tak k závěru, že je třeba studii provedenou ve Velké Británii doplnit o řadu údajů. Pro jejich získání se budou experti EFSA uvedenou problematikou podrobně zabývat. [38]

3.2.1 Spotřeba barviv dětmi

Za spolupráce institucí 11 evropských zemí byla zmapována spotřeba 40 potravinářských barviv. Zpráva s názvem „*Long-term dietary exposure to different food colours in young children living in different european countries*“ mapuje situaci v Belgii, Česku, Finsku, Kypru, Francii, Německu, Řecku, Itálii, Nizozemí, Španělsku a Švédsku. Pro kalkulaci byly použity hodnoty jednak maximální povolené (MPL), jednak maximální používané (MUL). Zpráva nemá vyvolávat paniku, ale při kalkulaci pomocí MPL vyšlo, že v Belgii a Nizozemí může u žluti SY (E110) dojít u dětí k překročení *ADI = 2500 μ g/kg/den, a sice příjmem až 3167 μ g/kg/den, a u červeně Allura Red (E129) ADI = 7000 k překročení příjmem 7210 μ g/kg/den. Autorem zprávy je konsorcium výzkumných institutů a národních řídicích orgánů uvedených zemí. [39]

* ADI (*Acceptable Daily Intake*) – přijatelná denní dávka

Odborné stanovisko EFSA k syntetickým potravinářským barvivům bylo zapracováno do nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 133/2008 ze dne

16.12.2008 o potravinářských přídatných látkách. Článek 24 uvedeného nařízení uvádí požadavky na označování potravin obsahujících některá potravinářská barviva.

Jde o tato potravinářská barviva:

- Žluť SY (E110)
- Chinolinová žluť SY (E104)
- Azorubin (E122)
- Červeň Allura AC (E129)
- Tartrazin (E102)
- Ponceau 4R (E124)

Výrobky s obsahem některého z uvedených barviv musí být na obalu za uvedením názvu barviva opatřeny doplňující informací „**může nepříznivě ovlivňovat činnost a pozornost dětí**“ s platností od 20.7.2010.

Ve Velké Británii probíhá dobrovolná iniciativa výrobců potravin a poskytovatelů stravovacích služeb podporovaná vládou za odstranění výše uvedených syntetických barviv z výrobků.

Také v České republice se již objevili výrobci potravin, kteří deklarují, že nepoužívají ve svých výrobcích syntetická potravinářská barviva. Patří mezi ně např. společnost Nestlé, která vydala dne 19.7.2010 tiskovou zprávu – *Nestlé: přírodní barviva nahrazují umělá. Šest typů žlutých a červených barviv nahradily výhradně přírodní látky.* [40]

4 TRENDY A NOVÉ ALTERNATIVY POUŽÍVÁNÍ BARVIV DO POTRAVIN

Barviva v potravinách jsou jednou z nejdiskutovanějších problematik týkajících se aditiv. Zvláště po zveřejnění tzv. „*Southampton studie*“ v létě 2007 je tato záležitost trvale aktuální. Jednou krajností je nepoužívat barviva v potravinách vůbec. To je však těžko akceptovatelné, protože barva přispívá k vnímání chuti potraviny a barevnost je často rozhodujícím hlediskem při nákupu.

Za řešení je považováno používání přírodních barviv, které často mají i příznivé (antioxidační) vlastnosti. Přitom však obvykle nebývá zmiňováno, že při získávání přírodních barviv se někdy používají různé chemické látky. Karmín (košenilová červeň E120) se získává se sušených samiček hmyzu *Dactylopius*, přičemž během zpracování se používá přídavek sloučenin hliníku. Při získávání přírodního chlorofylu (E141) se mj. používá měď.

Společnost GNT nabízí jako alternativu k barvivům produkty získané přímo z barevných plodů. Tzv. „*barvící potraviny*“ EXBERRY nejsou selektivně extrahovanými barvivy, ale jedná se o koncentráty s definovaným obsahem bioaktivních látek z plodů jako bezinky, rajčata, plody aronie, černý rybíz, tmavě zbarvená karotka, dýně a hrozny. Vzhledem k tomu, že se nejedná o pouhé barvivo, nepoužívá se při označování kód E, ale uvádí se např. „koncentrát z karotky“. [34]

Mezi alternativní barviva různých barev patří produkty britské firmy S. Black – barviva řady SymColor na bázi šťáv, koncentrátů, barevných rostlinných extraktů i koncentrovaných barevných látek jako je lutein nebo beta-karoten. Žlutočervené barevné spektrum lze vytvářet pomocí karotenoidů (beta-karoten nebo apokarotenal). Některá taková barviva působí navíc jako provitamin A, jako antioxidanty a lapače volných radikálů, takže přispívají k prevenci kardiovaskulárních chorob a některých druhů rakoviny. [45]

4.1 Přírodní červená barviva

Společnost Chr. Hansen uvedla na světové trhy novou řadu přírodních červených barviv. Výrobky, které se prodávají pod obchodním názvem ColorFruit, jsou zcela přírodní barviva, vyznačující se, v porovnání s běžnými červenými barvivy významně zvýšenou stabilitou ke světlu a teple. Barviva ColourFruit jsou směsí anthokyaninů nebo přírodních

barviv získaných z jedlého ovoce a zeleniny, a jsou k dispozici ve čtyřech nových odstínech – červeném, růžovém, fialovém a nachovém. Jsou určeny pro použití v nápojích a dalších druzích potravin. Barviva se vyrábějí optimalizováním vlastností různých anthokyaninů. Výzkumná a vývojová skupinka společnosti Chr. Hansen vyvinula unikátní technologii pro optimalizování intermolekulárních vztahů mezi relevantními molekulami anthokyaninů, čímž se docílí jejich vyšší stability. Zvýšená stabilita umožňuje uplatnění barviv v mnohem širším aplikačním spektru – v podmínkách se zvýšenou kyselostí (např. v nápojích), v nápojích s nízkým obsahem kyseliny askorbové nebo bez ní, v ovocných přípravcích, v cukrovinkách a zmrazených výrobcích. Barviva ColorFruit byla schválena jako košer potravin a potravin bez obsahu oxidu siřičitého. Vyrábí se v závodě společnosti Chr. Hansen v Avedore v Dánsku podle standardů ISO 9001:2000. [41]

Přírodní červené barvivo nového typu pro potravinářský průmysl EU bude možná pocházet ze semen vonokvětky (*Osmanthus fragrans*), známé jako sladká oliva, která se používá po staletí v čínské kuchyni. Její květy vydávající jemnou pronikavou vůni slouží k aromatizování čaje, džemů, polévek a knedlíčků. K potravinářskému využití této rostliny v Evropské unii zatím nedochází, takže zavedení jakékoli její součásti na trh bude vyžadovat postup schválení odpovídající potravině nového typu. Nové barvivo extrahované ze semen vonokvětky je dobře rozpustné. Stejně jako u jiných červených barviv je jeho barevný projev ovlivněn hodnotou pH roztoku, kdy jasně červené zbarvení se projeví při pH 1-5, při hodnotách pH 7-10 přejde do hnědočervených tónů (henna) a při hodnotě pH nad 10 je zelené. Nové barvivo je termostabilní a chlorid sodný jako běžně používané potravinářské aditivum nemá na jeho stabilitu žádný vliv. Nové barvivo je však citlivé k chemické oxidaci a proto při jeho rafinaci, zpracování a použití by neměla být používána oxidační činidla. Vzhledem ke svým charakteristikám by mohlo sloužit jako potravinářské aditivum a pro své výborné pohlcování volných radikálů by mohlo být používáno i jako účinný antioxidant. Jeho antioxidační aktivita, která byla zkoumána pomocí 2,20-difenyl-1-pikrylhydrazylu (DPPH) a hydroxylových radikálů, byla vyhodnocena jako výborná, lepší než u butylhydroxytoluenu, což je běžně používaný syntetický antioxidant. [42]

4.2 Přírodní žlutá barviva

Žlutý pigment ze sušených vnějších slupek cibule se jako přírodní barvivo používá již velmi dlouho, předmětem výzkumu se stalo složení tohoto pigmentu. V rámci své výzkumné činnosti v oblasti přírodních potravinářských aditiv se japonští vědci snažili zjistit přesnou podstatu pigmentu, který se získává ze sušených vnějších slupek cibule a jehož barevný tón je popisovaný jako teplý a klidný. Z chemického hlediska se jedná o 9-karboxy-1,3,6,8-tetrahydroxyxanthylum, neboli kyselinu cepaikovou. Pigment vzniká oxidací kvercetinu, dobře známého flavanolu cibulových slupek.

Klíčovými přírodními látkami zodpovědnými za žluté zbarvení, které mají potravinářští výrobci k dispozici jsou annatto, beta-karoten, lutein, směs karotenoidů, riboflavin a kurkumin. Podle výzkumných pracovníků z Hohenheim university žluté pigmenty mohou pocházet též z plodů kaktusů. Vědci z francouzského ústavu pro agronomický výzkum (INRA) zase studovali možnosti využití přírodního žlutého pigmentu POP (phloridzine oxidation product), který je vedlejším produktem při výrobě cidru. [43]

4.3 Přírodní barvivo vhodné k výrobě tepelně opracovaných salámů

Na základě výzkumu ruských vědců byly stanoveny optimální podmínky pro použití nového druhu rostlinného barviva z lícidla amerického (*Phytolacca Americana*) v masném průmyslu. Bylo prozkoumáno jeho chemické složení, organoleptické charakteristiky, fyzikálně chemické ukazatele a stabilita zbarvení v závislosti na technologických faktorech.

V rámci výzkumného úkolu byla porovnáována toxicita přírodních a syntetických barviv a také dusitanu sodného. Byla ukázána i možnost výroby tepelně opracovaných masných výrobků bez dusitanů za využití barviva z lícidla amerického.

Jedná se o kapalinu tmavě višňové barvy, kyselá, trochu natrpkle, se slabou vůní po jeho plodech, o relativní hustotě při 20°C 1,031g/cm³ s obsahem barevných látek 64,93g/l. Je velmi dobře rozpustná ve vodě. Byl posuzován i vliv kyselosti na barvu: po přidávku kyseliny chlorovodíkové a hydroxidu sodného se zbarvení barviva nemění. [44]

4.4 Bílá barviva

Pro barvení na bílo se při dražování cukrovinek a do polev na pečivo často používá schválený oxid titaničitý (E171), který je však Mezinárodní agenturou pro výzkum rakoviny (*IARC-International Agency for Research on Cancer*) označen jako karcinogen skupiny 2B, tedy „možný karcinogen pro lidi“. K použitelným alternativám patří např. Cap Color White od Chr. Hansen nebo přírodní rýžový škrob od Beneo Group's s označením Remy B7, Remy FG&Remyline AX DR. Rýžový škrob je levnější než oxid titaničitý, ale musí být aplikován ve větším množství. K tomuto účelu musí být použit „surový“ škrob, tzn. že k jeho ošetření nesmějí být použity teploty při nichž dochází k melírování. Ve většině aplikací je rýžový škrob kombinován s cukrem, čímž se zvýší želírovací teplota, takže při výrobě lze použít i teploty 90 až 100°C.

Společnost Sensient vyvinula bílé barvivo na potahované cukrovinky s označením Fusion White, jehož základem jsou sacharidy. Vysoké bělosti je dosaženo značně jemnými částicemi, které se snadno dispergují v sirupu a na produktu vytvářejí homogenní zářivě bílý povrch. [45]

ZÁVĚR

Barviva mají při výrobě potravin velmi důležitou funkci. Barva jako součást vzhledu potravinářského výrobku je pro zákazníka jedním ze základních faktorů při rozhodování o koupi produktu.

Přibarvování poživatin má své opodstatnění nejen z hlediska estetického, ale i fyziologického, avšak důvodů pro přidávání barviv je více – znovu získat barevný vzhled potraviny, který se změnil během výrobního procesu, zajistit uniformitu výrobku ve všech výrobních šaržích, zlepšit vzhled potravinového výrobku aj..

Používání barviv, stejně jako jiných potravinářských aditiv je přísně regulováno. Používat se smí jen barviva povolená. Povolení použití aditiva autorizované státem (a tedy i syntetických barviv) musí zajistit spotřebiteli zdravotní nezávadnost. To lze uskutečnit na základě znalostí o toxických vlastnostech každé aditivní látky a znalostí o skutečném konzumu každého typu potraviny v konkrétní komunitě. Druhy a počty povolených barviv se v jednotlivých zemích liší. Nejvyšší povolené množství (NPM) těchto barviv v potravinách je stanoveno tak, aby ochraňovalo zájmy spotřebitele. Jsou potraviny, do kterých nesmí být přidávána žádná barviva, např. dětská výživa a potraviny, u kterých se smí používat jen určité barvivo. Výrobci musí dodržovat limity – NPM, jak jim ukládá zákon č. 110/1997 Sb. o potravinách a tabákových výrobcích a prováděcí vyhlášky.

V potravinářském průmyslu jsou používána barviva přírodní a barviva syntetická. Syntetických potravinářských barviv je vyráběn velký počet. Jsou levnější a stabilnější než barviva přírodní. Mají většinou intenzivnější barvu, lze zajistit stálý odstín barvy a různými kombinacemi jednotlivých barviv lze získat řadu odstínů. Mezi další výhody použití syntetických barviv jistě patří i to, že neovlivňují chuť a vůni barvených potravin. Vzhledem k těmto skutečnostem byla syntetická barviva více využívána.

Avšak u řady syntetických barviv, zejména u barviv rozpustných v tucích, byly zjištěny kancerogenní účinky (např. u máslové žluti, která byla používána k barvení ztužených tuků – margarínů). U mnohých syntetických barviv je také prokázáno hemolytické působení, inhibice některých enzymů a negativní působení na žaludeční sekreci. Mohou škodit také obsahem reziduí z výroby (různých uhlovodíků, těžkých kovů aj.). Mohou způsobovat různé alergické reakce, některá barviva mohou u dětí vyvolat kromě

alergických reakcí i hyperaktivitu. Tyto skutečnosti vedou ke zvýšené poptávce po potravinách barvených přírodními barvivy.

Řada přírodních potravinářských barviv se běžně konzumuje jako součást každodenní stravy např. Lutein a chlorofyly prostřednictvím listové zeleniny, anthokyany v ovoci aj.. Výhodou přírodních barviv je to, že mohou mít příznivý vliv na lidský organismus. Působí jako antioxidanty, snižují nebezpečí rakoviny a kardiovaskulárních onemocnění, mají antibakteriální a protizánětlivé účinky.

Hlavní nevýhodou přírodních barviv je jejich malá chemická stálost vůči teplu, světlu, pH. Velká proměnlivost barevných odstínů (liší se jednotlivé šarže), barevnému výrobku udělují nežádoucí chuť a vůni. Složení závisí na zdroji, ze kterého se barvivo získává, geografickém původu a sezoně, nebezpečí kontaminace nežádoucími toxickými kovy, insekticidy aj. a jsou náchylné k mikrobiálnímu kažení.

V současné době je povoleno více barviv než v minulosti a je pravděpodobné, že se s těmito látkami budeme setkávat stále častěji. Stále si však můžeme vybírat potraviny, které buď barviva neobsahují vůbec nebo obsahují pouze barviva považovaná za bezpečná. V posledních letech, kdy stále více spotřebitelů propadá trendu zdravého životního stylu, se poptávka po přírodních barvivech značně zvyšuje. Tato poptávka vede i k tlaku na výrobce potravinářských barviv, aby hledali stále nové možnosti a alternativy využití přírodních zdrojů. V současnosti již řada velkých výrobců potravin používá pouze přírodní barviva, která většinou nejsou spojována s nežádoucími účinky.

Podstatné je, že můžeme učinit informovanou volbu a vybrat si ten výrobek, který nám svým složením vyhovuje.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] VELÍŠEK, J. Chemie potravin 3.1.vyd. Tábor: OSSIS, 1999. 368s. ISBN 80-902391-5-3
- [2] ČOPÍKOVÁ, J., UHER, M., LAPČÍK, O., MORAVCOVÁ, J., DRAŠAR, P., Přírodní barevné látky. Chemické listy. 2005, roč. 99, č. 11, s. 802-816
- [3] DAVÍDEK, J. Chemie potravin. 1.vyd. Praha: SNTL-Nakladatelství technické literatury, 1983, 632 s.
- [4] MORAVCOVÁ, J., Biologicky aktivní přírodní látky. Praha, 2003, interní studijní pomůcka
- [5] FISH, W., PERKINS-VEAZIE, P., COLLINS, J., A Quantitative Assay for Lycopene That Utilizes Reduced Volumes of Organic Solvents. Journal of Food Composition and Analysis. 2002, roč. 15, č. 3, s. 309-317
- [6] STAHL, W., SIES, H., Lycopene: A Biologically Important Carotenoid for Humans?. Archives of Biochemistry and Biophysics. 1996, roč. 336, č. 1, s. 1-9
- [7] VODRÁŽKA, Z., Biochemie. 2.vyd. Praha: Academia 2002. 506 s. ISBN 80-200-0600-01
- [8] Web stránky Encyklopedie Wikipedie. Kurkumin, [online]. 2011, [cit. 2011-02-04]. Dostupný z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/kurkumin>
- [9] ASSIMOPOULOU, A.N., BOSKOU, D., PAPAGEORGIU, V.P., Antioxidant Activities od alkannin, shikonin and Alkanna tinctoria root extracts in oil substrates. Food Chemistry. 2004, roč. 87, č. 3, s. 433-438
- [10] Web stránky Oko in. Košenila. [online]. 2011, [cit. 2011-02-04]. Dostupný z WWW: <http://okoyin.cz/15/kosenila/>
- [11] 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
- [12] Web stránky Encyklopedie Wikipedie. Betanin. [online]. 2011, [cit. 2011-02-04]. Dostupný z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Betanin>

- [13] Web stránky Víš co jíš. Amarant. [online]. 2011, [cit. 2011-02-04]. Dostupný z WWW: <http://www.viscojis.cz/1/index.php?option=com_content&view=article&id=106&itemi
- [14] WACH, A., PYRZYŃSKA, K., BIESAGA, M., Quercetin content in some food and herbal symplex. Food Chemistry. 2007, roč. 100, č. 2, s. 699-704
- [15] KAMPKÖTTER, A., TIMPEL, C., CHOVOLOU, Y., ZURAWSKI, R.F., Investigations of protective effects of the flavonoids quercetin and rutin on stress resistance in the model organism *Caenorhabditis elegans*. Toxicology. 2007, roč. 234, č.1-2, s. 113-123
- [16] BUREŠOVÁ, P., Přídavné látky (aditiva). [online]. 2002, [cit. 2011-02-04].
Dostupný WWW:
<http://www.szpi.gov.cz/cze/informace/article.asp?id=54170&cat=2190ts=7ecl17>
- [17] STRAKA, I., MALOTA, L., Chemické vyšetření masa, Tábor: OSSIS, 2006, 104 s., ISBN 80-86659-09-07
- [18] ŠIMEK, J., STEINHAUSER, L., Barva masa. Maso, 2001, roč. 12, č. 4, s. 35-38
- [19] KADLEC, P. a kol., Technologie potravin I., 1. vyd. Praha: VŠCHT, 2002, 300 s. ISBN 80-7080-509-9
- [20] PIPEK, P., POUR, M., Hodnocení jakosti živočišných produktů. Praha: Česká Zemědělská univerzita, 1998, 139 s. ISBN 80-213-0442-1
- [21] PIPEK, P., Technologické vlastnosti masa II. (Barva masa a masných výrobků). Maso, 1997, roč. 8, č. 2, s. 36-38
- [22] VRBOVÁ, T., Víme co jíme? Aneb Průvodce „Ěčky“ v potravinách. Nakladatelství: ECOHOUSE, 2001, 268 s., ISBN 80-238-7504-3
- [23] Web stránky UK Food Guide. E Numer Index. [online]. 2002, [cit. 2011-02-04]. Dostupný z WWW: <http://www.ukfoodguide.net/enumeric.htm>
- [24] Web stránky Encyklopedie Wikipedie. Azorubin. [online]. 2011, [cit. 2011-02-04]. Dostupný z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Azorubin>
- [25] Web stránky Emulgátory CZ. E124-Ponceau 4R. [online]. 2011, [cit. 2011-02-04]. Dostupný z WWW: <http://www.emulgatory.cz/seznam-ecek?prisada=E124>

- [26] Web stránky Encyklopedie Wikipedie. Tartrazin. [online]. 2011, [cit. 2011-02-04]. Dostupný z WWW: <http://ce.wikipedia.org/wiki/Tartrazin>
- [27] Web stránky Encyklopedie Wikipedie. Erythrosin. [online]. 2011, [cit. 2011-02-04]. Dostupný z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Erythrosin>
- [28] ALTIÖZ, S., TOPTAN, S., Simultaneous determination of Indigotin and Ponceau-4R in food samples by using Vierordt's Method, ratio spektra first order derivative and Derivative UV spectrophotometr. Journal of food Composition and Analysis. 2003, roč. 16, č. 4, s. 517-530
- [29] KVASNIČKOVÁ, A., Legislativní předpisy EU týkající se potravinářských aditiv. [online]. 2008, [cit. 2011-02-04]. Dostupný WWW: <http://www.bezpecnostpotravin.cz/Index.aspx?ch=13&typ=1&val=81865&ids=0>
- [30] SUKOVÁ, I., Změna vyhlášky o čistotě aditiv. [online]. 2010, [cit. 2011-02-04]. Dostupný WWW: <http://www.bezpecnostpotravin.cz/Index.aspx?ch=551&typ=1&val=107868&ids=3486>
- [31] Web stránky Státní zemědělské a potravinářské inspekce. Vyhláška č. 4/2008 Sb., ve znění vyhlášky č. 130/2010 Sb., kterou se stanoví druhy a podmínky použití přídatných látek a extrakčních rozpouštědel při výrobě potravin. [online]. 2008, [cit. 2011-02-09]. Dostupný WWW: <http://www.sbirka.cz/AKT-2008/08-004a.htm>
- [32] KVASNIČKOVÁ, A., Identifikace potravinářských aditiv podle čísla (INS), Systém E-kódů. [online]. 2008, [cit. 2011-02-09]. Dostupný WWW: http://bezpecnostpotravin.cz/UserFiles/File/kvasnickova/3_System_E-kodu.pdf
- [33] ŠLAMPOVÁ, A., SMĚLÁ, D., VONDRÁČKOVÁ, A., JANČÁŘOVÁ, I., KUBÁŇ, V., Stanovení syntetických barviv v potravinách separačními metodami. Chemické listy. 2001, roč. 95, č. 3, s. 163-168
- [34] Trendy v používání barviv do potravin. Food Design, 2008, č. 3, s. 13, 14, 16
- [35] Ministerstvo zemědělství, Stanovisko EFSA o vhodnosti zařazení některých potravinářských barviv. [online]. 2011, [cit. 2011-02-09]. Dostupný WWW:

- <http://www.bezpecnostpotravin.cz/Index.aspx?ch=549&typ=1&val=105020&ids=358>
- [36] Web stránky Svět potravin, „Éčka“ víc než dospělým škodí dětem. [online]. [cit. 2011-02-21]. Dostupný WWW: <http://www.svet-potravin.cz/deti-ecka.aspx>
- [37] Web stránky ADHD deníček, Hyperaktivita a syntetická potravinářská barviva. [online]. [cit. 2011-02-21]. Dostupný WWW: <http://adha.denicek.eu/vhodna-i-nevhodna-Strava/hyperaktivita-a-synteticka-2.html>
- [38] KVASNIČKOVÁ, A., Umělá potravinářská barviva a hyperaktivita dětí. [online]. 2007, [cit. 2011-02-21]. Dostupný WWW: <http://www.agronavigator.cz/service.asp?act=print&val=64507>
- [39] Zpráva o spotřebě barviv dětmi. EU Food Law, 2010, č. 437, s. 15
- [40] KVASNIČKOVÁ, A., Potravinářská barviva: přírodní místo syntetických. [online]. 2010, [cit. 2011-02-21]. Dostupný WWW: <http://www.agro-navigator.cz/servise.asp?act=print&val=103575>
- [41] Přírodní červená barviva. Bakers Journal, 2005, č. 1, s. 116
- [42] PAN, Y., ZHU, Z., HUANG, Z., WANG, H., LIANG, Y., WANG, K., LEI, Q., LIANG, M., Charakterisation and free radical scavenging activities of novel red pigment from Osmanthus fragrans seeds. Food Chemistry. 2009, roč. 112, č. 4, s. 909-913
- [43] ITO, Y., SUGIMOTO, N., AKIYAMA, T., YAMAZAKI, T., TANAMOTO, K., Cepaic acid, a novel yellow xanthylum pigment from the dried outer scales of the yellow onion Allium cepa. Tetrahedron Letters. roč. 50, č. 28, s. 4084-4086
- [44] KUTIKOV, Yu.I., DADYAN, N.K., New natural colorant for cooked sausages. Meat Industry Magazine. 2009, roč. 86, č. 10, s. 25-29
- [45] Nativní rýžový škrob místo oxidu titaničitého. Confectionary production. 2010, roč. 76, č. 2, s. 24-25

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

EFSA	Evropský úřad pro bezpečnost potravin
CCFAC	Výbor pro potravinářská aditiva a kontaminanty
INS	Mezinárodní systém číslování
FAO/WHO	Organizace pro výživu a zemědělství / Světová zdravotnická organizace
AFC	Umělá potravinářská barviva
ADHD	Hyperaktivita s poruchou pozornosti
FSA	Úřad pro potraviny ve Velké Británii
ADI	Přijatelná denní dávka
MPL	Hodnota maximálně povolená
MUL	Hodnota maximálně používaná

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Chemický vzorec β -karotenu	14
Obr. 2 Chemický vzorec lycopenu	15
Obr. 3 Bixa orellana	15
Obr. 4 Gardenia jasminoides	15
Obr. 5 Chemický vzorec alizarinu	18
Obr. 6 Chemický vzorec rutinu	22
Obr. 7 Chemický vzorec chlorofylu	27
Obr. 8 Sanguinara canadensis	28
Obr. 9 Berberis vulgaris	28
Obr. 10 Chemický vzorec azorubinu	32
Obr. 11 Chemický vzorec tartrazinu	33

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1	Přírodní a přírodně identická potravinářská barviva	29
Tabulka 2	Syntetická potravinářská barviva	35
Tabulka 3	Zakázaná potravinářská barviva v ČR	39

SEZNAM PŘÍLOH

P I. Tisková zpráva – Nestlé : přírodní barviva nahrazují umělá

PŘÍLOHA P I: NESTLÉ: PŘÍRODNÍ BARVIVA NAHRAZUJÍ UMĚLÁ

