

Dusíkaté heterocyklické sloučeniny využívané
a potenciálně využitelné jako aditiva pro potraviny
a krmiva

Veronika Dítková

Bakalářská práce
2007



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav potravinářského inženýrství

akademický rok: 2006/2007

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Veronika DÍTKOVÁ**
Studijní program: **B 2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Chemie a technologie potravin**

Téma práce: **Dusíkaté heterocyklické sloučeniny využívané a potenciálně využitelné jako aditiva pro potraviny a krmiva.**

Zásady pro vypracování:

1. Vyhledejte dusíkaté heterocyklické sloučeniny, které jsou uvedeny jako potravní doplňky v právních předpisech České republiky. Ke zjištění vzorců látek, které neznáte, použijte databázi SciFinder Scholar nebo CrossFire Beilstein.
2. Informace vyhledané podle bodu 1. rozšiřte o informace k titulním sloučeninám získané z jiných zdrojů.
3. Roztřídte titulní sloučeniny, o nichž získáte informace, podle strukturních typů.
4. Napište přehlednou stať o titulních sloučeninách a uveďte v ní jejich strukturní vzorce.

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

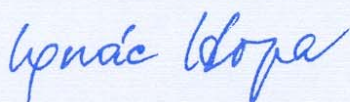
Dle doporučení vedoucího bakalářské práce.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Stanislav Kafka, CSc.**

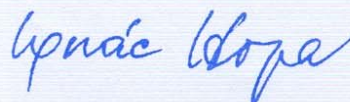
Datum zadání bakalářské práce: **8. ledna 2007**

Termín odevzdání bakalářské práce: **4. června 2007**

Ve Zlíně dne 2. května 2007



prof. Ing. Ignác Hoza, CSc.
děkan



prof. Ing. Ignác Hoza, CSc.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

Tato práce pojednává o přídatných látkách pro potraviny a krmiva ze skupiny dusíkatých heterocyklických sloučenin.

V úvodní části jsou probrány základní pojmy vyskytující se v této problematice.

Druhá část práce pojednává o konkrétních sloučeninách. Látky jsou rozděleny do skupin podle chemické povahy. U každé z přídatných látek je uveden chemický název, látka je charakterizovaná z obecného hlediska a je uvedeno její použití.

Klíčová slova: dusíkaté heterocyklické sloučeniny, aditiva pro potraviny, aditiva pro krmiva

ABSTRACT

This essay deals with Additives for Food and Fodder numbered among the Group of Nitrogen-containing Heterocyclic Compounds.

In the introductory part, basic concepts of this issue are explicated.

The second part discussed about individual compounds. Chemical name is given by each compound. Additives are characterized from general aspects and the use of them is given.

Keywords: Nitrogen-containing Heterocyclic Compounds, Food Additives, Fodder Additives

Ráda bych poděkovala vedoucímu práce doc. Ing. Stanislavu Kafkovi CSc. za odborné rady, doporučení a čas, který mi věnoval při sestavování bakalářské práce.

OBSAH

ÚVOD	6
1 ZÁKLADNÍ POJMY Z OBLASTI PŘÍDATNÝCH LÁTEK PRO POTRAVINY	7
1.1 Kategorie přídatných látek.....	7
1.2 Použití potravinářských aditiv.....	7
1.3 Zdroje potravinářských aditiv.....	7
1.4 Systém E-kódů.....	8
1.5 Hodnoty ADI.....	8
1.6 Spotřeba, průběžná kontrola aditiv a nežádoucí reakce na aditiva.....	9
2 DUSÍKATÉ HETEROCYKLICKÉ SLOUČENINY	10
2.1 Pětičlenné heterocykly.....	10
2.1.1 Pyrrolová řada.....	10
2.1.2 Pyrazolová řada.....	17
2.1.3 Indolová řada.....	18
2.1.4 Thiano[3,4-d]imidazolová řada.....	20
2.1.5 ostatní.....	20
2.2 Šestičlenné heterocykly.....	20
2.2.1 Pyridinová řada.....	20
2.2.2 Chinolinová řada.....	25
2.2.3 Pyrimidinová řada.....	26
2.2.4 Purinová řada.....	28
2.2.5 Pteridinová řada.....	31
2.2.6 Fenoxazinová řada.....	32
2.2.7 Benzo[g]pteridinová řada.....	32
2.2.8 Ostatní.....	34
PŘÍLOHY	36
ZÁVĚR	41
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	44
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	45
SEZNAM PŘÍLOH	46

ÚVOD

Přidatné látky do potravin (dále jen aditiva) jsou používány od nepaměti. Již před naším letopočtem se lidé snažili pomocí různých přísad o jednoduché konzervace. Vzhledu a chuti se věnovala také pozornost a to hlavně u vyspělejších národů jako jsou staří Egypťané a Římané. Ti používali hlavně barviva a ochucující látky. [1]

V první polovině 20. století bylo objeveno mnoho sloučenin, které plnily funkci potravinářských aditiv, přičemž jejich cena byla poměrně nízká. Příkladem jsou barviva přidávaná do sýrů, emulgátory do margarínů, pekařský prášek do směsí na pečivo a želírující prostředky do džemů.[1]

Vývoj potravinářských aditiv je spjat s poptávkou spotřebitele o co nejširší nabídku potravin. Změna životního stylu vede ke zvýšené poptávce po potravinách k okamžitému použití (ready-to-eat), polotovarům a jiným potravinám, které nám zkracují nutnost pobytu v kuchyni. Značný pokrok se také udělal v oblasti zdraví a výživy. Do popředí zájmu se dostaly potraviny se zvýšeným fyziologickým účinkem, tzv. funkční potraviny, jejichž výroba by nebyla bez aditivních látek možná.[1]

Potravinářská aditiva se liší jak chemickou strukturou, tak i původem, ať už jsou to aditiva izolovaná z přírodních či živočišných zdrojů nebo aditiva vyráběná uměle. Jedno aditivum však může v potravině zastávat více technologických funkcí. Příkladem může být Acesulfam K, který v legislativě [2] můžeme nalézt pod číselným kódem E 950. Acesulfam K zastává funkci umělého sladidla i látky zvýrazňující chuť a vůni.[1]

Nesmíme také opomenout, že aditiva musí splňovat určité standardy, které jsou vymezeny legislativou [2]. Pro lepší orientaci byl vytvořen systém číslování, který umožňuje snadnou identifikaci aditiv v mezinárodním měřítku.[1]

1. Základní pojmy z oblasti přídatných látek pro potraviny

1.1 Kategorie přídatných látek

Přídatné látky se dle účelu použití zařazují do kategorií uvedených v Tabulce č. 1. Zařazení látky do kategorie je provedeno na základě její hlavní funkce. Toto zařazení aditiva do určité kategorie však nevyklučuje možnost použití této látky pro další účely [2].

1.2 Použití potravinářských aditiv

Z hlediska důvodů k používání můžeme aditiva rozdělit do čtyř skupin. První z nich je skupina aditiv, která zajišťují bezpečnost a výživovou hodnotu potravin. Patří sem konzervační prostředky používané jako ochrana potravin před účinkem mikroorganismů, které způsobují kažení a otravy z potravin. Tato aditiva jsou používána také k zamezení oxidací olejů a tuků, které vedou ke žluknutí, tvorbě toxických produktů a snížení nutriční hodnoty důležitých složek.[1]

Druhou skupinou jsou aditiva používaná k vytvoření žádoucí textury, konzistence a k zajištění stability potravin. Do ní zařazujeme želírující, zahušťovací a stabilizační prostředky zajišťující potravinám požadovanou texturu a konzistenci. Patří sem emulgátory a stabilizátory umožňující výrobu potravin obsahujících tuk a vodu.[1]

Třetí skupinou jsou aditiva přispívající k zachování a zlepšení sensorických vlastností potravin. Čtvrtou skupinou jsou aditiva, která se přidávají do potravin se specifickými požadavky na výživu. Příkladem mohou být potraviny určené pro diabetiky, tzv. DIA potraviny, které jsou slazeny výlučně umělými sladidly.[1]

1.3 Zdroje potravinářských aditiv

Podle původu rozlišujeme čtyři skupiny aditiv. V první skupině jsou aditiva přírodního původu. Jsou to například zahušťovadla ze semen (karubin) a barviva (bixin), zahušťovadla z ovoce (pektin), barviva z ovoce a zeleniny (anthokyany a karoteny) či zahušťovadla z mořských řas (agar). Do této skupiny přiřazujeme okyselovadla z ovoce (kyselina vinná).[1]

Druhou skupinou jsou aditiva identická s přírodními (vyráběná synteticky nebo pomocí mikroorganismů). Jsou to např. antioxidanty, barviva, okyselovadla.[1]

Třetí skupinou jsou aditiva získávaná modifikací přírodních látek. Sem patří emulgátory, zahušňovadla a sladidla.[1]

Do čtvrté skupiny řadíme aditiva vyráběná synteticky, jako jsou antioxidanty, barviva a sladidla.[1]

1.4 Systém E-kódů

Dvě organizace Spojených národů, a to FAO (Organizace pro potraviny a zemědělství) a WHO (Světová zdravotnická organizace) založily v roce 1962 mezinárodní seskupení pro vytváření mezinárodních standardů potravin, tzv. „Codex Alimentarius“ (CA). Členství v CA je otevřené všem zemím, které jsou členy FAO a WHO. V současné době se zapojuje do práce v CA asi 165 zemí světa. Na základě mezinárodní spolupráce v rámci CA se vytvářejí standardy potravin a jiné poradní texty. Práce v CA se uskutečňuje ve výborech. Jedním z nich je Výbor pro potravinářská aditiva a kontaminanty (Codex Committee on Food Additives and Contaminants, CCFAC).[1]

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 vyjadřuje komplexní chemickou strukturu. V rámci Evropské unie byl zaveden pro identifikaci potravinářských aditiv systém E-čísel.[1]

Na seznamu E-čísel jsou pouze ta aditiva, která odsouhlasil Vědecký výbor pro potraviny EU (Scientific Committee on Food, SCF). SCF je od roku 1974 poradním orgánem Evropské komise. Po zřízení Evropského úřadu pro bezpečnost potravin (EFSA) v roce 2002 převzal tuto činnost Panel AFC (skupina expertů EFSA pro vyhodnocování zdravotní nezávadnosti potravinářských aditiv, aromatizujících látek, pomocných prostředků a materiálů, přicházejících do kontaktu s potravinami).[1]

1.5 Hodnoty ADI

V roce 1955 založily FAO a WHO z obavy ze zvyšujícího se používání chemikálií v potravinách Spojený výbor expertů pro potravinářská aditiva (Joint Expert Committee on Food Additives, JECFA), který dohlíží nad bezpečností potravinářských aditiv. Na základě bezpečnostní rezervy, kterou navrhl Úřad pro potraviny a léky, FDA (Pozn.: FDA navrhl používání „stonásobné bezpečnostní rezervy“ mezi maximální bezpečnou dávkou zjištěnou ve studiích na zvířatech a maximálním příjmem příslušné chemikálie z celkové

stravy člověka.) vypracovala JECFA koncepci akceptovatelného denního příjmu (Acceptable Daily Intake, ADI).[1]

Používání potravinářských aditiv při výrobě potravin je přísně regulováno legislativou. Ty přesně vymezují potraviny, při jejichž výrobě se nesmí používat určité typy aditiv, popř. se smí používat pouze omezený počet přídatných látek. Prostřednictvím těchto předpisů se zajišťuje, že nedojde při běžné konzumaci potravin k překročení hodnot ADI pro jednotlivá aditiva. Některá aditiva nemají stanovenou hodnotu ADI a smí se používat jen v nejnižších množstvích, která jsou nezbytná k dosažení požadovaného technologického účinku, to je v tzv. quantum satis, (QS). Pozn.: QS znamená že není specifikováno maximální množství, které lze u příslušného aditiva použít.[1]

1.6 Spotřeba, průběžná kontrola aditiv a nežádoucí reakce na aditiva

Legislativa EU požaduje, aby každý členský stát monitoroval spotřebu a používání přídatných látek.[1]

Členské státy a Norsko v rámci vědecké spolupráce vypracovaly metodu pro sledování příjmu potravinářských aditiv z potravin. Pravidla byla dokončena v lednu 1998. Tento tříúrovňový postup spočívá v tom, že se na každé úrovni zjišťuje, zda nedochází u příslušného aditiva k překročení hodnot ADI. Pokud k překročení nedojde ani na jedné úrovni, aditivum je vyloučeno z dalšího sledování. Pokud jsou hodnoty ADI překročeny, aditivum postupuje do další úrovně sledování. Pomocí tohoto postupu se stanovují priority pro další sledování.[1]

Spotřebu přídatných látek v ČR sleduje SZÚ a to na základě tzv. „Spotřebního koše potravin“. Pozornost se zaměřuje především na sladidla, konzervační prostředky a barviva.[1]

V rámci EU byl zaveden systém rychlého varování pro potraviny a krmiva (Rapid Alert System for Food and Feed, RASFF), který slouží pro ohlašování rizikových potravin a krmiv za účelem zamezení jejich uvádění do oběhu nebo za účelem jejich stažení ze společného evropského trhu. Systém RASFF má podobu sítě, která zahrnuje Evropskou komisi, členské státy EU a Evropský úřad pro bezpečnost potravin. Hlášení do tohoto systému za Českou republiku zajišťuje Státní zemědělská a potravinářská inspekce.[1]

Obecně platí, že potraviny uváděné na trh podle platných předpisů jsou bezpečné, tj. zdravotně nezávadné. Přesto se může stát, že některá aditiva mohou vyvolat nepříznivé

reakce. Tyto reakce jsou většinou neimunologické povahy, jedná se tedy o intoleranci příslušné sloučeniny. Tyto reakce mohou být označovány jako pseudoalergie. Patří sem především siřičitany, benzoany, parabeny, tartrazin a jiná azobarviva, glutamáty a aspartam. [1]

2. Dusíkaté heterocyklické sloučeniny

Údaje o sloučeninách uvedených v této práci byly získány především z monografií [3].

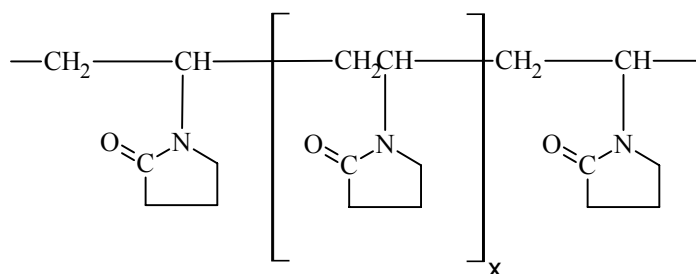
2.1 Pětičlenné heterocykly

2.1.1 Pyrrolová řada

a) Polyvinylpyrrolidon a polyvinylpolypyrrolidon

Mezi heterocyklické dusíkaté zástupce patří rozpustný polyvinylpyrrolidon (1) v legislativě [2] označovaný číselným kódem E 1201 a také polyvinylpolypyrrolidon označovaný kódem E 1202. Rozpustný polyvinylpyrrolidon a nerozpustný polyvinylpolypyrrolidon se vzájemně liší stupněm polymerace. Polyvinylpyrrolidon připravovaný polymerací N-vinylpyrrolidonu je bezbarvý amorfni prášek rozpouštějící se beze zbytku ve vodě na bezbarvý až nažloutlý roztok. [4]

Tyto polymery pyrrolidonu jsou především používány jako látky k tabletování a potahování tablet doplňků stravy a náhradních sladidel a to v neomezeném množství. Zároveň právní předpis omezuje použití obou polymerů ve funkci nosičů a rozpouštědel pouze na sladidla. [2]

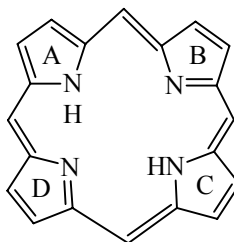


(1)

b) Porfínová řada, tetrapyrrolová barviva

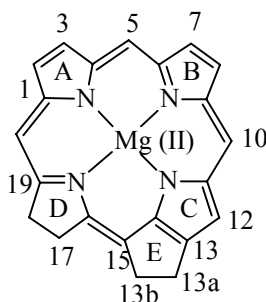
Tetrapyrrolová barviva jsou početně malou, avšak důležitou a rozšířenou skupinou různobarevných pigmentů. Jejich strukturu tvoří čtyři pyrrolová jádra spojená

v porfyrinový kruh (Struktura I) prostřednictvím methinových můstků nebo uspořádaná lineárně. [5] Do této skupiny barviv patří chlorofylová a hemová barviva.



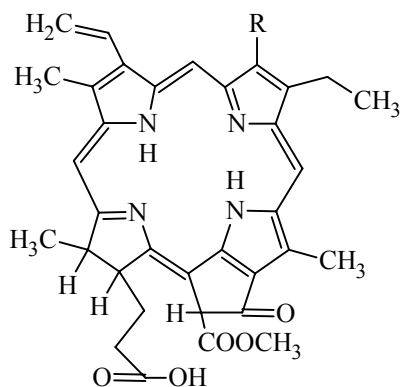
Struktura I

Chlorofylová barviva jsou skupinou zelených barviv, která se nacházejí v pletivech a zajišťují fotosyntézu. Chlorofyl je souhrnný název pro všechna fotosyntetizující porfyrinová barviva. Základní strukturu většiny chlorofylů tvoří dihydroporfyrin (Struktura II). Na rozdíl od hemových barviv mají chlorofyly částečně redukováný cyklus D a cyklus E vzniklý cyklizací zbytku propionové kyseliny v poloze C-13, chelátově vázaný hořčík tvoří centrální atom. [6]



Struktura II

Největší význam mají chlorofyly *a*, *b* a jejich rozkladné produkty feofytiny. Chlorofyl *a*, (2) 17, 18-dihydrofeofytinato Mg (II), je dihydroporfyrin substituovaný v poloze C-2, C-7, C-12, C-18 methylovými skupinami, v poloze C-3 vinylovou skupinou a v poloze C-8 ethylovou skupinou. V poloze C-17 se nachází zbytek propionové kyseliny esterifikovaný diterpenovým alkoholem fytolem, v poloze C-13a cyklu E atom kyslíku vázaný dvojnou vazbou a v poloze C-13b methoxykarbonylová skupina. Chlorofyl *b* (2) má stejnou strukturu jako chlorofyl *a*, ale v poloze C-7 se nachází namísto methylu formylová skupina. [6]



feoforbid *a*, R = CH₃

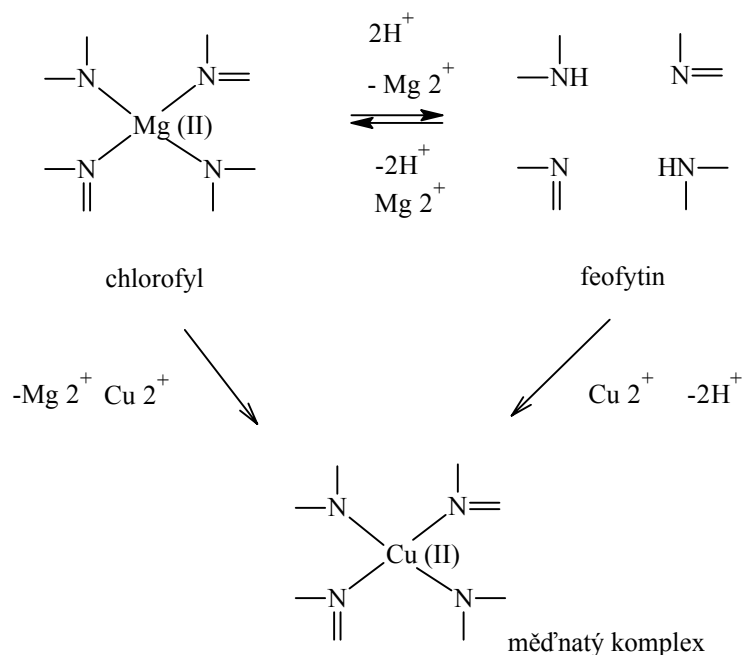
feoforbid *b*, R = CHO

(5)

Chlorofyly jsou jediná přírodní zelená barviva dostupná prakticky v neomezeném množství. Celková hmotnost chlorofylu vyprodukovaná na Zemi za jeden rok činí asi $11,5 \cdot 10^8$ tun. [8] V Tabulce č. 2 jsou uvedeny barvy chlorofylů a jejich rozkladných produktů.

Jejich hlavní využití jako potravinářských barviv je značně omezeno jejich velkou nestabilitou. [9]

Na trhu se vyskytuje v tuku rozpustná směs zelených barviv souhrnně se nazývajících chlorofyly nebo měďnaté komplexy chlorofylů. [9] V legislativě [2] chlorofyly nalezneme pod číselným kódem E 140. Směs produktů nazývaná chlorofyly obsahuje hlavně feofytin *a* a *b*. [9] Chlorofyly tvoří s ionty Zn²⁺, Cu²⁺ a Sn²⁺ komplexy (Schema I), ve kterých jsou atomy kovů tak pevně vázány, že se během technologických operací neuvolňují. Měďnaté komplexy jsou v legislativě [2] označeny číselným kódem E 141.



Schema I

Chemická individua jako je například chlorofyl *a* se nepoužívají, neboť izolace z přírodních zdrojů je nákladná a produkt je málo stabilní. [9]

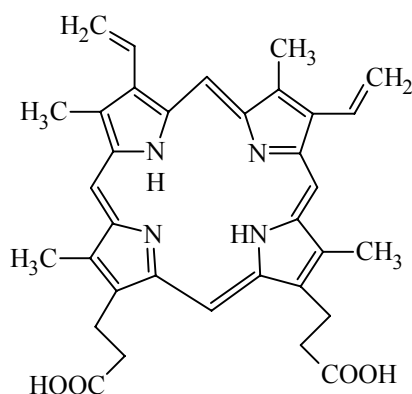
Většina chlorofylů se pro potravinářské použití získává z rostlin rostoucích na souši, především z kopřiv, vojtěšky a některých dalších píceň. V Japonsku se chlorofyly získávají ze zelených exkrementů bource morušového. Jako perspektivní se také jeví získávání chlorofylu z jednobuněčného fytoplanktonu. [9]

Ve vodě rozpustným barvivem jsou tzv. chlorofyliny, které v legislativě [2] nalezneme pod číselným kódem E 140 spolu s chlorofyly. Chlorofyliny jsou šedozelené sodné nebo draselné soli různých sloučenin získávané jako produkty alkalické hydrolyzy chlorofylů. Jedná se zejména o ve vodě rozpustné soli derivátů feoforbidu *a* a *b*, feofytinu *a* a *b* či jejich *allo*-forem s otevřeným cyklopentanonovým kruhem, obsahující 0, 1 nebo 2 karboxylové skupiny v polohách C-13¹ a C-13², s oxidovaným kruhem D nespojeným s kruhem E a případně redukovanou vinylovou skupinou v poloze C-3. Měďnaté komplexy chlorofylinů se získávají okyselením chlorofylinu v přítomnosti měďnatých solí. [7]

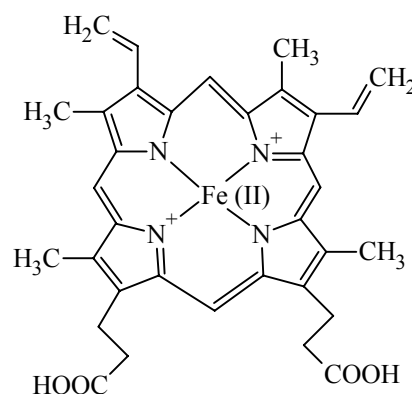
Chlorofyly jsou téměř ve všech zemích akceptovány jako potravinářská barviva. Používají se například pro barvení těstovin, nápojů, cukrovinek, polévek, jogurtů a mražených smetanových krémů. Použití měďnatých komplexů je omezeno pouze na některé výrobky jako jsou například žvýkácké gumy. [7]

Při většině technologických postupů a při skladování dochází ve větší míře k degradaci chlorofylových barviv. Degradaci urychluje teplota, světelné ionizující záření, přítomnost kyselin, a některých enzymů. [7]

Nejdůležitějšími hemovými barvivy jsou metaloproteiny myoglobin, červené barvivo svalové tkáně, a hemoglobin, barvivo červených krvinek. Základem struktury hemoglobinu a myoglobinu je substituovaný cyklický tetrapyrrol protoporfirin (Struktura III) Odvozená sloučenina s centrálním atomem dvojmocného železa (Struktura IV) se nazývá hem.[10]

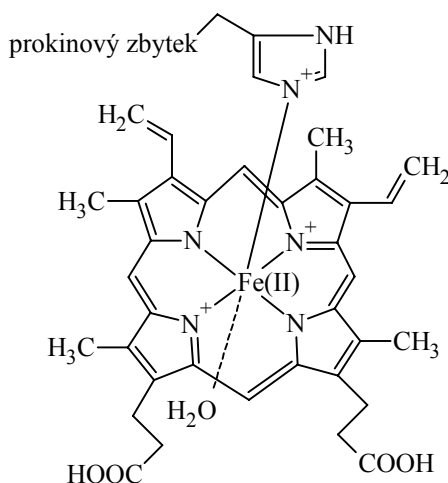


(Struktura III)



(Struktura IV),

Molekulu hemoglobinu tvoří čtyři polypeptidové řetězce, z nichž každý obsahuje po jedné molekule hemu. V myoglobinu (6) a jeho derivátech je na atom dvojmocného železa prostřednictvím imidazolové skupiny histidinu vázána bílkovina. [10]



(6)

V živých organismech je hlavním pigmentem hemoglobin, kdežto myoglobin obsahuje pouze 10 % z celkového množství železa přítomného v organismu. Obsah myoglobinu závisí na druhu zvířete, na jeho věku a na druhu svalu. Tmavé maso (např. koňské) obsahuje víc myoglobinu než maso světlé (např. vepřové nebo telecí). Celkový obsah

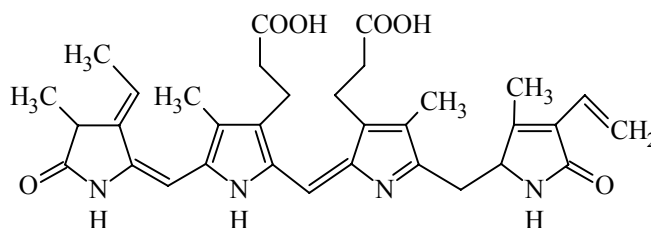
hemových pigmentů se liší druhem masa. Například nejvíce hemových pigmentů je v mase velrybím, nejméně v mase kuřecím. [11]

Pro barvu masa a masných výrobků má zásadní význam přirozený obsah myoglobinu. K výrobě některých speciálních výrobků (tlačenka, jitrnice), kde se uplatní barva hemoglobinu, se používá sterilně odebraná vepřová krev. Použití hemových barviv k barvení potravin a potravinářských výrobků není ve většině zemí povoleno. [11]

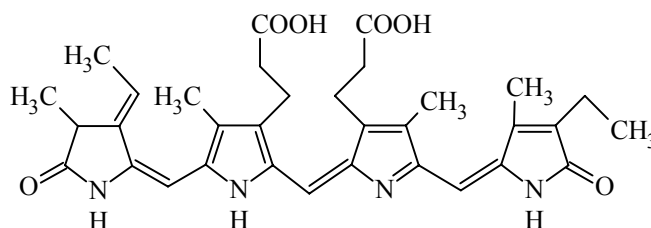
Biliny řas (fykobiliny, fykobiliproteiny) jsou fluoreskující, ve vodě rozpustné komplexy lineárních tetrapyrrolů s proteiny. [12]

Fykobiliny se rozdělují do tří hlavních skupin. Rozeznávají se červené fykoerythrin, modré fykokyanin a modré allofykokyanin. Fykoerythrin zahrnují čtyři skupiny sloučenin: C-, R- a B- fykoerythrin (z řas řádu *Bangiales*) a kryptomonadové erythrin (z řas třídy *Cryptophyta*). Podobně se rozeznává C-, R- a kryptomonadový fykokyanin. Allofykokyanin je jediným pigmentem. [12]

Nativní formy fykobilinů se skládají z několika bilinových chromoforů připojených k 1-2 apoproteinům. Chromofory červených fykoerythrinů se nazývají fykoerythrobilin (7), chromofory modrých fykokyaninů a také allofykokyaninů se nazývají fykokyanobilin (8). [12]



(7)

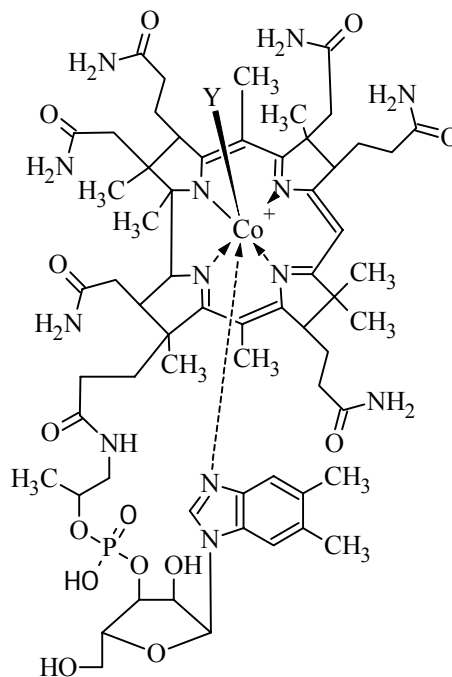


(8)

Fykobiliny se zatím jako potravinářská barviva prakticky nepoužívají, ale považují se za barviva perspektivní. [12]

Jako vitamin B₁₂ je v legislativě nazýván jednak kyanokobalamin (9), jednak hydroxokobalamin (10). [13]

Vitaminy B₁₂ mají jednu z nejsložitějších známých struktur. Základem je korinový cyklus, tj. částečně hydrogenovaná tetrapyrrolová struktura, která připomíná porfyrinový cyklus hemových barviv a chlorofylů. Centrálním atomem je kobalt. [14]



(9), Y = CN

(10), Y = OH

V trávicím traktu se z potravy absorbují kobalaminy vázané na glykoprotein produkovaný v žaludku. Kobalamin je prostetickou skupinou řady enzymů. [15]

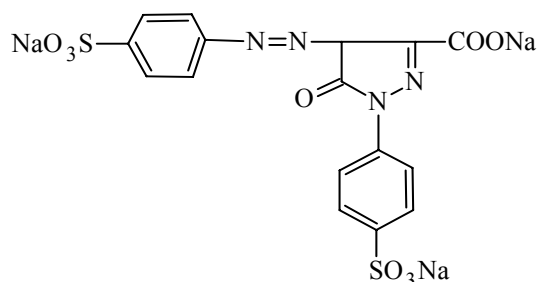
Vitamin B₁₂ účinkuje proti zhoubné chudokrevnosti asi 2000krát silněji než kyselina listová. Denní potřeba je asi 1 μg. Potřebu pokrývá především maso, vejce a mléko. [15]

Vitamin se přímo k obohacování potravin nepoužívá, je však obsažen v řadě farmaceutických potravních doplňků. [15]

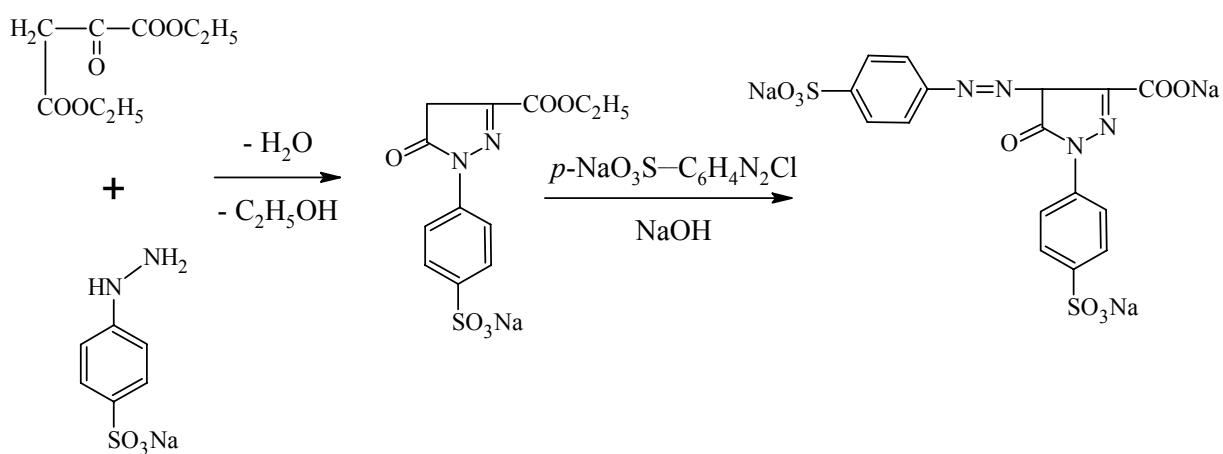
2.1.2 Pyrazolová řada

Tartrazin (11) F11, v legislativě [2] známý pod označením E 102 nebo tartrazin (Yellow No.5) patří mezi kyselá azobarviva. Azobarviva tvoří nejpočetnější skupinu organických barviv. Získávají se kopulací diazoniových solí s arylaminy nebo s fenoly. Tartrazin se získává ze sodné soli 4-hydrazinobenzensulfonové kyseliny kondenzací

s diethylesterem oxaloctové kyseliny a kopulací vzniklého derivátu pyrazolin-5-onu s diazotovanou sulfanilovou kyselinou (12) . [16]



(11)

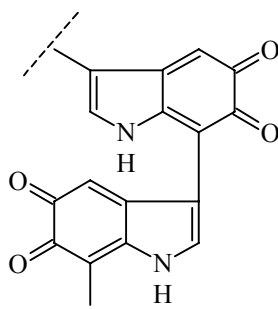


(12)

Tartrazin je citronově žluté barvivo používané především do konzerv, dále pak v cukrovinkách, pečivu a kompotech. [2]

2.1.3 Indolová řada

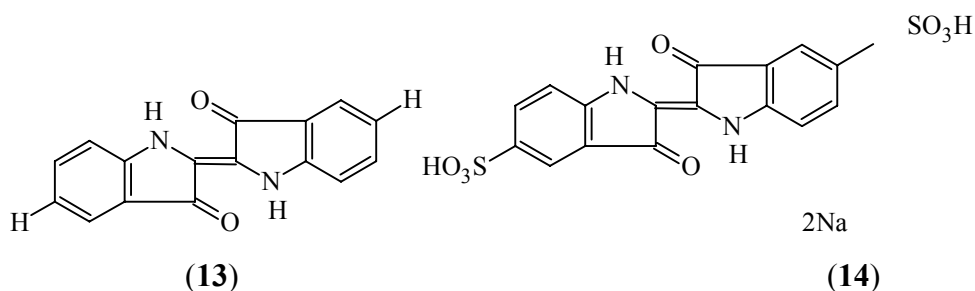
Melaniny jsou skupinou ve vodě nerozpustných živočišných pigmentů zvaných správně eumelaniny (Struktura V), které jsou velmi rozšířenými hnědými až černými barvivy kůže, srsti a vlasů. [17]



Struktura V

Strukturně podobné, ale jednodušší hnědočerné melaniny mají také jiné funkce. Takové pigmenty jsou např. složkou inkoustu hlavonožce sépie lékařské, který je typickým barvivem speciálních omáček konzumovaných ve Středomoří. [18]

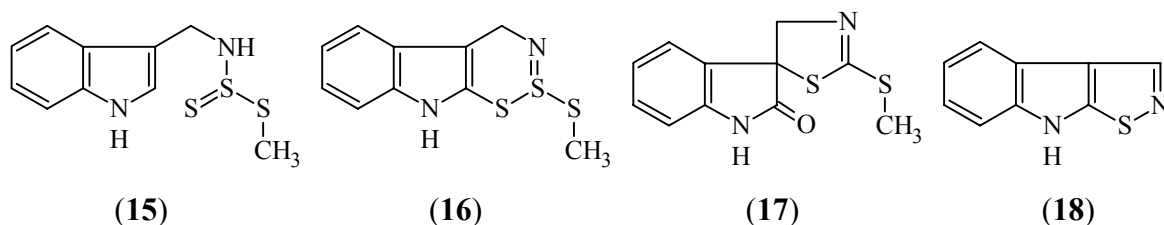
Indolovým barvivem je velmi ceněné textilní barvivo indigo (13), jehož sulfonací získáváme indigotin (14). [18] Toto tmavě modré barvivo v legislativě [2] nalezneme pod označením E 132. Možná jsou také pojmenování Indigocarmine, Blue No.2.



Indigotin je ve vodě rozpustné barvivo.[18]

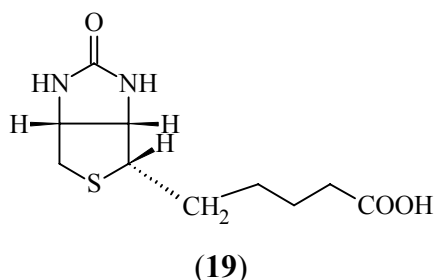
Sloučeniny s antimikrobními účinky se syntetizují a akumulují v rostlinných pletivech jako reakce na vnější podnět. Sloučeniny, které jsou stálou součástí rostlinných pletiv se nazývají fytoanticipiny. Z fytoanticipinů vznikají fytoalexiny nazývané též rostlinná antibiotika, neboť tyto látky jsou toxické vůči patogenním ilicitorům, ale i živočišným škůdcům. Příkladem jsou deriváty indolu typické pro rostliny z čeledi brukvovitých (*Brassicaceae*). [19]

Dnes je známo zhruba 20 fytoalexinů z rostlin čeledi brukvovitých. Společným znakem je substituce indolového jádra v poloze 3 substituenty obsahujícími atomy dusíku a síry. Díky jejich účinkům je možno tyto indoly řadit k látkám prodlužujícím údržnost potravin. Nejznámější jsou tyto čtyři běžně se vyskytující fytoalexiny: brassinin (15), cyklobrassinin (16), spirobrassinin (17) a brassilexin (18). [20]



2.1.4 Thiano[3,4-d]imidazolová řada

Biotin, resp. stereoisomer nazývaný D-biotin [13] či (+)-biotin (dřívější název-vitamin H), je kyselina 5-((3*aR*,6*S*,6*aS*)-hexahydro-2-oxo-1*H*-thieno[3,4-*d*]imidazol-6-yl)pentanová (19). Zajímavá je skutečnost, že žádný z ostatních sedmi stereoisomerů nebyl v přírodě nalezen.



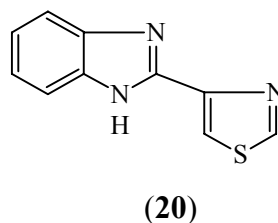
Biotin je krystalická látka rozpustná ve vodě, stálá při zahřívání a odolná vůči kyselinám.

Jeho nedostatek způsobuje choroby kůže. Vyskytuje se ve vejcích, mléce, játrech a kvasnicích. Denní doporučená dávka činí 150μg biotinu.

Pro obohacování potravin se používá jen výjimečně. [21]

2.1.5 ostatní

Fungicid thiabendazol čili 2-(4-thiazolyl)benzimidazol (20) je látka prodlužující údržnost potravin. Je účinná proti plísním a používá se k ošetření povrchu citrusového ovoce a banánů.[22]

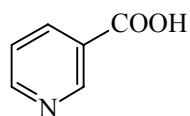


2.2 Šestičlenné heterocykly

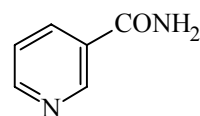
2.2.1 Pyridinová řada

Niacin můžeme v legislativě [13] najít pod názvem kyselina nikotinová a také pod názvem nikotinamid. Dříve byl také nazýván faktorem PP nebo vitaminem PP.

Kyselina nikotinová (pyridin-3-karboxylová kyselina) (21) a její amid, nikotinamid (niacinamid) (22), mají stejnou biologickou účinnost.

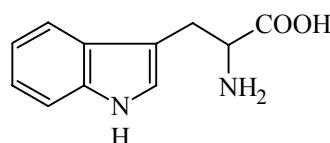


(21)



(22)

Nikotinamid i volná nikotinová kyselina jsou jednoduchými deriváty pyridinu, jejichž biosyntéza z tryptofanu (23) probíhá ve všech organismech. [23]



(23)

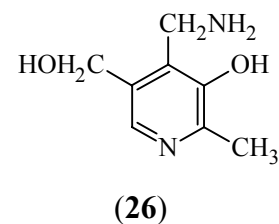
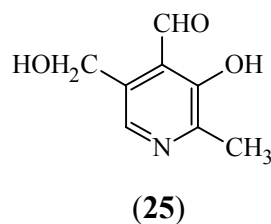
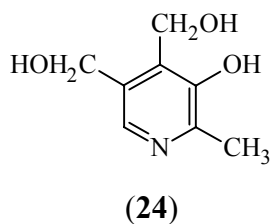
Nikotinamid je součástí nikotinamidadeninukleotidu (NAD^+ , NADH) a jeho esteru s kyselinou fosforečnou, nikotinamidadeninukleotidfosfátu (NADP^+ , NADPH), které jsou kofaktory několika set různých enzymů. Oba faktory se účastní přenosu elektronů v respiračních systémech. [24]

Denní doporučená dávka není přesně stanovena, ale pohybuje se v rozmezí 10 – 40 mg vitamínu/den. Nedostatek vitamínu se projevuje jako pelagra, kožní choroby a poruchy trávení. [24]

Nikotinová kyselina se přidává jako aditivum do bílých pšeničných mouk a cereálních výrobků. Komplex s menadionbisulfitem se používá v krmivářství. Nikotinamid v kombinaci s kyselinou askorbovou lze použít jako stabilizátor barvy masa. Niacin je stabilní při většině zpracování, největší ztráty bývají způsobeny vyluhováním. [25]

Jako vitamin B_6 je v legislativě [13] nazýván jednak pyridoxin-hydrochlorid, jednak pyridoxin-5'-fosfát.

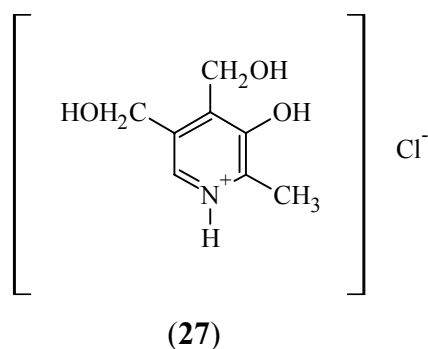
Názvem pyridoxin (dříve adermin) jsou označovány tři strukturně příbuzné, biologicky aktivní deriváty 3-hydroxy-5-hydroxymethyl-2-methylpyridinu, tzv. pyridoxinová triáda, a tři příslušné 5'-fosfáty. Do pyridoxinové triády patří 4-hydroxymethylderivát (pyridoxol) (24), 4-formylderivát (pyridoxal) (25) a 4-aminomethylderivát (pyridoxamin) (26). [26]



Metabolicky aktivní formou je 5'-fosfát pyridoxalu, který je kofaktorem dekarboxylas, aminotransferas a jiných enzymů. Vitamin se účastní reakcí souvisejících s metabolismem bílkovin. [27]

Denní příjem vitamínu se pohybuje kolem 2 mg. Deficience se projevuje kožními problémy a nervovými poruchami. [27]

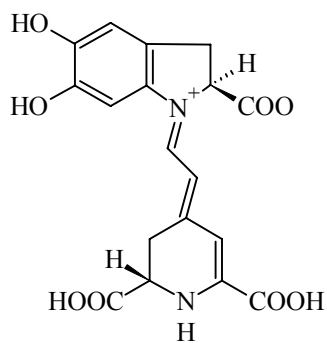
K fortifikaci se využívá syntetický hydrochlorid pyridoxolu (27). Nejčastěji se vitamínem obohacuje dětská výživa a v některých případech se přidává do bílé pšeničné mouky. [27]



Ztráty u potravin rostlinného původu, které obsahují stálejší pyridoxol, jsou malé. Naopak u potravin živočišného původu, které obsahují reaktivnější pyridoxal, jsou ztráty vyšší. Ztráty jsou především způsobeny vyluhováním a také reakcemi pyridoxalu s bílkoviny. [28]

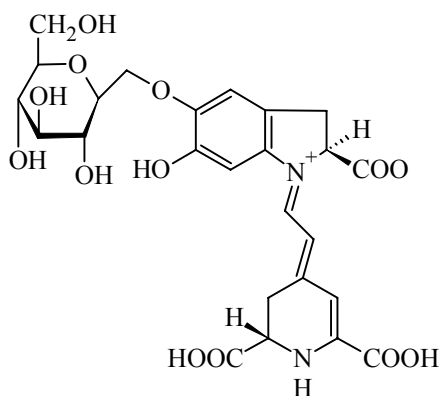
Betalainy jsou skupinou asi 70 ve vodě rozpustných červených, oranžových a žlutých barviv. Nejvýznamnější jsou barviva červené řepy – odrůdy druhu *Beta vulgaris*. Betalainy se rozdělují na 2 základní skupiny a to na červené betacyaniny a žluté betaxanthiny. [29]

Všechny dnes známé betacyaniny se vyskytují výhradně jako glykosidy. Hlavním aglykonem betacyaninů je betanidin (28). [29]



(28)

Dominujícím betakyanem je 5-O- β -D-glukosid betanidinu, (15S)-betanidin-5-O- β -D-glukopyranosid, který se nazývá betanin (29)(29). V legislativě [2] je označován číselným kódem E 162. Lze ho také najít pod názvem betaninová červeň. Betanin reprezentuje asi 75–95 % všech betakyanů řepy. [30]

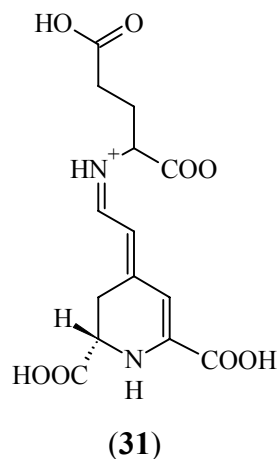
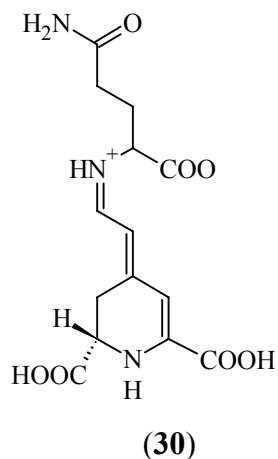


(29)

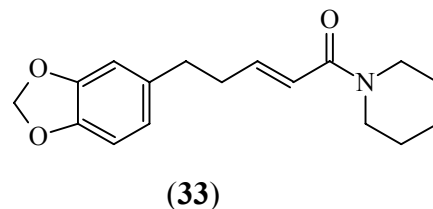
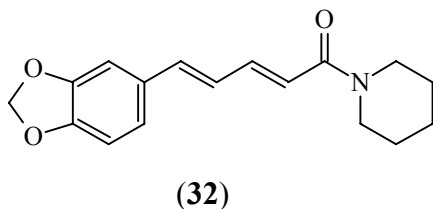
Betanin se jako barvivo se v práškové formě získává rozprašovacím sušením šťávy z červené řepy. Intenzita práškové barvy není příliš vysoká, ale odstín dodaný potravinám je modravě růžový. Betanin je také dodáván ve formě sirupu.

Betanin je stabilní při pH 3,0 až 7,0 a mimo tuto oblast dochází ke ztrátám. Záhřevem se mění červené zabarvení na světle hnědé. Degradaci barviva urychluje voda, vzduch i světlo. Z toho je možné odvodit, že je vhodné používat betanin především v potravinách s nízkým obsahem vody. Betanin se používá především k barvení potravin s kratší trvanlivostí, jako jsou mléčné a masné výrobky, a kyselých potravin, například nealkoholických nápojů. [31] Používá se k barvení nakládané zeleniny, ovocných pomazánek a podobných výrobků z ovoce, masných výrobků a paštik. [2]

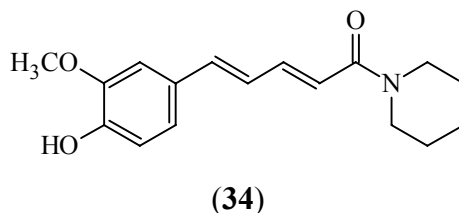
Betaxanthiny jsou dihydropyridinové deriváty, produkty kondenzace betalamové kyseliny s aminokyselinami nebo biogenními aminy. Vulgaxanthin I (30) reprezentuje asi 95 % žlutých barviv, zbytek tvoří vulgaxanthin II (31) .[30][31]



Alkaloid piperin je piperidid kyseliny piperové, čili 1-[(2E,4E)-5-(1,3-benzodioxol-5-yl)penta-2,4-dienoyl]piperidin (32) vykazuje spolu s příbuzným piperaninem (33) typickou štiplavost pepře. [32] Nejvyšší hladina piperinu v plodech pepře bývá většinou před plnou zralostí. Obsah piperinu se liší také původem (např. cejlonský pepř obsahuje až šestkrát více piperinu než pepř indický). Piperin působí jako stimulant centrální nervové soustavy a vykazuje slabé antipyretické a mutagenní účinky. [33]

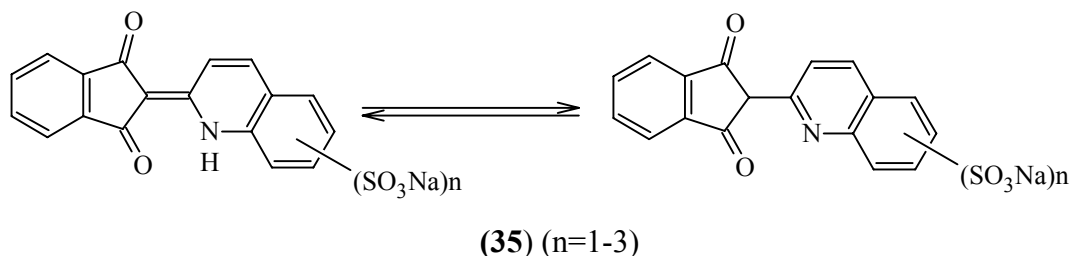


Sloučenina 34 vznikající z piperinu redukčním otevřením 1,3-dioxolového kruhu je aktivním antioxidantem. Na rozdíl od piperinu je bez pachu a nevyvolává pálivý vjem. [34] Tento přírodní piperidid (34) je používán jako látka k prodloužení údržnosti potravin. [35]



2.2.2 Chinolinová řada

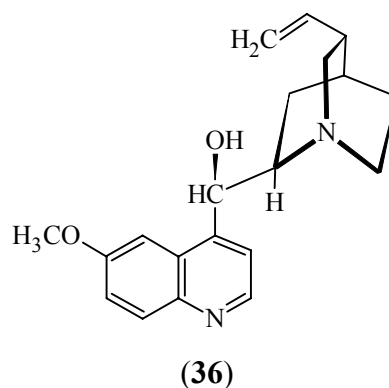
Chinolinová žlut'(35), je označována také číselným kódem [2] E 104 Chinolinová žlut' (Gelborange S).



Toto chinolinové barvivo může být používáno při barvení cukrovinek, kompotů nealkoholických nápojů, mražených krémů či hořčice. [2]

Hlavní alkaloid kůry chinovníku lékařského (*Cinchona officinalis*) a příbuzných druhů je chinin

(36), který tvoří asi 70 % celkového obsahu alkaloidů v uvedené surovině. [36]



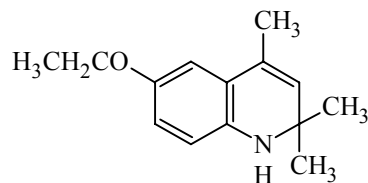
Molekula se skládá z chinolinového kruhu, na němž je v poloze 6' methoxylová skupina a v poloze 4' je vázán přes hydroxymethylenovou skupinu chinuklidinový bicyklický útvar s vinylovou skupinou v poloze 3. [36]

Chinin, připravovaný výhradně izolací z chinovníkové kůry ve formě hydrochloridu nebo sulfátu, nalezl uplatnění především v medicíně jako antimalarikum a antipyretikum. [37]

V potravinářství se používá jako standard hořkosti a jako hořčidlo tonizujících nealkoholických a alkoholických nápojů. Prahové hodnoty vjemu hořké chuti chininu jsou asi 10 mg.dm⁻³. Hodnota ADI hydrochloridu chininu pro dospělé osoby je 40mg.kg⁻¹. Nealkoholické nápoje obsahující chinin nejsou vhodné pro gravidní ženy, neboť způsobují riziko potratu. [37]

Jeho používání je omezeno legislativou. V nealkoholických nápojích je nejvyšší povolené množství $75 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ a v lihovinách je to $300 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$. [37]

Daleko méně se používají antioxidanty s dusíkatým heterocyklem, zejména pro větší toxicitu. Příkladem těchto antioxidantů je santokin (6-ethoxy-2,2,4-trimethyl-1,2-dihydrochinolin) (37), který se dnes používá v krmivářství. [38]

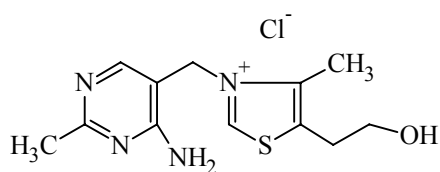


(37)

2.2.3 Pyrimidinová řada

Jako vitamin B₁ je v legislativě [2] uveden jednak thiamin-hydrochlorid, jednak hydroxokobalamin thiamin-mononitrát. Je ho také možno najít pod staršími názvy thiamin či aneurin.

Thiamin (38), chemický název 3-[(4-amino-2-methyl-5-pyrimidinyl)methyl]-5-(2-hydroxyethyl)-4-methylthiazolium chlorid. V molekule thiaminu je atom C-5 pyrimidinového kruhu spojen methylenovým můstkem s dusíkovým atomem thiazolového kruhu. Vitamin B₁ má povahu kvartérní báze a používá se nejčastěji ve formě chloridu (39). [39]



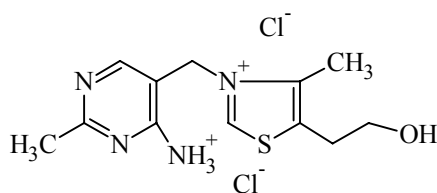
(38)

Thiamin je v čistém stavu krystalická látka, která je při laboratorní teplotě velmi dobře rozpustná ve vodě. Je značně termostabilní, především v kyselém prostředí. V neutrálním a alkalickém prostředí se snadno oxiduje na thiochrom popř. na thiamin-disulfid. [40]

V organismu se vyskytuje thiamin (38) volný, ale také jeho monofosfát, difosfát a trifosfát. Thiamin z potravy je esterifikován na thiamin-difosfát, který je kofaktorem významných enzymů souvisejících především s metabolismem sacharidů a také aminokyselin. [41]

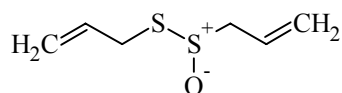
Denní potřeba thiaminu souvisí s množstvím sacharidů, které jsou přijaty s potravou. Platí, že na každých 1000 kcal energie získané z cukrů, je třeba 0,4 – 0,6 mg thiaminu. Nedostatek způsobuje psychické poruchy a nervová onemocnění. Avitaminosa je známa jako onemocnění beri-beri, vyskytující se v jihovýchodní Asii. Denní potřeba thiaminu je dostatečně kryta při vyvážené stravě.

Syntetickým thiamin-hydrochloridem (39) se fortifikují bílé pšeničné mouky, cereální snídaně a rýže.



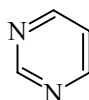
(39)

V potravinářském průmyslu se také využívají lipofilní deriváty thiaminu, které vykazují vyšší vitaminovou aktivitu. Významné jsou deriváty s otevřeným thiazolovým cyklem, kde je na atom síry vázán lipofilní substituent. Používají se zejména allithiaminy vznikající reakcí thiaminu s allicinem (40), a jeho analogy. [42]



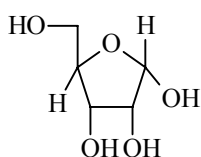
(40)

Pyrimidinové ribonukleotidy jsou tvořeny pyrimidinovou dusíkatou heterocyklickou bází (41), sacharidem a molekulami kyseliny fosforečné. [43]

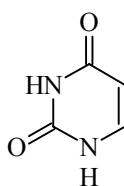


(41)

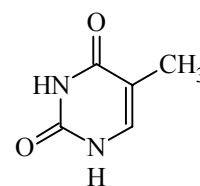
V ribonukleotidech tvoří cukernou složku D-ribose (42). [44] V pyrimidinových ribonukleotidech se vyskytují dva zástupci pyrimidinových derivátů – uracil (43) a cytosin (44). [43]



(42)



(43)



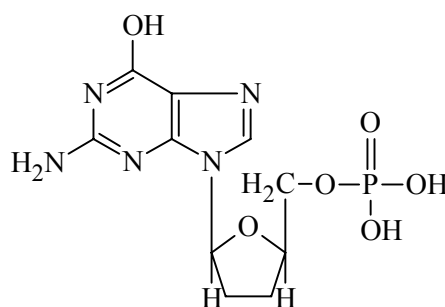
(44)

Mezi ribonukleotidy řadíme Cytidin-5'-monofosfát, (CMP) a Uridinin-5'-monofosfát, (UMP). [45]

Soli ribonukleotidů řadíme mezi intenzifikátory či potenciátory aroma. [46]

2.2.4 Purinová řada

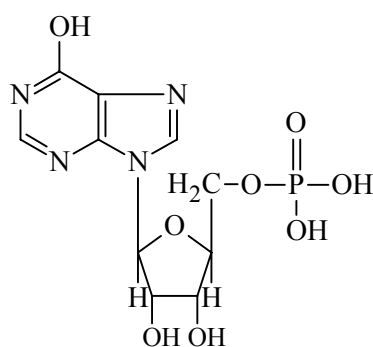
Číselný kód E 626 je v legislativě [2] označení pro kyselinu guanylovou (45). Tato kyselina se používá především jako látka zesilující účinek L-glutamové kyseliny.



(45)

Do této skupiny látek patří guanylát sodný, E 627, guanylát draselný, E 628 a guanylát vápenatý, E 629. Tyto soli kyseliny guanylové se používají jako koření a ochucovací přípravky. K této kategorii látek přiřazujeme i kyselinu inosinovou, E 630 a její soli (inosinát sodný, E 631, inosinát draselný, E 632, inosinát vápenatý, E 633)[2]

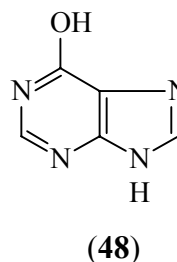
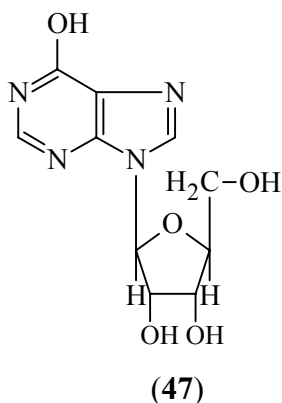
Bylo prokázáno že sodné a dvojsodné soli kyselin 5'-inosinové (46) a 5'-guanylové jsou látky podílející se na chuťových vlastnostech masa. Prahové koncentrace těchto látek se pohybují mezi 0,012% až 0,0035%. Tyto koncentrace se značně snižují, je-li v roztoku přítomna glutamová kyselina. [47]



(46)

Guanylová kyselina je asi 2,5 až 5,5 krát účinnější než inosinová kyselina. Tento poměr ovšem kolísá v závislosti na obsahu dalších látek obsažených v potravine. [48]

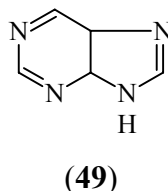
Inosinová kyselina, hlavní zástupce ribonukleotidů v mase je enzymově štěpena na inosin (47), který je sensoricky neúčinný, ale hypoxanthin (48), který vzniká jeho hydrolytickým štěpením, vykazuje hořkou chuť, typickou pro chuť rybiho masa po delší době skladování. [48]



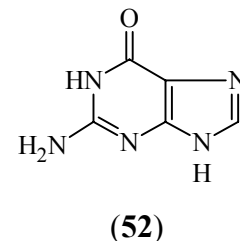
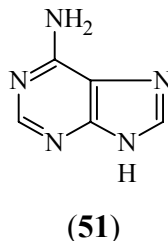
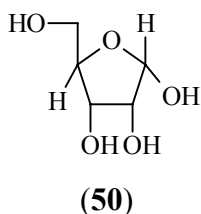
Vápenaté soli 5'-ribonukleotidů v legislativě [2] nalezneme pod číselným kódem E 634 a sodné soli 5'-ribonukleotidů pod kódem E 635.

Nukleotidy jsou tvořeny třemi hlavními sloučeninami, které lze ve volné formě získat kompletní hydrolyzou. Skládají se z purinové

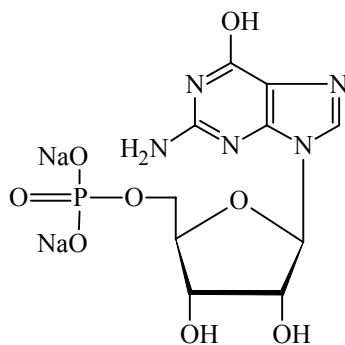
(49) dusíkaté heterocyklické báze, sacharidu a z molekul kyseliny fosforečné. [43]



Cukerná složka (50) . spojená N-glykosidovou vazbou s dusíkem purinové báze tvoří heteroglykosid, který je obecně nazýván ribonukleosidem. [44] V ribonukleotidech se standardně vyskytují dva zástupci purinové báze – adenin (51) a guanin (52). [43]



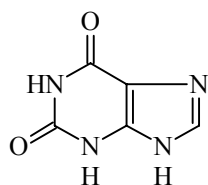
Mezi ribonukleotidy řadíme adenosin-5'-monofosfát, (AMP) a guanosin-5'-monofosfát, (GMP) (53). [45]



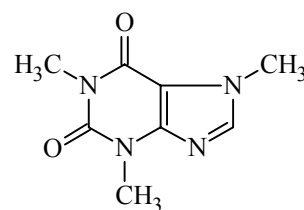
(53)

Soli purinových ribonukleotidů mají stejné využití jako soli pyrimidinových ribonukleotidů (viz kapitola 2.2.3 pyrimidinová řada). [46]

Purinové alkaloidy jsou methylderiváty xanthinu (54). Nejrozšířenější z nich je 1,3,5-trimethylxanthin (55) nazývaný triviálně kofein. [37]



(54)

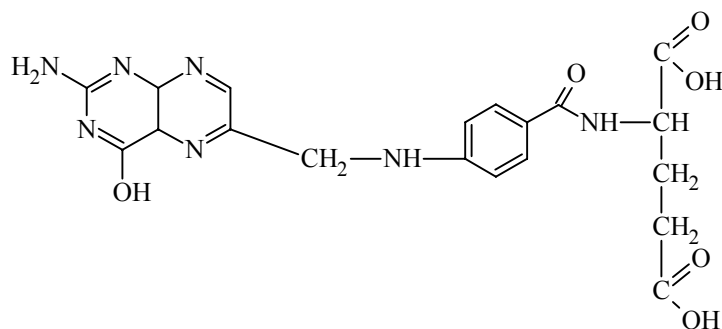


(55)

Kofein získaný extrakcí organickými rozpouštědly při výrobě bezkofeinové kávy se využívá k obohacování kolových nealkoholických nápojů nebo ve farmacii. V současných kolových nápojích, kromě kofeinu získaného při výrobě bezkofeinové kávy, bývá obvykle také kofein pocházející z ořechů některých druhů koly, hlavně koly zašpičatělé (*Cola acuminata*) a koly lesklé (*Cola nitida*), kde je jeho obsah 1,5-2,5%. Kofein se řadí mezi látky chuťové a povzbuzující. Pro nealkoholické nápoje se může používat v nejvyšším povoleném množství $250 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ a u energetických nápojů v množství $320 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$. [49]

2.2.5 Pteridinová řada

Synonymem kyseliny listové je v legislativě kyselina pteroylmonoglutamová. [13] Dále se používá název kyselina folová, systematický název je například N-(2-amino-4-hydroxy-6-pteridylmethyl)-*p*-aminobenzoylglutamová kyselina (56). [50]



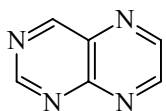
(56)

Pro její biologicky aktivní deriváty se užívá název folacin. Vitamin je kofaktorem uplatňujícím se především v metabolismu aminokyselin, purinových a pyrimidinových nukleotidů. [51]

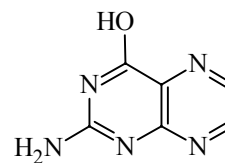
Doporučený denní příjem činí 200 μg . Většinou je ve výživě nedostatečně pokryt. Deficience se projevuje anémií. Kyselina listová je důležitá pro účinek vitamínu B₁₂.

Pro obohacování potravin se používají syntetické a relativně stabilní formy vitamínu označované jako 5-formyltetrahydrofolát a 5-methyltetrahydrofolát. [52]

Základním skeletem pterinových pigmentů je pteridin (57). Pteridin substituovaný v poloze 2 aminoskupinou a v poloze 4 hydroxyskupinou se nazývá pterin (58). [53]

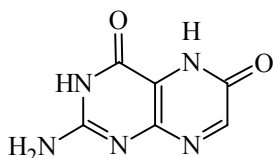


(57)

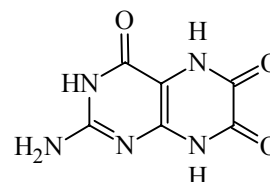


(58)

Významnými pterinovými barvivy jsou žlutý xanthopterin (59) a bílý leukopterin (60). Další žluté, oranžové a červené pteriny se nacházejí jako pigmenty korýšů, ryb, obojživelníků a plazů. Tato skupina pigmentů se nepoužívá jako barvivo, jde o přirozené barevné pigmenty hmyzu a vodních živočichů. [53]



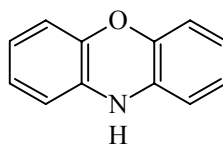
(59)



(60)

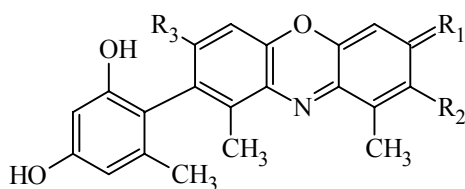
2.2.6 Fenoxazinová řada

Fenoxazinová barviva jsou sloučeniny strukturně odvozené od fenoxazinu (**61**). Fenoxaziny se vyskytjí hlavně v lišejnících a to nejčastěji v podobě nebarevných prekurzorů. [53]

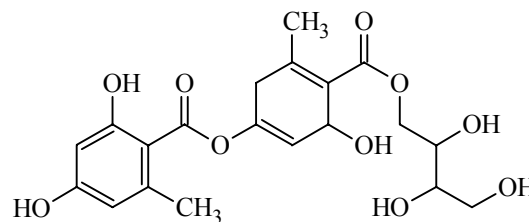


(61)

Důležitou skupinou fenoxazinů jsou tzv. orceinová barviva známá jako orchil. Orchil je purpurový až červenofialový pigment získávaný z lišejníků rodů *Roccella* a *Orchella*. Základním pigmentem orchilu je purpurový orcein. Je směsí různých hydroxy- a aminofenoxyzonů (**62**) (substituenty jsou H, OH nebo NH₂). Jeho prekurzorem v lišejnících je depsid erythrin (**63**). Barvivo je velmi málo rozpustné ve vodě, ale dobře rozpustné v ethanolu. Sulfonací orceinu se připravuje barvivo rozpustné ve vodě, které se používá pro barvení nealkoholických nápojů a cukrovinek.[54]



(62)



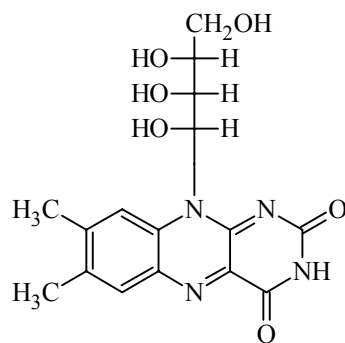
(63)

2.2.7 Benzo[g]pteridinová řada

Riboflavin, v legislativě [2] ho můžeme najít buďto pod číselným kódem E 101, nebo pod názvy riboflavin a riboflavin-5'-fosforečnan. Možný je i název riboflavin a laktoflavin

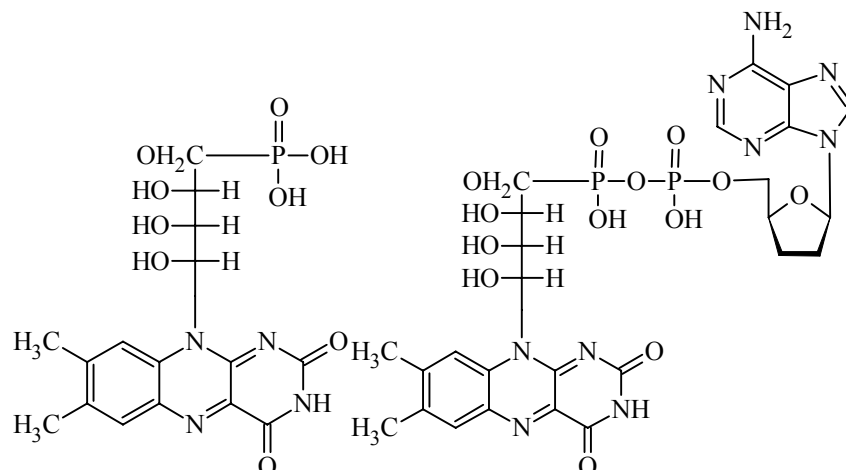
Struktura této látky(66) byla poprvé navržena v roce 1934 a o rok později potvrzena úplnou syntézou. [55]

Základem struktury je isoalloxazinové jádro, tedy struktura benzo[g]pteridin-2,4(3H,10H)-dionu, na které je v poloze 10 vázána D-ribo-2,3,4,5-tetrahydroxypentylóvá skupina (64). [56]



(64)

Riboflavin, 7,8-dimethyl-10-(1'-D-ribityl)isoalloxazin se vyskytuje volný např. v mléce, převážně však existuje ve formě riboflavin-5'- fosfátu neboli flavinmononukleotidu (65), ve formě flavinadenindinukleotidu (66) a kovaletně vázaného riboflavinu.[56]



(65)

(66)

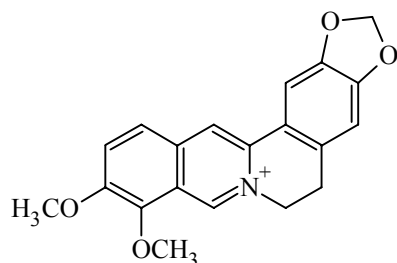
Riboflavin jako vitamin je používán za účelem fortifikace do pšeničných mouk a cereálních výrobků. [57]

Riboflavin se jako přírodní či přírodně identické oranžovožluté až žlutozelené barvivo používá k barvení zeleniny, pro cereální výrobky, cukrovinky, pudinky, zmrzliny, ovocné nápoje. [57] Typicky žlutě zabarvuje sýry a máslo. Jako barvivo se využívá zřídka, spíše je využíván jako vitamin. Používání tohoto barviva je v ČR povoleno, výjimku tvoří pouze dětská výživa. [2]

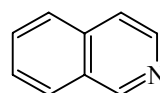
Hydroxylové skupiny ribitolu mohou být snadno esterifikovány karboxylovými kyselinami. Tetraburytát riboflavinu je použitelný jako antioxidant. [57]

2.2.8 Ostatní

Jako žluté barvivo a hořčidlo alkoholických nápojů nalezl v některých zemích použití alkaloid berberin (též umbellatin) (67), odvozený od isochinolinu (68). Vyskytuje se v množství asi 1 % ve všech částech dřeviny obecného (*Berberis vulgaris*). [18]



(67)

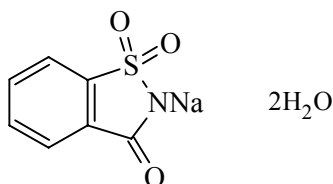


(68)

Berberin vykazuje antibakteriální, sedativní a laxativní účinky. Pro poměrně vysokou toxicitu a vedlejší účinky je jeho použití v řadě zemí omezeno [18] Nejvyšší povolené množství berberinu v alkoholických nápojích je $10 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$. [58]

Sacharin (69) můžeme v legislativě [2] najít pod číselným kódem E 954. Jeho chemický název je dihydrát sodné soli 1,1-dioxo-1,2-benzisothiazol-3(2H)-onu. [59]

Sacharin tvoří bílé krystalky nebo bílý krystalický prášek vytvářející solný povlak na povrchu krystalů, bez zápachu nebo se slabým pachem, mající intenzivně sladkou chuť i ve velmi zředěných roztocích. Sacharin je přibližně 300–500 krát sladší než sacharoza. [60] Velké rozmezí uváděné sladivosti je způsobeno obtížnou senzorkou analýzou, kterou ovlivňuje hořká příchut' sacharinu. [61] V organismu se nemetabolizuje a rychle se vylučuje do moči. [62] Proto není pro organismus zdrojem energie. Je snadno rozpustný ve vodě a velmi málo rozpustný v ethanolu. [60]



(69)

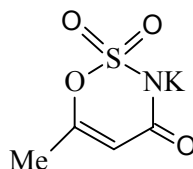
Sacharin je prvním průmyslově vyráběným sladidlem. Byl objeven roku 1879. Používá se buď samotný v podobě tablet a v kapalném stavu nebo v kombinaci s dalšími sladidly. [62] V 70. letech 20. století byly provedeny výzkumy na laboratorních zvířatech, které poukázaly na karcinogenitu sacharinu, na jeho schopnost vyvolávat nádory

močového měchýře, žlučníku, dělohy. Na základě těchto studií FDA v roce 1977 sacharin zakázala. poté probíhaly další výzkumy, které však nepotvrdily škodlivost sacharinu na lidské zdraví, resp. bylo potvrzeno to, že mechanismus, jímž zmíněné nádory vznikají u krys a myší, u lidí nefunguje.[61] Proto byly omezení a zákazy dne 15. 12. 2000 odvolány. V ČR se smí sacharin používat. [62]

Denní přípustné množství je 5 mg na 1 kg hmotnosti. [61]

Pod číselným kódem E 950 v legislativě [2] nalezneme Acesulfam K.

Acesulfam K (70), draselná sůl 6-methyl-1,2,3-oxathiazin-4(3H)-on-2,2-dioxidu je slabě nahořklé syntetické sladidlo. [63] Je tepelně stabilní a také se hodí pro tepelné zpracování. Je 200 krát sladší než sacharosa.



(70)

Acesulfam byl objeven v Německu roku 1967. V roce 1988 byl FDA uznán jako stolní sladidlo a vhodný pro použití při přípravě pečiva, mraženého zboží, nápojů a cukrovinek.[62] Denní přípustné množství je 9 mg na 1 kg hmotnosti. [61]

Nejvyšší povolená množství náhradních sladidel v různých potravinách [2] jsou uvedena v tabulce č. 3.

PŘÍLOHY

Tabulka č. 1 – kategorie přídatných látek [1]

kategorie	Popis
ANTIOXIDANTY	Tyto látky prodlužují údržnost potravin a chrání je proti zkáze způsobené oxidací, jejímiž projevy jsou např. žluknutí tuků.
BARVIVA	Látky udělující potravině barvu.
KONZERVANTY	Látky prodlužující údržnost potravin.
KYSELINY	Látky zvyšující kyselost.
REGULÁTORY KYSELOSTI	Látky měnící či udržující kyselost či alkalitu potravin.
TAVÍCÍ SOLI	Látky měnící vlastnosti bílkovin při výrobě tavených sýrů za účelem zamezení oddělování tuku.
KYPŘÍCÍ LÁTKY	Látky nebo směsi látek, které vytváří plyny a tak zvyšují objem těsta.
NÁHRADNÍ SLADIDLA	Látky udělující potravině sladkou chuť.
LÁTKY ZVÝRAZŇUJÍCÍ CHUŤ A VŮNI	Látky, které zvýrazní již existující chuť a vůni.
ZAHUŠŤOVADLA	Látky zvyšující viskozitu potravin.
ŽELÍRUJÍCÍ LÁTKY	Látky udílející potravině texturu tím, že vytvářejí gel.
MODIFIKOVANÉ ŠKROBY	Látky získávané výlučně chemickým zpracováním nativních škrobů.
STABILIZÁTORY	Látky udržující fyzikální vlastnosti potravin.
EMULGÁTORY	Látky umožňující tvorbu stejnorodé směsi dvou nebo více nemísitelných fází.
NOSIČE A ROZPOUŠTĚDLA	Látky používající se k rozpouštění, ředění, disperzi a jiné fyzikální úpravě.
PROTISPÉKAVÉ LÁTKY	Látky snižující tendenci jednotlivých částic potravin ulpívat vzájemně na sobě.
LEŠTÍCÍ LÁTKY	Látky, které po nanesení udělují potravině lesklý vzhled nebo vytváří ochranný povlak.
BALÍCÍ PLYNY	Plyny, jiné než vzduch, které se zavádí do obalů před, během nebo po plnění potravinu do obalu.
PROPELANTY	Plyny, jiné než vzduch, které vytlačují potraviny z obalu.
ODPĚŇOVAČE	Látky zabraňující tvoření pěny nebo snižující pění.
PĚNOTVORNÉ LÁTKY	Látky umožňující vytváření stejnorodé disperze plynné fáze v kapalné nebo tuhé potravině.

kategorie	Popis
ZVLHČUJÍCÍ LÁTKY	Látky, které chrání potravinu před vysycháním a látky, které podporují rozpouštění práškovitých potravin ve vodném prostředí.
PLNIDLA	Látky přispívající k objemu potravin aniž by zvyšovaly energetickou hodnotu potraviny.
ZPEVNŮJÍCÍ LÁTKY	Látky, které činí tkáň ovoce a zeleniny pevnými nebo křehkými, nebo tuto vlastnost udržují
SEKVESTRANTY	Látky vytvářející chemické komplexy s ionty kovů
LÁTKY ZLEPŠUJÍCÍ MOUKU	Látky jiné než emulgátory, které jsou přidávány za účelem zlepšení pekařské kvality

Tabulka č.2 – Barva chlorofylů a jejich rozkladných produktů

PIGMENT	BARVA
chlorofyl <i>a</i>	modro-zelená
chlorofyl <i>b</i>	zelená
chlorofyl <i>c</i>	žluto-zelená
chlorofyl <i>d</i>	modro-zelená
feofytin <i>a a b</i>	olivově-hnědá
chlorofylid <i>a a b</i>	Zelená
feoforbid <i>a a b</i>	olivově-hnědá

Tabulka č. 3 – Nejvyšší povolená množství náhradních sladidel v různých potravinách
[2]

název potraviny	NPM mg.l-1 resp. mg.kg-1	
	Acesulfam K	Sacharin
ochucené nealko nápoje se sníženým obsahem využitelné energie nebo bez přidaného cukru a nápojové koncentráty pro přípravu těchto nápojů	350	80
nápoje na bázi mléka a mléčných výrobků, ovocné šťávy se sníženým obsahem využitelné energie nebo bez přidaného cukru a nápojové koncentráty pro přípravu těchto nápojů	350	80
nealkoholické pivo	350	80
deserty na bázi mléka a mléčných přípravků, vody, vajec, obilovin, tuku, ovoce a zeleniny se sníženým obsahem využitelné energie nebo bez přidaného cukru	350	100
snacky na bázi škrobu a ořechů	350	100
zmrzliny, mražené krémy se sníženým obsahem využitelné energie nebo bez přidaného cukru	800	100
kompoty, ovocné a zeleninové přípravky se sníženým obsahem využitelné energie nebo bez přidaného cukru	350	200
ovocné pomazánky se sníženým obsahem využitelné energie nebo bez přidaného cukru	1000	200
ovoce a zeleniny ve sladkokyselém nálevu	200	160
cukrovinky bez přidaného cukru	500	500
cukrovinky na bázi kaka, nebo sušeného ovoce se sníženým obsahem využitelné energie nebo bez přidaného cukru	500	500
pomazánky na bázi kaka, mléka, tuku nebo sušeného ovoce se sníženým obsahem využitelné energie	1000	200
cukrovinky na bázi škrobu se sníženým obsahem využitelné energie nebo bez přidaného cukr	1000	300
žvýkačky bez přidaného cukru	2000	1200
pivo	350	80

název potraviny	NPM mg.l-1 resp. mg.kg-1	
	Acesulfam K	Sacharin
studené omáčky	350	160
hořčice	350	320
jemné a trvanlivé pečivo, cukrářské výrobky pro speciální nutriční účely	1000	170
sladkokyselém konzervy a polokonzervy a marinády z ryb, korýšů, a měkkýšů	200	160
potraviny pro zvláštní lékařské účely	450	200
potraviny určené ke snižování hmotnosti	450	240
stolní sladidla	neomezeno	neomezeno
polévky se sníženým obsahem energie	110	110
cukrovinky pro osvěžení dechu bez přidaného cukru	2500	3000
alkoholické nápoje obsahující méně než 15% alkoholu	350	80
kornouty a oplatky ke zmrzlině a mraženým krémům bez přidaného cukru	2000	800

ZÁVĚR

Potravinářská aditiva používaná od nepaměti měnila během let svoji podobu i účel za kterým byla používána. Dříve se do pokrmů přidávaly látky, které především ovlivňovaly vzhled a chuť. Tato aditiva byla dříve čistě přírodní a často jsou v tomto stavu používána dodnes. Jsou to především barviva a ochucovací látky jako je koření. Cena těchto aditiv však byla poměrně vysoká a jejich používání bylo spojeno s postavením ve společnosti.

Během první poloviny dvacátého století se pomalu měnil charakter potravin a to i v závislosti válečných konfliktů a s tím související potřeby vytvořit nízkonákladové avšak vzhledově a chuťově přijatelné potraviny. V tomto období byla vytvořena či objevena aditiva, která dobře plnila své funkce, avšak jejich pořizovací cena byla poměrně nízká. Příkladem těchto cíleně vyvíjených aditiv mohou být barviva, emulgátory a želírující přípravky.

Objevování přídatných látek bylo vynucováno také proto, že výroba přírodního aditiva byla poměrně nákladná a nebo také sezónní, jako je tomu například u výroby cukru s cukrové řepy. Proto snahou nahradit sladkou chuť sacharosy byla vytvořena syntetická sladidla, která několikanásobně převyšují sladivost sacharosy a mohou být do potravin přidáváná v menším objemovém množství. Zástupcem může být uveden sacharin objeven již roku 1879 a nebo také acesulfam K, který byl objeven v roce 1967.

V druhé polovině dvacátého století se dále rozvíjel trh s potravinářskými produkty. Potravinářské suroviny, které se spíše konzumovaly v původním stavu, byly opracovávány a tím byla dána potřeba uchovat tyto potraviny po delší dobu. Původním důvodem byla nutnost dodávat velké množství potravin populaci, která byla soustřeďována do městských komplexů. Později si spotřebitelé přivykli na širokou škálu potravin dostupnou během celého roku.

Ke konci dvacátého století se díky přílivu zahraničních produktů na náš trh ještě více rozšířila nabídka potravin a v souvislosti s tím i škála použitých aditiv.

V posledních letech se v závislosti s růstem životní úrovně obyvatelstva a také změny životního stylu začaly objevovat potraviny instantního typu a také různé polotovary, obecně řečeno potraviny vyžadující poměrně krátký čas k přípravě. Výroba a skladování takových potravin vyžaduje přidavek různých chemických látek, které zajistí jejich bezpečnost ve smyslu mikrobiologické nezávadnosti a zachování jejich výživové hodnoty.

Stále oblíbenější jsou také funkční potraviny, potraviny se zvýšeným fyziologickým účinkem. Obohacují se např. o minerální látky, vitaminy nebo se naopak snižuje obsah tuků či cukrů v potravinech což by bez použití aditiv nebylo možné.

Se vzrůstajícím počtem aditiv byl vytvořen již zmiňovaný systém E kódů a také byla stanovena maximální množství aditiv přidávaných do potravin.

Ve skupině dusíkatých heterocyklických sloučenin nalezneme několik významných aditiv používaných jako barviva, která dodají potravinech atraktivnější vzhled pro zákazníka. Barviva můžeme považovat za jedny z nejstarších aditiv cíleně dodávaných do potravin. Používání souvisí především se snahou dosáhnout maximálně žádoucí ale i přirozené barvy pro potravinu. Syntetická barviva výhodná především stálostí barvy a nízkou cenou jsou dobře rozpustná ve vodě. Nejvíce jsou zastoupena barviva obsahující sulfonové, karboxylové a hydroxy-skupiny. Jako zástupce můžeme jmenovat azobarvivo tartrazin. Z přírodních barviv je to skupina hemových barviv odvozená od pyrrolu. Například lze vzpomenout tetrapyrrolové barvivo chlorofyl a hemoglobin používaný v masném průmyslu.

Látky upravující aroma jsou největší skupinou látek, proto se rozděluje na další podskupiny. Velmi známá je skupina náhradních sladidel a zde čistě syntetické látky acesulfam K a sacharin. Mezi intenzifikátory aroma patří 5' nukleotidy.

Mezi dusíkaté heterocyklické sloučeniny patří také některé vitaminy. Jsou to velmi významné látky, které jsou buď přirozenou složkou potravin, nebo se do potravin přidávají za účelem fortifikace. Některé látky z této skupiny však nemají jenom funkci vitamínu. Příkladem je riboflavin, který je jak vitamínem tak i žlutozeleným barvivem.

Lze říci, že existuje nespočetné množství aditivních látek, které jsou již buď hojně využívány anebo je jejich používání teprve u zrodu. Trendy převládající v naší společnosti neustále nutí výrobce potravin, aby na trh přicházeli s novinkami, které usnadní a zlepší stravovací návyky obyvatelstva. Díky tomu se budou neustále hledat nové alternativy použití jak přírodních, tak syntetických látek k obohacení, oživení a větší rozmanitosti potravinářských produktů.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] Český chmel: atlas odrůd [online]. [cit. 2004-10-15]. Dostupný z URL: <<http://www.agronavigator.cz/attachments/>>
- [2] VYHLÁŠKA Ministerstva zdravotnictví ze dne 29. ledna 2002, kterou se stanoví chemické požadavky na zdravotní nezávadnost jednotlivých druhů potravin a potravinových surovin, podmínky použití látek přídatných, pomocných a potravních doplňků, č. 53/2002 Sb
- [3] VELÍŠEK, Jan. Chemie potravin. 2. vyd., Tábor: OSSIS, 2002. 1032 s. ISBN 80-86659-03-8
- [4] Ref. [3], 3. díl, s.262 -263
- [5] Ref. [3], 3. díl, s. 1.
- [6] Ref. [3] 3. díl, s. 7
- [7] Ref. [3] 3. díl, s. 10
- [8] Ref.[3] 3. díl, s. 8
- [9] Ref.[3] 3. díl, s. 9
- [10] Ref.[3] 3. díl, s. 2
- [11] Ref.[3] 3. díl, s. 3
- [12] Ref.[3] 3. díl, s. 12
- [13] Příloha 1-4 k vyhlášce Ministerstva zdravotnictví ze dne 29. ledna 2002, kterou se stanoví chemické požadavky na zdravotní nezávadnost jednotlivých druhů potravin a potravinových surovin, podmínky použití látek přídatných, pomocných a potravních doplňků, č. 53/2002 Sb
- [14] Ref.[3], 2. díl, s. 26
- [15] Ref.[3] , 2. díl, s. 27
- [16] ČERVINKA, Otakar. Chemie organických sloučenin (2), Praha: SNTL, 1987. 1052 s. ISBN. s.358-359
- [17] Ref.[3] , 3. díl, s. 16
- [18] Ref.[3] , 3. díl, s. 17
- [19] Ref.[3] , 3. díl, s. 154
- [20] Ref.[3] , 3. díl, s. 157
- [21] Ref.[3] , 2. díl, s. 21
- [22] Ref.[3] , 3. díl, s. 152
- [23] ČERVINKA, Otakar. Chemie organických sloučenin (2), Praha: SNTL, 1987. 1052 s. ISBN. s.612
- [24] Ref.[3] , 2. díl, s. 12
- [25] Ref.[3] , 2. díl, s. 13
- [26] DAVIDEK, J, JANÍČEK, G, POKORNÝ, J. Chemie potravin, 1. vyd., Praha: SNTL, 1983. 629 s., s.151
- [27] Ref.[3] , 2. díl, s. 15
- [28] Ref.[3] , 2. díl, s. 16
- [29] Ref.[3] , 3. díl, s. 13
- [30] Ref.[3] , 3. díl, s. 14
- [31] Ref.[3] , 3. díl, s. 15
- [32] Ref.[3] , 3. díl, s. 77
- [33] Ref.[3] , 3. díl, s. 78
- [34] Ref.[3] , 3. díl, s. 168
- [35] Ref.[3] , 3. díl, s. 165

-
- [36] Ref.[3] , 3. díl, s. 82
- [37] Ref.[3] , 3. díl, s. 83
- [38] Ref.[3] , 3. díl, s. 164
- [39] ČERVINKA, Otakar. Chemie organických sloučenin (2). Praha: SNTL, 1987. 1052 s. ISBN.s.608
- [40] DAVÍDEK, J, JANÍČEK, G, POKORNÝ, J. Chemie potravin, 1. vyd., Praha: SNTL, 1983. 629 s., s.139
- [41] DAVÍDEK, J, JANÍČEK, G, POKORNÝ, J. Chemie potravin, 1. vyd., Praha: SNTL, 1983. 629 s., s.141
- [42] Ref.[3] , 2. díl, s. 4
- [43] prof. Ing. Ignác HOZA, Csc., Ing. Daniela KRAMÁŘOVÁ, Ph.D., Potravinářská biochemie I., s.142
- [44] prof. Ing. Ignác HOZA, Csc., Ing. Daniela KRAMÁŘOVÁ , Ph.D., Potravinářská biochemie I., s.145
- [45] prof. Ing. Ignác HOZA , Csc., Ing. Daniela KRAMÁŘOVÁ , Ph.D., Potravinářská biochemie I., s.148
- [46] Ref.[3] , 3. díl, s. 184
- [47] DAVÍDEK, J, JANÍČEK, G, POKORNÝ, J. Chemie potravin, 1. vyd., Praha: SNTL, 1983. 629 s., s. 435-436
- [48] DAVÍDEK, J, JANÍČEK, G, POKORNÝ, J. Chemie potravin, 1. vyd., Praha: SNTL, 1983. 629 s., s.436
- [49] Ref.[3] , 3. díl, s. 84
- [50] DAVÍDEK, J, JANÍČEK, G, POKORNÝ, J. Chemie potravin, 1. vyd., Praha: SNTL, 1983. 629 s., s.147
- [51] Ref.[3] , 2. díl, s. 22
- [52] Ref.[3] , 2. díl, s. 23
- [53] Ref.[3] , 3. díl, s. 18
- [54] Ref.[3] , 3. díl, s. 19
- [55] ČERVINKA, Otakar. Chemie organických sloučenin (2). Praha: SNTL, 1987. 1052 s., s.610
- [56] Ref.[3] , 2. díl, s. 9
- [57] Ref.[3] , 2. díl, s. 10
- [58] Ref.[3] , 3. díl, s. 176
- [59] Ref.[3] , 3. díl, s. 177
- [60] www.bonega.cz/chempotr/sacharin.htm
- [61] www.abcgastro.cz
- [62] www.nutris.net/sladidla.doc
- [63] Ref.[3] , 3. díl, s. 176

Seznam použitých symbolů a zkratk

ADI	Akceptovatelný denní příjem
AFC	Skupina expertů EFSA pro vyhodnocování zdravotní nezávadnosti potravinářských aditiv
CA	Codex Alimentarius
CCFAC	Výbor pro potravinářská aditiva a kontaminanty
EFSA	Evropský úřad pro bezpečnost potravin
EU	Evropská unie
FAO	Organizace pro potraviny a zemědělství
FDA	Úřad pro potraviny a léky
INS	Mezinárodní systém číslování
JECFA	Spojený výbor expertů pro potravinářská aditiva
QS	Nejnižších množství, která jsou nezbytná k dosažení požadovaného technologického účinku
RASFF	Systém rychlého varování pro potraviny a krmiva
SCF	Vědecký výbor pro potraviny
SZÚ	Státní zdravotnický ústav
WHO	Světová zdravotnická organizace

SEZNAM PŘÍLOH

Tabulka č. 1 - Kategorie přídatných látek.....	36
Tabulka č. 2 - Barva chlorofylů a jejich rozkladných produktů	38
Tabulka č. 3 - Nejvyšší povolená množství náhradních sladidel v různých potravinách..	39