

# **Použití přírodních barviv pro vybrané výrobky z ovoce**

Bc. Magdalena Slanicayová

---

Diplomová 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 DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Magdaléna SLANICAYOVÁ**  
Osobní číslo: **T09662**  
Studijní program: **N 2901 Chemie a technologie potravin**  
Studijní obor: **Technologie, hygiena a ekonomika výroby potravin**

Téma práce: **Použití přírodních barviv pro vybrané výrobky z ovoce**

Zásady pro vypracování:

### I. Teoretická část

- Stručně pojednejte o složení ovoce se zaměřením na barviva.
- Uvedte základní fyzikální aspekty týkající se světla a barev.
- Popište použití barviv v potravinářských výrobcích zejména z ovoce a zeleniny.
- Přehledně rozeberte analytické metody pro důkazy a stanovení vybraných přírodních a syntetických barviv.

### II. Praktická část

- Navrhněte náhradu syntetických barviv omezených současnou legislativou EU, přírodními barvivy ve vybraných výrobcích z ovoce.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

**Seznam doporučené literatury:** [1] KYZLING, V., Principles of food preservation, ELSEVIER Amsterdam-Oxford-New York-Tokyo 1990, ISBN 0-444-98844-0.

[2] KUBÁŇ, V., KUBÁŇ, P., Analýza potravin, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně 2007, ISBN 978-80-7375-036-7.

[3] VIK, M., Základy měření barevnosti, Technická univerzita v Liberci 1995, ISBN 80-7083-162-6.

Vedoucí diplomové práce:

**Ing. Pavel Valášek, CSc.**

Ústav biochemie a analýzy potravin

Datum zadání diplomové práce:

**25. února 2011**

Termín odevzdání diplomové práce:

**20. května 2011**

Ve Zlíně dne 21. března 2011

doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.  
*děkan*



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

Příjmení a jméno: .....

Obor: .....

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

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

Ve Zlíně .....

.....

---

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## **ABSTRAKT**

Tato práce se zabývá potravinářskými barvivy. Cílem teoretické části je popsat fyzikální aspekty týkající se světla a barev. Teoretická část také popisuje přírodní a syntetická barviva používaná pro barvení potravin v souvislosti se současnou legislativou ČR a EU. Praktická část je vypracována pro potřeby společnosti Linea Nivnice, a.s. Zabývá se náhradou syntetických barviv (omezených současnou legislativou EU) barvivy přírodními. Následně je zkoumána barevná stálost přírodních barviv ve vybraných výrobcích z ovoce. Bylo také provedeno sensorické hodnocení dětské jahodové výživy u neškolených konzumentů.

Klíčová slova: světlo, barva, barvivo, přídatná látka, esarot, esablaurot, sirup, dětská výživa, trend

## **ABSTRACT**

This paper deals with food dyes. The aim of a theoretical part is to describe physical aspects of light and color. The theoretical part also describes natural and synthetic dyes used for coloring foods, with respect to a current legislation of the CR and the EU. The practical part is prepared for the needs of the company Linea Nivnice, a.s. It deals with a replacement of synthetic dyes (restricted by a current EU legislation) by natural dyes. Consequently, color fastness of natural dyes in selected fruit products is examined. It was also subjected to sensory evaluation of child nutrition in strawberry untrained consumers.

Keywords: light, color, coloring, additives, esarot, esablaurot, syrup, baby food, trend

Na tomto místě bych chtěla poděkovat vedoucímu mé diplomové práce doc. Ing. Pavlu Valáškoví, CSc. za odborné vedení práce, ochotu a pomoc při sepisování diplomové práce. Touto cestou bych také chtěla poděkovat paní Jaroslavě Řemenovské za pomoc a ochotu při získávání dat chemické analýzy.

V neposlední řadě bych poděkovala společnosti Linea Nivnice a společnosti Esarom za obstarání všech vzorků.

Velké díky patří celé mé rodině, která mě v průběhu studia podporovala.

Prohlašuji, že jsem na diplomové práci pracovala samostatně a použitou literaturu jsem citovala. V případě publikace výsledků, je-li to uvedeno na základě licenční smlouvy, budu uvedena jako spoluautorka.

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

<b>ÚVOD</b> .....	<b>11</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>12</b>
<b>1 FYZIKÁLNÍ VLASTNOSTI SVĚTLA</b> .....	<b>13</b>
1.1 VLNOVÁ TEORIE.....	13
1.2 KVANTOVÁ TEORIE .....	13
1.3 SVĚTLO JAKO ELEKTROMAGNETICKÉ VLNĚNÍ.....	14
1.4 VLASTNOSTI SVĚTLA .....	14
1.4.1 Povaha světla .....	14
1.4.2 Odraz a lom světla .....	15
1.4.3 Disperze světla.....	16
1.4.4 Interference světla.....	17
1.4.5 Ohyb světla.....	18
<b>2 BARVA</b> .....	<b>20</b>
2.1 LIDSKÉ OKO .....	20
2.2 VNÍMÁNÍ BARVY LIDSKÝM OKEM.....	22
2.3 ADITIVNÍ A SUBSTRAKTIVNÍ MÍCHÁNÍ BAREV .....	24
<b>3 POTRAVINÁŘSKÁ BARVIVA</b> .....	<b>26</b>
3.1 PŘÍRODNÍ BARVIVA A BARVIVA IDENTICKÁ S PŘÍRODNÍMI .....	29
3.1.1 Přírodní bezdusíkatá barviva.....	29
3.1.2 Přírodní dusíkatá barviva.....	34
3.2 SYNTETICKÁ BARVIVA.....	36
3.2.1 Omezení některých syntetických barviv .....	36
3.2.2 Dětská hyperaktivita .....	37
3.2.3 Označování syntetických barviv.....	38
3.2.4 Základní charakteristiky syntetických barviv omezených EU.....	38
<b>4 IZOLACE A STANOVENÍ POTRAVINÁŘSKÝCH BARVIV</b> .....	<b>45</b>
4.1 ABSORPCE SVĚTLA .....	45
4.2 SPEKTROMETRIE.....	47
4.3 STANOVENÍ PŘÍRODNÍCH BARVIV .....	48
4.3.1 Izolace a stanovení anthokyanů .....	49
4.3.2 Izolace a stanovení karotenoidů .....	49
4.3.3 Izolace a stanovení chlorofylů .....	50
4.3.4 Izolace a stanovení flavonoidů.....	50
4.3.5 Izolace a stanovení živočišných barviv.....	50
4.4 ANALÝZA SYNTETICKÝCH BARVIV .....	51
<b>5 SENZORICKÉ HODNOCENÍ POTRAVIN</b> .....	<b>53</b>
5.1 METODY V SENZORICKÉ ANALÝZE.....	53
5.2 SENZORICKÉ HODNOCENÍ BARVY .....	54
5.2.1 Příprava a předkládání vzorků pro rozeznání intenzity barevných tónů.....	54
5.2.2 Vlastní hodnocení intenzity barevných tónů.....	54
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>56</b>
<b>6 CÍL PRÁCE</b> .....	<b>57</b>
<b>7 METODIKA</b> .....	<b>59</b>



7.1	DODAVATELÉ VZORKŮ .....	59
7.2	POUŽITÉ VZORKY .....	59
7.2.1	Sirupy .....	59
7.2.2	Dětská výživa .....	61
7.2.3	Přírodní barviva .....	61
7.3	POUŽITÉ PŘÍSTROJE .....	67
7.4	POUŽITÉ CHEMIKÁLIE .....	67
7.5	STANOVENÍ PŘÍRODNÍCH A SYNTETICKÝCH BARVIV POMOCÍ SPEKTROFOTOMETRU .....	67
7.6	MĚŘENÍ CELÉHO SPEKTRA U PŘÍRODNÍCH A SYNTETICKÝCH BARVIV .....	68
7.7	SESTROJENÍ KALIBRAČNÍCH KŘIVEK.....	69
7.7.1	Kalibrační křivka pro barvivo esarot.....	69
7.7.2	Kalibrační křivka pro barvivo esablaurot .....	70
7.8	MĚŘENÍ INTENZITY ZBARVENÍ U VZORKŮ SIRUPŮ .....	71
7.9	MĚŘENÍ INTENZITY ZBARVENÍ VE VZORCÍCH DĚTSKÉ VÝŽIVY .....	72
7.10	ZÍSKÁVÁNÍ DAT SENZORICKÉ ANALÝZY .....	73
<b>8</b>	<b>VÝSLEDKY .....</b>	<b>74</b>
8.1	VÝSLEDKY MĚŘENÍ VZORKŮ SIRUPŮ OBSAHUJÍCÍCH BARVIVO ESAROT.....	74
8.2	VÝSLEDKY MĚŘENÍ VZORKŮ SIRUPŮ OBSAHUJÍCÍCH BARVIVO ESABLAUROT.....	78
8.3	BAREVNÁ STÁLOST VE VZORCÍCH DĚTSKÉ VÝŽIVY OBSAHUJÍCÍCH BARVIVO ESAROT.....	81
8.4	BAREVNÁ STÁLOST VE VZORCÍCH DĚTSKÉ VÝŽIVY OBSAHUJÍCÍCH BARVIVO ESABLAUROT.....	82
8.5	VÝSLEDKY SENZORICKÉHO HODNOCENÍ VZORKŮ DĚTSKÉ VÝŽIVY .....	82
<b>9</b>	<b>DISKUZE .....</b>	<b>87</b>
9.1	MĚŘENÍ INTENZITY ZBARVENÍ PŘÍRODNÍHO BARVIVA ESAROT VE VZORKU ZAHRADNÍ SMĚS PET .....	87
9.2	MĚŘENÍ INTENZITY ZBARVENÍ BARVIVA ESAROT VE VZORKU ZAHRADNÍ SMĚS SKLO .....	89
9.3	MĚŘENÍ INTENZITY ZBARVENÍ BARVIVA ESAROT VE VZORKU MALINA .....	91
9.4	MĚŘENÍ INTENZITY ZBARVENÍ BARVIVA ESABLAUROT VE VZORKU LESNÍ SMĚS PET .....	93
9.5	MĚŘENÍ INTENZITY ZBARVENÍ BARVIVA ESABLAUROT VE VZORKU LESNÍ SMĚS SKLO .....	95
9.6	SHRNUTÍ DISKUZÍ PRO VZORKY SIRUPŮ .....	97
9.7	STÁLOST PŘÍRODNÍCH BARVIV VE VÝROBKU DĚTSKÁ VÝŽIVA - JAHODA.....	98
9.8	SENZORICKÁ ANALÝZA VZORKU DĚTSKÉ VÝŽIVY .....	98
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>99</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>101</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>	<b>107</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ.....</b>	<b>108</b>
	<b>SEZNAM TABULEK .....</b>	<b>110</b>

<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>112</b>
---------------------------	------------

## ÚVOD

Barviva, ať už přírodní nebo syntetická hrají v potravinářství velmi důležitou roli. Přidávají se do potravin především za účelem zlepšení vzhledu, což přímo souvisí se zvýšenou atraktivitou daného výrobku a také s vyšší prodejností. Barva potraviny je pro zákazníka rozhodujícím činitelem při rozhodování. Průměrný zákazník dříve preferoval levnější potraviny, které byly krásně vybarvené a již se moc nezajímal, jaké barviva tato potravina obsahuje, popř. jaké mohou mít vliv na lidské zdraví. Současný trend se zaměřuje více na barviva přírodní. Moderní zákazník věnuje pozornost etiketě, zajímá se o složení výrobku a snaží se vyvarovat potravinám, které obsahují nepřeherné množství nejružnějších chemických látek. Často je také ochoten si více připlatit za výrobek, který obsahuje pouze přírodní složky. Také potravinářské podniky hledají způsoby jak se vyhnout barvivům syntetickým a nahradit je barvivy přírodními. Největší nevýhodou přírodních barviv je jejich poměrně malá stálost a také vyšší náklady, což se samozřejmě projeví také v ceně konečného výrobku.

Hlavním cílem práce bylo navrhnout náhradu syntetických barviv omezených současnou legislativou EU, barvivy přírodními ve vybraných výrobcích z ovoce. Tato práce byla zpracována pro potřeby společnosti Linea Nivnice, a.s. Společnost především zajímala barevná stálost přírodních barviv v jejich výrobcích. Jednalo se o sirupy a dětskou výživu. Základním požadavkem společnosti bylo použití rychlých a jednoduchých metod.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

# 1 FYZIKÁLNÍ VLASTNOSTI SVĚTLA

## 1.1 Vlnová teorie

Část fyziky, která se zabývá zákonitostmi šíření viditelného i neviditelného světla ve vakuu a v hmotném prostředí, se nazývá optika. Již od 17. století až do 19. století probíhaly spory o podstatě světla. Newton byl zastáncem korpuskulární teorie, podle které je světlo proud částic pohybujících se v homogenním prostředí přímočaře velkou rychlostí, zatímco v téže době Huygens prosazoval vlnovou teorii. Protože vlnová teorie vyžadovala prostředí, ve kterém se vlny šíří, byl zaveden pojem světelného všude přítomného „éteru“. K vysvětlení pozorovaných jevů vyžadovala korpuskulární teorie předpoklad vyšší rychlosti částic v hmotném prostředí než ve vakuu, zatímco vlnová teorie naopak vyžadovala nižší rychlost vln. Teprve v druhé polovině 19. století Foucault (1862) změřil, že rychlost světelné vlny je ve vodě nižší než ve vzduchu. Spolu s pozorovanými interferenčními jevy to rozhodlo ve prospěch vlnové teorie. Krátce na to Maxwell (1864) vyslovil předpoklad, že podstatou světla je elektromagnetická vlna. Ta ke svému šíření nevyžaduje hypotetický éter. Po objevu zákonitostí šíření elektromagnetických vln, které jsou zahrnuty v tzv. Maxwellových rovnicích se otázka podstaty a šíření světla zdála vyřešenou. [1]

## 1.2 Kvantová teorie

Již koncem 19. století však bylo jasné, že představa o spojitě vyzařované vlně vycházející např. z rozžhaveného tělesa vede k závěrům neslučitelným s pozorovanými jevy. Proto byla Plackem (1900) vypracována nová teorie, teorie kvantová, předpokládající, že záření je vysíláno ze zdroje v energetických kvantech o velikosti  $hf$ , kde  $h$  je Planckova konstanta  $6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$  a  $f$  je frekvence elektromagnetické vlny. Toto energetické kvantum je nazýváno „foton“ a je možné ho považovat za částici - jednu ze souboru elementárních částic - s nulovou klidovou hmotností. Ve vakuu se tato částice pohybuje rychlostí  $c$ , která je přibližně  $2,998 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$  a v hmotném prostředí se rychlost snižuje. Tak na rozhraní 19. a 20. století byla při popisu vlastností světla užita jak korpuskulární tak i vlnová teorie. Je ovšem zřejmé, že částice mají v tomto případě zcela jiný charakter než částice podle Newtonovy představy. Problémy související s nespojitým vyzařováním těles později vedly ke vzniku kvantové fyziky, která umožnila popis jevů odehrávajících se na úrovni atomů či molekul. [1]

### 1.3 Světlo jako elektromagnetické vlnění

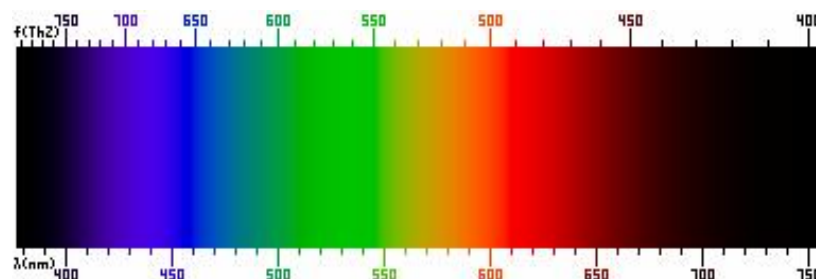
Světlo je příčné elektromagnetické vlnění, které ke svému šíření nepotřebuje žádné látkové prostředí (šíří se tedy např. i vakuem). Velikost rychlosti světla ve vakuu je

$c = 299792458 \text{ m.s}^{-1} \cong 3,10^8 \text{ m.s}^{-1}$ . Jedná se o maximální možnou rychlost, kterou se může fyzikální objekt pohybovat. V látkovém prostředí je velikost rychlosti světla vždy menší a je ovlivněna nejen prostředím, ale také frekvencí světla. Stejně jako jiné druhy vlnění,

charakterizuje i světlo vlnová délka  $\lambda = \frac{c}{f}$ , kde  $f$  je frekvence světla. [2]

Elektromagnetické spektrum zahrnuje široký rozsah vlnových délek. Oblast vlnových délek viditelného záření je velmi úzká: přibližně 400 až 800 nm. Ve směru ke kratším vlnovým délkám se postupně dostáváme do ultrafialové oblasti 315 až 400 nm nazývané A (UVA), ve směru větších vlnových délek do oblasti infračervené. Obě záření jsou lidským okem neviditelné.

Jako světlo se označuje elektromagnetické vlnění, na které je citlivý lidský zrakový orgán - oko. Fyziologický vjem zvaný vidění vyvolává elektromagnetické vlnění o vlnových délkách 390 nm až 790 nm. [3, 4, 5]



Obr. 1. Spektrum viditelného světla [49]

### 1.4 Vlastnosti světla

#### 1.4.1 Povaha světla

Optickým oborem elektromagnetického vlnění rozumíme rozsáhlou oblast spektra elektromagnetického vlnění od milimetrových vlnových délek až k tzv.  $\gamma$ -záření, jehož vlnové délky ve vakuu (ve vzduchu) jsou řádově  $10^{-15}$  m. Elektromagnetické vlnění nepotřebuje ke svému šíření materiální prostředí. Jeho rychlost šíření  $v$  je určena elektromagnetickými vlastnostmi prostředí, permitivitou  $\varepsilon$  a permeabilitou  $\mu$ .

$$v = \frac{1}{\sqrt{\epsilon\mu}} \quad (1)$$

V homogenním prostředí, které má fyzikální vlastnosti stejné ve všech směrech, je i rychlost šíření světla stejná ve všech směrech a světlo se šíří přímočaře. V případě, kdy paprsky můžeme považovat za rovnoběžné, se světlo šíří v rovinných vlnoplochách a hovoříme o rovinné vlně. V mnoha aplikacích je při popisu vlnění výhodné použít Huygensův princip. Z Huygensova principu dostaneme, že kulová vlnoplocha se šíří v homogenním prostředí stále jako kulová, rovinná vlna postupuje homogenním prostředím stále jako rovinná vlna. [6]

#### 1.4.2 Odraz a lom světla

Pro lom světla platí Schnellův zákon. Ten říká že, dopadá-li na rozhraní mezi dvěma prostředími paprsek světla, dochází při průchodu z jednoho prostředí do druhého ke změně směru paprsku. Experimentálně bylo zjištěno, že mezi úhlem dopadu  $\Theta_1$  a úhlem lomu  $\Theta_2$  platí:

$$n_1 \cdot \sin \Theta_1 = n_2 \cdot \sin \Theta_2. \quad (2)$$

Konstantou úměrnosti v tomto vztahu je index lomu  $n$ , definovaný pro určité prostředí jako poměr rychlosti světla ve vakuu  $c$  a rychlosti světla  $v$  v tomto prostředí.

$$n = c/v. \quad (3)$$

Prochází-li paprsek z prostředí opticky hustšího (opticky hustší je prostředí s vyšším indexem lomu) do opticky řidšího dochází k lomu ke kolmici. Prochází-li paprsek z prostředí opticky řidšího do opticky hustšího, dochází k lomu od kolmice.

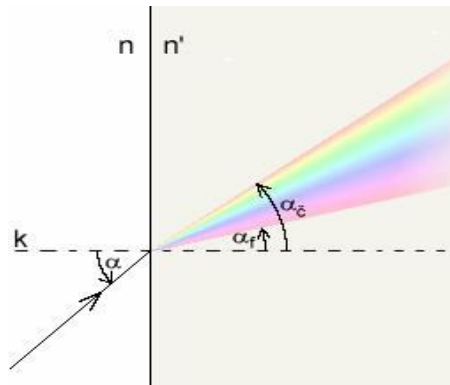
Dopadá-li paprsek z prostředí opticky hustšího na rozhraní s prostředím opticky řidším pod úhlem  $\Theta_1$  takovým, že

$$\frac{n_1 \sin \Theta_1}{n_2} \geq 1, \quad (4)$$

neexistuje žádný úhel  $\Theta_2$ , pod kterým by paprsek mohl vstoupit do řidšího prostředí a dochází k úplnému (totálnímu) odrazu a všechno dopadající záření se odráží. Totální odraz se využívá v optických vláknech nebo hranolech. [7]

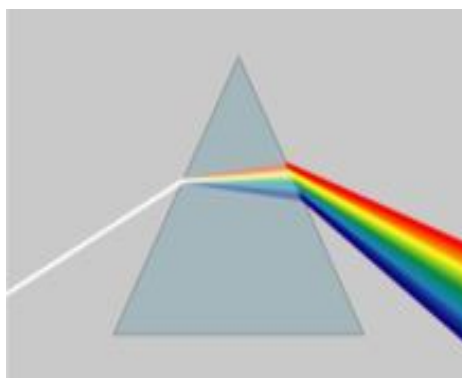
### 1.4.3 Disperze světla

Disperze je jev, při kterém se bílé světlo rozloží na barevné složky. Disperzi nazýváme normální, jestliže index lomu  $n$  s rostoucí vlnovou délkou  $\lambda$  monotónně klesá. [7]



Obr. 2. Disperze světla [50]

Po jednom lomu však rozklad světla není příliš výrazný, protože paprsky červeného a fialového světla svírají malý úhel. Proto pro rozklad světla používáme vícenásobný lom světla na několika rozhraních. Nejčastěji se k rozkladu světla lomem používá **optický hranol**, vyrobený ze skla, které vykazuje značnou disperzi světla. Bílé denní světlo se hranolem rozloží na spektrum, v němž jsou zastoupeny všechny barvy odpovídající paprskům monofrekvenčního světla v posloupnosti: červená (nejmenší hodnota indexu lomu), oranžová, žlutá, zelená, modrá, fialová (největší hodnota indexu lomu). [8]



Obr. 3. Rozklad světla hranolem

[51]



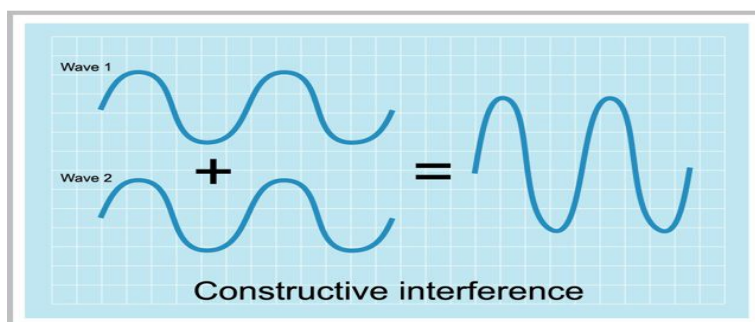
#### 1.4.4 Interference světla

Slovo interference znamená vzájemné pronikání, prolínání nebo ovlivňování. Často se pojem interference používá při popisu vzájemného ovlivňování vln. O skládání vln mluvíme jako o interferenci. V některých místech může docházet ke zvětšení amplitudy (zesílení vlnění) a v jiných ke snížení amplitudy (zeslabení vlnění).

Pokud se setkají dvě vlny posunuté o celý počet vlnových délek, dojde ke konstruktivní interferenci a vlnění se zesílí:

$$\Delta = m\lambda \quad (5)$$

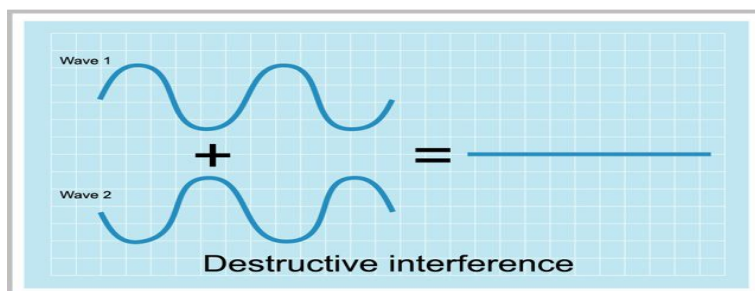
kde  $\Delta$  je dráhový rozdíl (posunutí) mezi vlnami,  $m$  je celé číslo a  $\lambda$  je vlnová délka vlnění.



Obr. 4. Konstruktivní interference [52]

Pokud se setkají dvě vlny posunuté o lichý násobek půl vlnových délek, dojde k destruktivní interferenci a vlnění se zeslabí:

$$\Delta = (2m + 1)\frac{\lambda}{2} \quad (6)$$



Obr. 5. Destruktivní interference [52]

Aby byla interference dvou vln pozorovatelná, je nutné, aby se fázový rozdíl paprsků s časem neměnil. O takových vlnách říkáme, že jsou *koherentní*. Sluneční světlo nebo světlo žárovky nejsou koherentní, protože atomy na povrchu tělesa vyzařují náhodně a nezávisle.

Zdrojem koherentních vln je laser, ve kterém je jedna vlna zesilována tak, že se k ní ve fázi přidávají další vlny od různých atomů. [7]

Některé projevy interference známe z běžné zkušenosti. Jsou to například duhové barvy na mýdlových bublinách (obr. 6) nebo na velmi tenkých vrstvičkách oleje na vodě apod. O objasnění těchto jevů se zasloužil zejména anglický fyzik Thomas Young. Vycházel důsledně z představy, že světlo je vlnění, a pro vlnění je interference charakteristická. [8, 9, 10]



**Obr. 6. Interference světla**

**- povrch mýdlové bubliny [53]**

#### **1.4.5 Ohyb světla**

Přímočaré šíření světla je ovlivněno překážkami, na které světlo při svém šíření dopadá. Ohyb světla nastane jen na překážkách, jejichž rozměry jsou řádově stejné jako je vlnová délka světla. Ohyb světla je tedy jev podmíněný vlnovými vlastnostmi světla. Jejich důsledkem je odlišné šíření světla, než by odpovídalo přímočarému šíření světla. Ohyb se projevuje tak, že po dopadu na okraj překážky se světlo šíří za překážkou i do oblasti geometrického stínu, tzn. do prostoru, kam by na základě přímočarého šíření nemělo světlo proniknout. Jestliže monofrekvenční světelné vlnění dopadá na hranu neprůhledné překážky, nevzniká za překážkou ostrá hranice světla a stínu. Světlo proniká z části i za překážku do oblasti geometrického stínu.

Vzhledem k vlnové délce světla jsou ohybové jevy výrazné při ohybu na překážkách malých rozměrů nebo když je pozorujeme v dostatečné vzdálenosti za překážkou. Typické jsou ohybové obrazce vzniklé ohybem světla na překážkách v podobě neprůhledného vlákna, úzké štěrbiny nebo malého otvoru. [8]

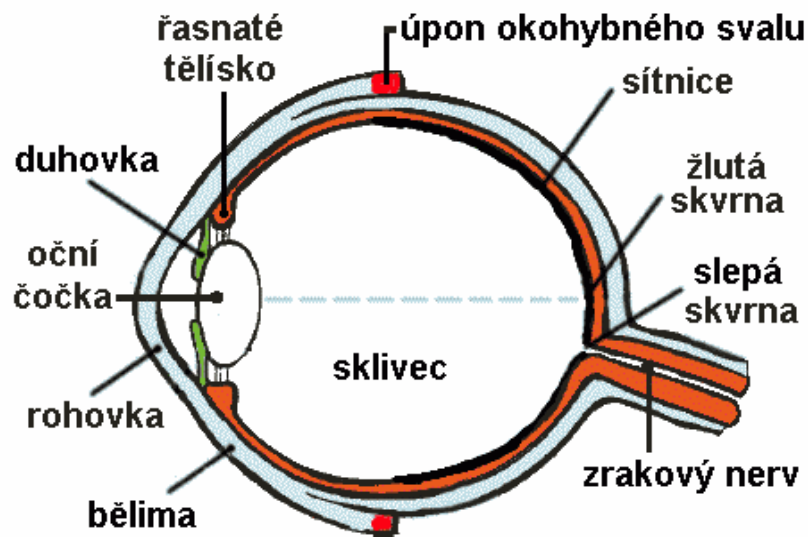
## 2 BARVA

Všechny barvy je možné rozdělit do dvou skupin. Na achromatické a chromatické. K achromatickým patří barva bílá, šedá a černá. Spektrální složení achromatických barev je charakterizováno izoenergetickou přímkou, která je rovnoběžná s osou vlnových délek a jednotlivé barvy se od sebe liší pouze celkovou energetickou úrovní. V případě, že nějaký povrch absorbuje světelné paprsky ve všech vlnových délkách stejně, mluvíme o tzv. neselektivní absorpci. U bílého povrchu dochází tedy ke 100 %-nímu odrazu světla při všech vlnových délkách, u neutrální šedi je tento odraz 50 % a u černého povrchu pak 0 %, ve všech vlnových délkách.

Chromatické barvy jsou podle svého spektrálního složení buď jednoduché, nebo složené. K jednoduchým patří tzv. monochromatické barvy, tj. takové, které jsou vyvolány zářením jedné vlnové délky. Ke složeným chromatickým barvám patří barvy, které jsou charakterizovány spektrálním průběhem přes více vlnových délek. Od achromatických se složené barvy liší tím, že jejich spektrální průběh není přímkový, ale je charakterizován křivkou s jedním nebo více vrcholy. Spektrálním záznamem, který nám charakterizuje určitou barvu, může být v případě sledování odrazu záření remisní křivka, v případě sledování absorpce (pohlcování záření) absorpční křivka. Remisní křivka ukazuje závislost množství odraženého světla na vlnové délce a absorpční křivka naopak závislost množství absorbovaného světla na vlnové délce. [11]

### 2.1 Lidské oko

K lidskému zrakovému ústrojí patří především oční koule (oko). Jedná se o párový receptor orgán. Oční koule je uložena v obličejové části lebky. Lidské oko má téměř tvar koule. Tvoří ho zadní část, ta je méně zakřivená, a povrch tvoří bělima. Přední část je více zakřivená a tvoří ji průhledná rohovka. Ze zadní části vystupuje silný zrakový nerv.



Obr. 7. Lidské oko [54]

Zrakový nerv je spojen s mozkem, který vyhodnocuje informace o schématu, barvách a tvarech. Nerv běží z oční bulvy dozadu a dále kostním tunelem v lebce zvaným optický kanál. Do lebeční dutiny vstupuje těsně pod mozkem v oblasti podvěsku mozkového (hypofýza) a zde se spojuje s druhotným zrakovým nervem. Část vláken nervů z každé strany se překřížuje, takže část informací z levého oka je dodána do pravé části mozku a naopak. Vláčna ze zevní strany sítnice se nepřekřížují a zůstávají na stejné straně mozku, kdežto vlákna z vnitřní strany sítnice, která zprostředkovávají většinu obrazu, běží do druhé strany mozku.

Bělma tvoří téměř 80% povrchu oční koule. Je složeno z hustého fibrilárního vaziva, které má bílou barvu. Do bělma se upínají šlachy okohybných svalů a vystupuje zde zrakový nerv.

Rohovka se nachází v přední části oka. Je zcela průhledná, bezbarvá a zakřivená. Rohovka zaujímá asi 20% povrchu oční koule. Neobsahuje žádné cévy. Rohovka není stejnoměrně zakřivená. Při špatném zakřivení vzniká onemocnění zvané astigmatismus (jedná se o nepřesné zaostření světla).

Řasnaté tělísko se vyskytuje ve střední části oční bulvy. Jeho úkolem je jednak měnit tvar oční čočky prostřednictvím pohybů ciliárních svalů, což nám umožňuje zaostřit pohled na blízké předměty, jednak tvořit komorovou vodu (cirkuluje mezi čočkou a vnitřním povrchem rohovky).

Duhovka má tvar mezikruží se středovým otvorem. Duhovka určuje barvu oka. Funguje jako uzávěrka fotoaparátu. Její svalová vlákna rozšiřují a zužují zornici, a tím určují intenzitu světla dopadajícího na sítnici. Jestliže na oko dopadá silné světlo, zornice se zúží bez našeho vědomí. V šeru se zornice rozšíří. Šířku zornic ovlivňují také rozčilení, strach a některé léky.

Čočka má u dospělého člověka průměr 9 - 10 mm, tloušťka čočky činí 3,7 mm. Její optická mohutnost je 10 - 17 dioptrií podle stavu jejího vyklenutí, neboť základní vlastností čočky je schopnost měnit vyklenutí a tím i optickou mohutnost.

Sítnice je vnitřní vrstva oční koule. Sítnice je tvořena dvěma rozdílnými typy buněk citlivých na světlo, které se nazývají podle jejich tvaru tyčinky a čípky.

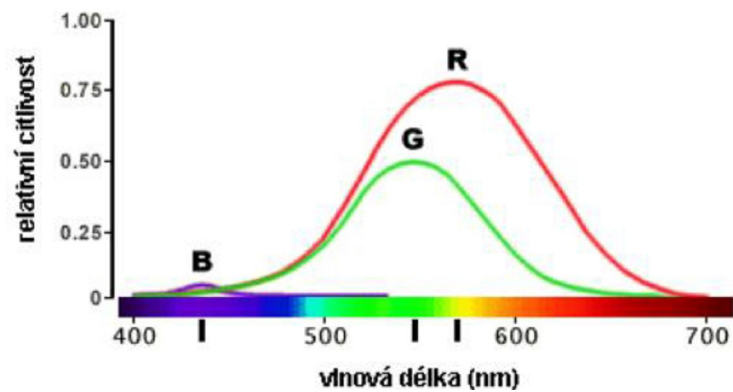
Tyčinky jsou černobílé a velmi citlivé. V oku je jich asi 130 milionů. Tyčinky jsou nejcitlivější pro vlnové délky kolem 500 nm.

Čípky jsou méně citlivé než tyčinky, ale rozlišují červenou, zelenou a modrou barvu (3 druhy čípků). V oku je jich asi 7 milionů. Kombinovaná spektrální citlivost čípků má maximum kolem 550 nm.

Sklivec je průhledná, dokonale čirá, světlolomná bezbuněčná vodnatá hmota (obsahuje 98,6 % vody). Vyplňuje vnitřní komoru oka. [7, 12, 13, 14]

## 2.2 Vnímání barvy lidským okem

Ve zdravém lidském oku existují tři druhy čípků, které jsou schopné zaregistrovat červené (Red), zelené (Green) a modré (Blue) světlo. Červených čípků je 64 %, zelených 32 % a modrých jen 4 %. Spektrální citlivost různých druhů čípků je znázorněna na obrázku (Obr. 8.) Podle míry podráždění různých čípků se v mozku přiřadí dopadajícímu záření barva. Barvu tedy můžeme definovat pomocí tří základních barev. Normou jsou stanoveny základní spektrální barvy, které odpovídají vlnovým délkám:  $\lambda_R = 700$  nm (červená),  $\lambda_G = 546,1$  nm (zelená) a  $\lambda_B = 435,8$  nm modrá. Barvu světla můžeme definovat pomocí veličin barevný tón, sytost barvy a světelný tok. Barvy se znázorňují pomocí barevného diagramu obrázek (Obr. 9). [7]

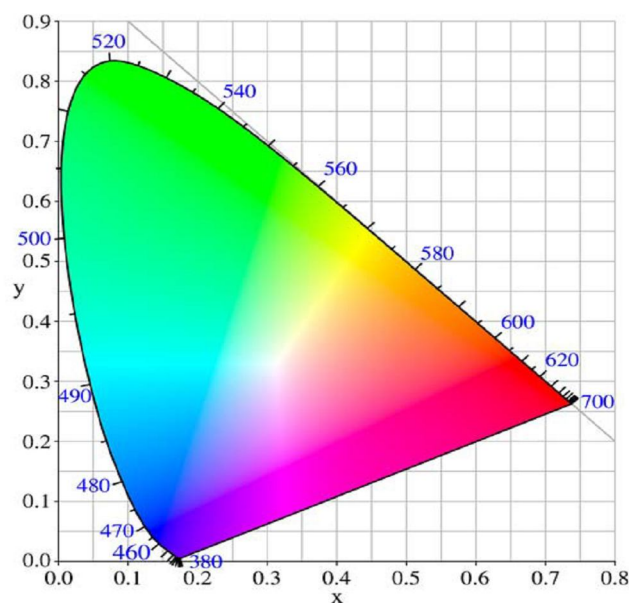


Obr. 8. Spektrální citlivost čípků [55]

**Barevný tón** - je vlastnost chromatické barvy, podle které můžeme přirovnat některou ze spektrálních barev. Barevným tónem můžeme také charakterizovat složení barvy. Složenou barvu vnímá lidské oko jako určitý a jednotný světelný impuls, tedy jako barvu červenou, modrou apod. Z hlediska barevnosti je proto možné srovnávat složené barvy s monografickými a přesně je definovat vlnovou délkou. Např. Jestliže je monochromatická barva smíšená s bílou a následně promítnuta na achromatickou plochu, zůstane vjem výchozí použité monochromatické barvy. Různými poměry složek dojde pouze ke změně intenzity odstínu.

**Sytost barvy** - vyjadřuje relativní podíl intenzity světla v dané oblasti spektra proti celkové intenzitě. Největší čistotu mají spektrální monochromatické barvy. [11]

**Světelný tok** - jedná se o vnímanou intenzitu světelného toku. Jelikož světelný tok určuje pouze intenzitu barvy, stačí pro znázornění barev v rovině barevný tón a sytost. [7]



Obr. 9. Barevný diagram [56]

**Barevný diagram** - oblouk na obvodu diagramu jsou syté spektrální barvy odpovídající vlnovým délkám z viditelné oblasti. Krajní hodnoty spektra spojuje přímka sytých nespektrálních barev. Uvnitř oblasti se nachází nesyte barvy, které tvoří trojúhelník spojující trojici zvolených základních barev RGB (red, green, blue). Barvy na spojnicích vrcholů vznikají smícháním dvojice barev ve vrcholech. Množství základní barvy je tím větší, čím je bod blíže příslušnému vrcholu. Barvy uvnitř trojúhelníku vznikají smícháním trojice základních barev. [7]

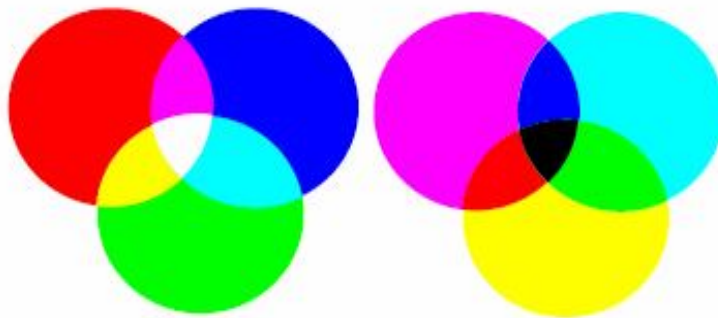
### 2.3 Aditivní a substraktivní míchání barev

Aditivní míchání barev je založeno na principu, že k jednomu barevnému světlu připojíme další barevné světlo, takže výsledné světlo má bohatší spektrální složení než dílčí světla. Aditivním smícháním všech jednoduchých barev (červené, oranžové, žluté, zelené, modré, indigové a fialové) ve stejných poměrech vznikne světlo bílé. Bílé světlo lze také získat smícháním tří základních barev. Barvu doplňkovou získáme smícháním dvou barev ze tří základních. K doplňkovým barvám patří oranžová (smícháním červené a zelené barvy), nebo žlutá (smícháním červené a zelené barvy). Bílou barvu dostaneme také smícháním dvou doplňkových barev ve vhodném poměru.

Při substraktivním míchání barev se ze spektra dané složené barvy odebírají některé jeho spektrální složky a výsledná barva má chudší spektrální složení. Jako příklad může sloužit



zdroj bílého světla, před který je zařazen modrý a žlutý filtr. Modrý filtr propustí jen složky modrého světla a žlutý propustí jen složky žlutého světla. Z prošlého světla převládne zelená. Při subtraktivním míchání můžeme získat různé barevné odstíny. Mezi základní barvy patří žlutá, purpurová a azurová. Subtraktivním složením žlutého, purpurového, a azurového světla (stejně hustoty) vznikne barva šedá, a pokud jsou filtry dostatečně syté, neprojde jimi žádné světlo a vznikne barva černá. [15]



**Obr. 10. Aditivní a subtraktivní míchání barev [57]**

### 3 POTRAVINÁŘSKÁ BARVIVA

Barviva jsou pro použití v potravinářském průmyslu velmi důležitá. Přidávají se do potravin za účelem zlepšení organoleptických vlastností, především vzhledu, ale také za účelem vyšší atraktivity daného výrobku. Často jsou však používána i neoprávněně pro potřeby maskování rozkladu a stárnutí. Průměrný zákazník dá jistě přednost potravině, která je krásně barevná, než potravině, která má barvu nevýraznou, nebo je mdlá. Ať už se jedná o nápoje alkoholické nebo nealkoholické jako jsou limonády a sirupy, nebo jiné potraviny jako je máslo, jogurty, zmrzlina, cukrovinky apod., barva vždy hraje důležitou roli. Povolení k používání barviv, stejně jako ostatních potravinářských aditiv, je podmíněno celou řadou zdravotních zkoušek. Potravinářská barviva nesmí nepříznivě ovlivnit organoleptické vlastnosti přibarvené potraviny, zejména chuť a vůni, musí mít vysokou barevnou mohutnost a být dobře rozpustná ve vodě. Musí být stálá vůči změnám pH, oxidačně redukčním vlivům, stálá vůči světlu, teplotě a vlhkosti. Nesmí docházet k interakcím s jinými složkami potravin. V neposlední řadě musí být i ekonomicky dostupná a přijatelná.

Povolení používat barviva jako potravinářská aditiva je regulováno státem a musí zajistit spotřebiteli zdravotní nezávadnost. Druhy a počty povolených barviv se v jednotlivých zemích liší. [16] Povolená barviva jsou uvedena viz. Příloha I.

Veškerá barviva můžeme rozdělit do tří základních skupin na barviva přírodní, přírodně identická barviva a barviva syntetická.

Barviva patří do skupiny přídatných látek, které se obecně označují jako aditiva. Na obalu se přítomnost přídatných látek označuje tak, že se uvede název, nebo číselný kód E, který se skládá z písmene E a trojmístného čísla. Pokud by látka měla mít nepříznivý vliv na zdraví člověka musí být tato skutečnost uvedena na obale. Identifikace číslem E znamená kód, pod kterým je tato přídatná látka označena v mezinárodním číselném systému. Označení kódem E rovněž znamená, že příslušná látka prošla hodnocením bezpečnosti. Přídatné látky se smějí použít jen pro potraviny, pro které jsou povoleny. Pro každou potravinu jsou stanoveny limitní hodnoty - nejvyšší povolené množství, které nesmí být překročeno. Některé potraviny není povoleno dobarvovat, patří k nim například med, ovocné šťávy a nektary. [17]

Dle vyhlášky č. 130/2010 Sb., kterou se stanoví druhy a podmínky použití přídatných látek a extrakčních rozpouštědel při výrobě potravin se barviva nesmějí používat při výrobě:

- a) nezpracovaných potravin,
- b) přírodních minerálních vod a pramenitých vod,
- c) neochuceného plnotučného, polotučného a odtučněného mléka, neochucené smetany,
- d) mléka ochuceného kakaem nebo čokoládou, zahuštěného mléka, neochucené sušené smetany, neochuceného podmáslí, neochuceného kysaného mléka,
- e) olejů a tuků živočišného a rostlinného původu, másla a mléka z koz a ovcí,
- f) vaječného žloutku a bílku, vaječné melanže, sušených tekutých, koncentrovaných, hluboce zmrazených nebo koagulovaných vaječných výrobků,
- g) mouky, škrobu a ostatních mlýnských výrobků,
- h) chleba a chlebových výrobků z těsta, těstovin a gnocchi,
- i) cukrů, včetně všech monosacharidů a disacharidů,
- j) rajčatového protlaku a rajčatových polokonzerv, studených omáček na bázi rajčatové šťávy a kečupů,
- k) ovocných a zeleninových šťáv a nektarů,
- l) výrobků z ovoce a zeleniny, brambor a hub, sterilovaných, nakládaných nebo sušených, zpracovaného ovoce, zeleniny, brambor a hub,
- m) výběrových džemů (extra), výběrových rosolů (extra), a kaštanových pyrů, Crème de pruneaux,
- n) masa, ryb, drůbeže, zvěřiny, měkkýšů, koryšů a potravin z nich,
- o) kakaových a čokoládových výrobků s výjimkou nečokoládových náplní těchto výrobků,
- p) pražené kávy, cikorkové kávoviny a extraktu z ní, čaje, extraktů z čaje včetně ovocných a bylinných přípravků na bázi čaje, ovoce a směsi pro přípravu čajů,
- q) koření, směsi koření, soli, náhražek soli,
- r) potravin určených pro výživu kojenců a malých dětí,
- s) medu,

- t) vinného octa, sladu a výrobků ze sladu,
- u) obilných destilátů Korn, Kornbrand, ovocných lihovin, ovocných destilátů včetně ovocných průtahových, Ouzo, Grappa, Tsikoulida z Kréty, Tsipouro z Makedonie, Tsipouro z Thesálie, London gin,
- v) Sambuca (anýzový alkoholický nápoj italského původu), Maraschino (chorvatský višňový likér z oblasti Zara),
- w) Sangria (ovocné víno podávané s kusy ovoce a ledem), Clarea (nápoj z bílého vína podobný Sangrii) a Zurra (vinný nápoj získaný přidáním brandy nebo vínovice). [18]

### 3.1 Přírodní barviva a barviva identická s přírodními

**Přírodní barviva** jsou složité organické sloučeniny produkované rostlinnými nebo živočišnými buňkami. Přírodní barviva jsou izolovaná v čisté formě z rostlinných surovin nebo se jedná o šťávy získané z různých částí rostlin. Jsou dostupná v celé škále nejrůznějších odstínů, ale jsou nestálá, citlivá na oxidaci, na změny pH a působení oxidu siřičitého. Nejvíce používanými přírodními barvivy jsou karotenoidy, barvivo červené řepy a hnědé karamely. Přírodní barviva, která se vyskytují v potravinářských surovinách a výrobcích mají význam jako důležité sensorické složky a některé z nich mají význam i jako výživové faktory např. karoteny. Rozdělujeme je podle různých hledisek, např. podle původu (rostlinná, živočišná), podle chemické příbuznosti, funkčních skupin apod. [19, 20, 21]

**Barviva identická s přírodními** se vyrábějí chemickou syntézou tak, aby byla chemicky identická s barvivy vyskytujícími se v přírodě. Do této skupiny patří např.  $\beta$ -karoten, riboflavin, kanthaxanthin. [22]

#### 3.1.1 Přírodní bezdusíkatá barviva

Lze je rozdělit do několika skupin. Technologicky významné jsou:

**Anthokyany (E163)** - patří k nejrozšířenějším rostlinným barvivům a v řadě případů jsou nositeli barevnosti různých druhů ovoce a zeleniny. Většinou jde o velmi rozmanitou směs glykosidů šesti základních anthokyanidů pelargonidinu, kyanidinu, peonidinu, petunidinu a malvinidinu. Anthokyanová barviva se vyskytují nejčastěji ve formě glykosidů, přičemž cukernou složkou je především glukosa, galaktosa, rhamnosa, arabinosa a xylosa vázaná v poloze 3 nebo 5, výjimečně v poloze 7, a to jak ve formě monosacharidů, tak i disacharidů. Druhy anthokyanů vyskytujících se v některých druzích ovoce a zeleniny jsou uvedeny v Tab. 1. [23]

Tab. 1.: Druhy anthokyanů vyskytujících se v některých druzích ovoce a zeleniny [24]

Produkt	Anthokyan
Jablko	Kyanidin
Černý rybíz	Kyanidin
Borůvka	Kyanidin, malvinidin, peonidin, petunidin
Zelí (červené)	Kyanidin
Třešeň	Kyanidin, peonidin
Hroznové víno	malvinidinu, peonidin, kyanidin, petunidin, pelargonidin
Pomeranč	Kyanidin
Broskev	Kyanidin
Švestka	Kyanidin, peonidin
Ředkev	Pelargonidin
Malina	Kyanidin
Jahoda	Pelargonidin, kyanidin

Jedná se o skupinu ve vodě rozpustných červených až fialových barviv. Chemicky jsou velmi reaktivní a tudíž nestálá. Zvýšení teploty za přítomnosti kyslíku, způsobuje ztráty těchto barviv a jejich nežádoucí změny. Také světlo odbarvuje anthokyany, ne však tolik jako oxid siřičitý svým redukčním účinkem. Odbarvování vlivem oxidu siřičitého se vysvětluje buď jeho redukčními účinky na glykosidy nebo tvorbou adičních sloučenin s látkami obsahujícími karbonylovou skupinu. Nepatrné koncentrace oxidu siřičitého (pod 0,01 %) však anthokyany naopak chrání před oxidací. Barva anthokyanů je silně závislá na pH prostředí. V prostředí o pH 1,0 a nižším existují tyto barviva pouze jako červeně zbarvené a v rozmezí pH 4,0 až 4,5 dojde k úplnému odbarvení. Odbarvení je způsobeno přeměnou barevné flavyliové soli na bezbarvou karbinolovou bázi. V rozmezí pH 7,0 až 8,0 se tvoří modře zbarvené barviva. [19, 23]

U některých rostlinných druhů jsou anthokyany obsaženy v celém plodu, u jiných například pouze ve slupce. Vybarvení často závisí na intenzitě slunečního záření. Velmi důležitým faktorem ovlivňující tvorbu anthokyanů je teplota, jejíž optimum je závislé na rostlinném druhu. U většiny ovocných druhů dochází k největší produkci anthokyanových barviv v období klimakterického vzestupu, které splývá s konzumní zralostí. Anthokyany jsou obsaženy v různém ovoci jako jsou borůvky, třešně, višně, rybíz, švestky, jahody a v zelenině, především v červeném zelí a červené řepě. Anthokyany se nejčastěji extrahují ze slupek hroznů. Izolace je však dosti obtížná a výtěžky jsou poměrně malé. [19, 20, 34, 64]

**Karotenoidy (E160)** - karotenoidní barviva tvoří skupinu žlutých, oranžových, červených a fialových barviv, které ve většině případů doprovázejí chlorofyly v rostlinách. Nacházejí se však i v mikroorganismech a v živočišných organismech. Listy všech zelených rostlin obsahují tytéž hlavní karotenoidy. Jde především o  $\beta$ -karoten, často doprovázený  $\alpha$ -karotenem, luteinem, violaxanthinem a neoxanthinem. Karotenoidní barviva jsou vázána v chloroplastech ve formě tzv. chromoproteinů. Množství jednotlivých karotenoidů v jednotlivých rostlinách kolísá. Karotenoidy jsou nerozpustné ve vodě, rozpustné jsou v tučných a organických rozpouštědlech. Jde o nenasycená polyenová barviva složená z izoprenoidních jednotek. Z chemického hlediska lze karotenoidy rozdělit na karotenoidy (bezokyslíkaté uhlovodíky), rozpustné v petroletheru a jen velmi málo v ethanolu, a na xanthofily (karotenoidní alkoholy, epoxidy, ketony, kyseliny), rozpustné v ethanolu a nerozpustné v petroletheru. Karotenoidní barviva, která mají ve své molekule  $\beta$ -ionový kruh jsou fyziologicky významná, protože mají funkci provitaminu A. Hodnoty provitaminu A v některých druzích ovoce a zeleniny jsou uvedeny v Tab. 2. [23]

Tab. 2: Hodnoty provitaminu A v některých druzích ovoce a zeleniny [24]

Produkt	mg/100g
Mrkev, zralá	20,000
Špenát	13,000
Sladké brambory	6,000
Brokolice	3,500
Meruňka	2,000
Hlávkový salát	2,000
Rajče	1,200
Chřest	1,000
Fazole	1,000
Zelí	500
Broskev	800
Kapusta růžičková	700
Meloun	550
Banán	400
Pomerančový džus	200

Při zpracování ovoce za přístupu kyslíku se karotenoidy oxidují dokonce i v materiálech, kde je eliminována enzymová oxidace. V přítomnosti kyslíku dochází ke vzniku ketonů, aldehydů, epoxidů apod., které reagují s jinými komponenty, především s lipidy a zhoršují chuť a vůni. Za nepřístupu kyslíku jsou karotenoidy velmi stálé. Při sušení má na karotenoidní barviva největší vliv obsah vody v sušeném materiálu. Snižováním obsahu vody pod určitou mez se stabilizují i karotenoidní barviva. Pokud je tato mez překročena, dochází k jejich rychlé degradaci. [19, 23]

Karotenoidní barviva se používají k přibarvování potravin, především jejich tukové složky, neboť použití syntetických v tuku rozpustných barviv je u nás pro potravinářské účely zakázáno. V potravinářství se uplatnil  $\beta$ -karoten, alkana, annata neboli orelan, bixin a kurkumin. [19, 23]

Karotenoidy, především pak  $\beta$ -karoten, se vyskytují téměř ve všech druzích ovoce a zeleniny. Ze zeleniny je to mrkev, zvláště pak karotka, brokolice, kapusta, špenát, rajče, paprika červená, žlutá i zelená. Z ovoce jsou to meruňky, broskve, švestky, angrešt zelený apod.

**Kurkumin (E100)** - patří do skupiny karotenoidů. Kurkuma neboli kurkumin je z chemického hlediska 1,7-bis-(4-hydroxy-3-metoxyfenyl)-1,6-heptadien-3,5-dion. Je to barvivo dobře rozpustné v alkoholu, ale velmi špatně ve vodě. [23]

Kurkumin se získává z rostliny asijského původu *Curcuma longa*, patřící mezi zázvorovité a má žlutozelené zbarvení. Je známa i syntetická metoda její přípravy, avšak je nákladnější než příprava z přirozeného materiálu. Barevná stabilita je sice malá, přesto se používá v některých zemích pro barvení nealkoholických nápojů. Pro tyto účely se nejprve rozpouští v ethanolu. [20]

Nejnovější studie ukazují, že kurkumin pálivá žlutá složka izolovaná z oddenků zázvorovité kurkumy, je mocným prostředkem zabraňujícím vývoji melanomu i dalších nádorových onemocnění. [25]





**Obr. 11.: Curcuma longa [58]**

*Flavonoidy* - jsou žlutá, ve vodě rozpustná barviva, která jsou svým složením blízká anthokyanům. Jsou velmi rozsáhlou skupinou rostlinných fenolů. Flavonoidy jsou odvozeny od kyslíkaté heterocyklické sloučeniny flavanu, tvořeného dvěma benzenovými jádry, spojenými heterocyklickým pyranem. Běžně bývají substituovány hydroxy skupinami nebo methoxy skupinami a jednotlivé deriváty se liší pouze stupněm substituce a oxidace. Mezi hlavní skupiny flavonoidů ve výživě člověka patří flavanoly, flavanony, flavony, flavonoly, proanthokyanidiny, kyanidiny a isoflavonoidy. Přírodní flavonoidy se nejčastěji vyskytují ve formě O-glykosidů, obsahují tedy ve své molekule necukernou součást (aglykon) a cukernou složku. V současné době je známo více než 4 000 flavonoidních látek a stále jsou objevovány další. [22]

Přírodní flavonoidy mohou účinně působit v prevenci chorob, které mají původ v oxidačním poškození biologických struktur jako jsou ateroskleróza, kardiovaskulární onemocnění apod. Patří sem flavanol kvercetin obsažený v cibuli, jablkách, kapustě, červeném víně, zeleném a černém čaji. Hlavními flavanoly jsou katechiny a jejich estery s kyselinou galovou. Jsou přítomné hlavně v zeleném čaji, v čaji černém je jejich obsah vlivem fermentace redukován asi na polovinu. Flavanony nazývané rovněž „citrusové flavonoidy“ jsou látky přirozeně se vyskytující v pomerančích a grapefruitech. Zvláštní skupinu flavonoidů tvoří isoflavonoidy, nacházející se hlavně v luštěninách. Vydatným zdrojem je sója a veškeré produkty z ní. Flavonoidy mají silný komplexotvorný účinek, vážou těžké kovy a tím inhibují jejich katalytický účinek. Vyrábějí se průmyslově z pomerančů a slouží jako přirozené stabilizátory kyseliny askorbové. [19, 22]

**Karamel (E150)** - je hnědý až hnědočerný produkt karamelizovaných cukrů. Získává se zahříváním cukrů na teplotu v rozmezí 165 - 176 °C, nebo vařením tekutého cukru za konstantní teploty na 121 °C, tak dlouho až se získá požadovaný odstín v důsledku karamelizace. V zahraničí se vyrábí z kukuřičných sirupů. Pro podpoření karamelizace se mohou používat kyseliny, zásady a soli, s výjimkou sloučenin amoniaku a siřičitanů. Karamel se používá k barvení piva, alkoholických i nealkoholických nápojů, octa, cukrovinek, cukrářských, pekařských a masných výrobků. Roztok karamelu ve vodě je kulér. [20, 22]

**Košenila (E120)** - košenila a karmínová kyselina je extraktem vysušených těl hmyzu *Coccus sacchi* žijícího na opuncích v Mexiku a střední Americe. Karmínová kyselina se získává extrakcí košenily a je to anthrachinonové glykosidické barvivo. Toto barvivo našlo uplatnění v potravinách a také v kosmetice. U citlivých jedinců může způsobit alergické reakce a u dětí hyperaktivitu. Vzhledem k těžké dostupnosti se používá v omezeném rozsahu. [20, 26]



**Obr. 12. Coccus sacchi [59]**

### 3.1.2 Přírodní dusíkatá barviva

Podobně jako bezdusíkatá barviva je lze rozdělit do několika skupin. Technologicky významné jsou:

**Chlorofyl ( E140 )** - jedná se o převládající barvivo zelených částí rostlin a jeho obsah se pohybuje kolem 1 % v sušině. V plodech bývá často doprovázen karotenoidy a jinými přírodními barvivy. Tato barviva zelených částí rostlin se skládají ze dvou forem - z chlorofylu *a* a chlorofylu *b*, které se společně vyskytují v poměru asi 1:25. Chlorofyl *a* je modrozelený a má na druhém pyrrolovém kruhu methylovou skupinu, chlorofyl *b* je žlutozelený a má na pyrrolovém jádře aldehydickou skupinu. Základ chlorofylu tvoří protoporfyrin s vázaným atomem hořčíku. V molekule chlorofylu jsou tři karboxylové skupiny, z nichž jedna je esterifikovaná fytolem a druhá methanolem. Třetí karboxylová

skupina je maskovaná v izoacylu V, který se velmi snadno otvírá za vzniku dalšího karboxylu. Tato vazba je vratná.

Chlorofyl je při nízkých teplotách velmi stálý, naopak při zahřátí se mění ve velmi labilní sloučeninu, především pak v kyselém prostředí, kdy se rychle uvolňuje hořčík a je nahrazován vodíkem. Tyto vzniklé sloučeniny tzv. feofytiny, mají olivově zelenou a žlutou barvu. Stálost chlorofylu i při mírně kyselém prostředí je způsobena vazbou na lipoproteiny, které je chrání před feofytinací. Zvýšením teploty při technologických operacích se lipoprotein denaturuje a uvolňuje se tak volný chlorofyl, který se přítomnými organickými kyselinami rychle mění na feofytin. Pro stabilizaci chlorofylu se používá celá řada neutralizačních činidel, včetně hydroxidu hořečnatého. Většina postupů na stabilizaci chlorofylu měla značný vliv na chuť a texturu potravin. [23, 24]

**Betanin ( E162 )** - je červené ve vodě rozpustné barvivo červené řepy, derivát pyrrolu, vázaný na cukr. V práškovité formě se získává rozprašovacím sušením šťávy z červené řepy. Intenzita barvy prášku není příliš vysoká. Betanin je stabilní při pH 3,0 až 7,0. Mimo tuto oblast dochází ke značným ztrátám. Záhřevem se mění červené zbarvení na světle hnědé zbarvení. Vzduch a světlo degradaci urychlují stejně rychle jako voda, což naznačuje, že je vhodné používat betanin hlavně pro barvení potravin s nízkým obsahem vody. [19, 20]

**Myoglobin a hemoglobin** - hemoglobin je barvivo červených krvinek a myoglobin je červené barvivo svalové tkáně. Jejich hlavní složkou je porfyrinový komplex s dvojmocným železem, tzv. hem vázaný na nosnou bílkovinu globin. V molekule myoglobinu je vázána jedna molekula hemu, kdežto v molekule hemoglobinu jsou vázány čtyři molekuly hemu. Obě barviva jsou velmi oxylabilní a mohou přecházet na četné deriváty. Normální zbarvení u obou molekul je tmavě červené. Je-li v prostředí ve vysokém přebytku molekulární kyslík, vzniká v myoglobinu rumělkově červený oxymyoglobin, v prostředí s malým parciálním tlakem kyslíku vzniká hnědě zbarvený metmyoglobin (při skutečné oxidaci železa). Za tepla dochází k denaturaci, hydrolyze barviv a k reakcím Maillardova typu za vzniku charakteristických zbarvení upraveného masa. Významnou reakcí hemových barviv je vytvoření nitroxyhemochromu, růžového barviva salámů i jiných masných výrobků. [19, 27]

## 3.2 Syntetická barviva

Výroba syntetických barviv se rozvíjí od začátku dvacátého století. Předpokladem pro jejich výzkum byly adekvátní teoretické představy a poznatky, které přinesla chemická strukturní teorie, a které tato teorie ověřovala a rozvíjela při hledání způsobů využití černouhelného dehtu. Centrem počátků moderního výzkumu a výroby syntetických barviv se v počátku tohoto století stalo Německo. Organické barvivo bylo poprvé syntetizováno a vyrobeno Perkinem v Anglii (1856) a později Hofmannem v Německu. [28, 29]

Dříve se syntetická barviva vyráběla z uhelného dehtu a nyní se vyrábí z ropy a ropných produktů. Syntetická barviva musí obsahovat minimálně 85 % čistého barviva, zbytek tvoří nečistoty ve formě anorganických solí, sloučenin kovů a organických látek. Mezi výhody syntetických barviv patří hlavně barevná stabilita, protože jsou stabilnější než barviva přírodní, neovlivňují chuť a vůni potravin a různými kombinacemi jednotlivých barviv lze získat řadu odstínů. K dosažení barevného tónu smí být použito pouze nezbytně nutné množství syntetického organického barviva. [30, 31]

Syntetická potravinářská barviva se vyrábějí většinou kopulací diazotovaných aminů, odvozených od benzenu nebo naftalenu, s deriváty aminů nebo fenolů benzenové nebo naftalenové řady v kyselém, zásaditém nebo neutrálním prostředí. Vyznačují se vysokou barvicí schopností. Jsou dostupná jako prášek nebo jako granule rozpustné ve vodě. [20]

Rozdílná stabilita jednotlivých druhů barviv na světle se může při kombinování jednotlivých barviv projevit nepříznivě postupnou změnou barevného tónu. Proto je vhodnější používat k barvení jedno barvivo, jehož intenzita sice může v průběhu skladování poklesnout, ale barevný tón se nezmění. [20]

Nejčastějšími zástupci syntetických barviv jsou azobarviva, které se snadno redukují ionty kovů a některými redukčními činidly (např. oxidem siřičitým nebo kyselinou askorbovou) na bezbarvé produkty. Azobarviva se také dávají do souvislosti s některými reakcemi přecitlivělosti (především kožní a dýchací projevy) a negativními projevy u dětí (hyperaktivita). [30]

### 3.2.1 Omezení některých syntetických barviv

Na základě nařízení Evropského parlamentu a rady (ES) č. 1333/2008 ze dne 16. prosince 2008 o potravinářských přídatných látkách, omezila Evropská unie použití šesti

syntetických barviv. Jedná se o následující barviva: Tartrazin (E 102), Chinolinová žluť SY (E 104), Žluť SY (E 110), Azorubin (E 122), Ponceau 4R (E 124), Červeň allura (E 129). Při použití jednoho nebo více výše uvedených barviv současně musí výrobce uvést na etiketu informaci: „*může/mohou nepříznivě ovlivňovat činnost a pozornost dětí*“. Tato informace musí být uvedena u všech potravinářských výrobků, které tato barviva obsahují, s výjimkou potravin u nichž bylo barvivo použito pro účely označení zdravotní nezávadnosti či jiných označení masných výrobků, popřípadě pro razítkování či dekorační barvení skořápek vajec. Toto nařízení je platné od 20. července 2010. Potravinu uvedené na trh před tímto dnem mohou být prodávány do dne jejich minimální trvanlivosti nebo data spotřeby. [32]

### 3.2.2 Dětská hyperaktivita

Hyperaktivní děti jsou příliš čilé a dělá jim problémy soustředit se. Jejich chování je nepředvídatelné, jsou náladové, snadno se rozruší, často pláčí a nejsou schopny být v klidu déle než několik minut. Pohyby očí a rukou nejsou zcela koordinované. Tyto děti mají často problémy s učením, špatně spí, některé mají problémy se správnou řečí a mohou být nemotorné. Hyperaktivní děti mohou trpět také dalšími obtížemi - astmatem, ekzémy, katary, bolestmi hlavy, bolestmi břicha, nočním pomočováním a abnormální žízní. Chlapci jsou častěji postiženi než dívky, přičemž hyperaktivita často není vůbec diagnostikována - okolí věří, že chování dítěte je přirozené nebo že dítě z toho vyroste. [33]

První informace o tom, že potraviny mohou obsahovat barviva, která ohrožují zejména zdraví dětí, se objevily v roce 2007 krátce po zveřejnění studie McCanna et al. O vlivu některých barviv a benzoanu sodného na chování dětí. Tato studie uvádí, že konzumace šesti syntetických potravinářských barviv a benzoanu sodného jako konzervační látky v potravinách má za následek zvýšenou hyperaktivitu u dětí ve věku tří let a u dětí ve věkové skupině 8-9 let. Tato studie navazovala na některé předchozí studie, které rovněž poukázovaly na možnou souvislost poruch v chování u dětí v souvislosti se syntetickými barvivy (zejména studie Bateman et al. 2004).

Protože tato studie vzbudila zvýšenou pozornost, zejména ze strany spotřebitelské veřejnosti a sdělovacích prostředků, byl požádán Evropský úřad pro bezpečnost potravin (EFSA) o stanovisko k této studii, a případně k doporučení dalšího postupu. EFSA ve svých závěrech konstatuje, že zde neexistuje jednoznačný a prokazatelný důkaz o tom, že

by zkoumané směsi přídatných látek vykazovaly statisticky významný účinek na chování dětí. V září 2009 byla zveřejněna vědecká stanoviska EFSA k jednotlivým látkám, kde se opět potvrzuje, že studie poskytuje pouze limitované důkazy o případném dopadu zkoumaných látek na chování dětí a získané výsledky nejsou statisticky průkazné, i když nepopírá případná zvýšená citlivost jedinců na potravinářské barviva.

Povinnost uvádět u kódu nebo názvu barviv výše uvedených informací „může/mohou nepříznivě ovlivňovat činnost a pozornost dětí“ byla stanovena v souladu s principem předběžné opatrnosti s tím, že k případnému zákazu používání těchto látek může dojít až po jednoznačném prokázání jejich negativního dopadu na zdraví spotřebitele. Ve studiu zdravotní nezávadnosti těchto látek se nadále věnuje zvýšená pozornost a jsou prováděny další studie. [35]

### 3.2.3 Označování syntetických barviv

V literatuře se pro syntetická barviva často používá název začínající zkratkou FD&C. Toto značení se začalo používat v USA v roce 1938 a dělí barviva na ta, která se v té době mohla v USA používat k barvení potravin, léků a kosmetiky (FD&C: foods, drugs and cosmetics); dále ta, která mohla být používána pouze v lécích a kosmetice (D&C: drugs and cosmetics) a na ta, která mohou být používána pouze v lécích a kosmetice s vnějším použitím (external D&C). Zákon, který zavedl v USA toto označení (Federal Food, Drug and Cosmetic Act) dále obsahoval požadavek na povinnou certifikaci barviv, kdy z každé šarže vyrobeného barviva musí být odevzdán vzorek pro vyhodnocení jeho čistoty. Původně byly ve Spojených státech povoleny desítky syntetických barviv. Jak se však postupně odhalovaly jejich nežádoucí účinky (často se jednalo o možnou karcinogenitu), byla tato barviva postupně zakazována. V současné době se smí v USA používat jenom několik málo syntetických barviv. [33]

### 3.2.4 Základní charakteristiky syntetických barviv omezených EU

- E 102

#### Tartrazin ( CI potravinářská žlut' 4, FD&C Yellow No. 5 )

Tartrazin označovaný také jako CI potravinářská žlut' 4 sestává v podstatě z trinatrium-5-hydroxy-1-(4-sulfonaftferyl)-4-(4-sulfonaftfenzylazo)-H-pyrazol-3-karboxylátu a vedlejších

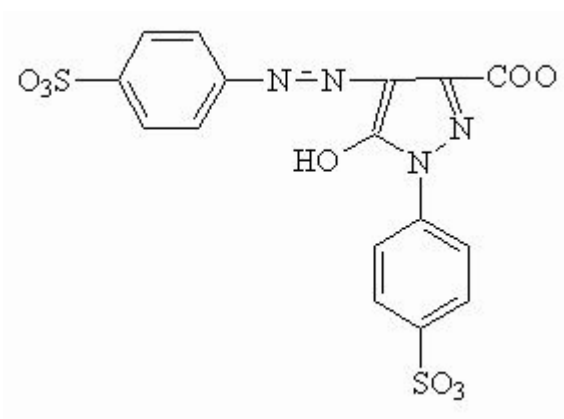
barevných látek spolu s chloridem sodným nebo síranem sodným jako hlavními bezbarvými složkami. [36]

Chemický vzorec:  $C_{16}H_9N_4Na_3O_9S_2$ .

Tartrazin je popsán jako sodná sůl. Jsou rovněž dovoleny soli vápníku a draslíku. Jedná se o světle oranžový prášek nebo granule. [36]

Tartrazin je citrónově žluté syntetické barvivo patřící do skupiny azobarviv. Jedná se o nejčastěji jmenovanou látku v diskusích o nežádoucích účincích syntetických barviv na lidské zdraví. Na základě rozsáhlých vědeckých důkazů před schválením používání tartrazinu jako barviva do potravin došlo FDA k závěru, že toto barvivo není ani karcinogenní ani toxické. Nicméně je všeobecně známo, že tartrazin může způsobit alergické reakce a astmatické záchvaty u citlivých jedinců, které se projevují příznaky jako je kopřivka, svědění, otoky dutin, rýma, migréna apod. Tyto příznaky se objevují častěji u alergických astmatiků a u osob citlivých na aspirin než v široké veřejnosti (podle jedné studie je asi 15% populace citlivé na tartrazin). Toto barvivo je také spojováno s dětskou hyperaktivitou. [33, 37]

Tartrazin se používá v pekařských a mléčných výrobcích, jogurtech, dezertech, nápojích v prášku, cukrovinkách, zmrzlinách, polévkách, omáčkách, hořčici, nealkoholických i alkoholických nápojích, žvýkačkách a v syntetických barvách pro barvení v domácnosti. Slouží také k barevnému rozlišení pilulek a barvení krmiv pro domácí zvířata. [33, 38]



Obr. 13. Chemický vzorec tartrazinu [60]

- E 104

**Chinolinová žlut' ( CI potravinářská žlut' 13, FD&C Yellow No. 10 )**

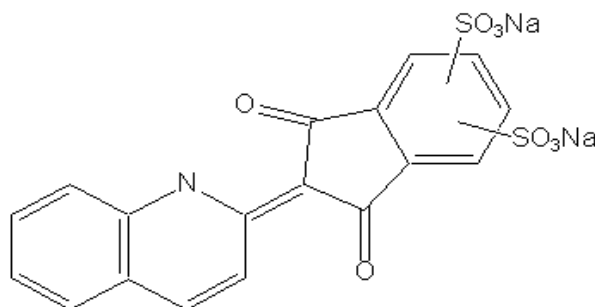
Chinolinová žlut' označovaná také jako CI potravinářská žlut' 13 se připravuje sulfonací 2-(2-chinoly)indan-1,3-dionu. Chinolinová žlut' se skládá v podstatě ze sodných solí směsi disulfonátů (hlavně), monosulfonátů a trisulfonátů, 2-(2-chinoly)indan-1,3-dionu a vedlejších barevných látek spolu s chloridem sodným nebo síranem sodným jako hlavními bezbarvými složkami.

Chemický vzorec:  $C_{18}H_9NNa_2O_8S_2$ . [36]

Chinolinová žlut' je popsána jako sodná sůl, jsou také dovoleny soli vápníku a draslíku. Jedná se o žlutý prášek nebo granule. Absorpční maximum má chinolinová žlut' ve vodném roztoku kyseliny octové při cca. 411 nm. [36]

V rámci provedených studií na zvířatech nejsou prokázány nežádoucí účinky tohoto barviva. Podle některých zdrojů může tato látka vyvolávat nebo zhoršovat kopřivku a způsobuje další nežádoucí reakce u citlivých jedinců. [33]

Chinolinová žlut' se přidává do nealkoholických a povzbuzujících nápojů, různých dezertů, cukrovinek, žvýkaček, zmrzlin a mléčných výrobků. [33]



**Obr. 14. Chemický vzorec chinolinové žluti [61]**

- E 110

**Žlut' SY (CI potravinářská žlut' 3, oranžová žlut' S, FD&C Yellow No. 6, Sunset Yellow)**

Žlut' SY označovaná také jako CI potravinářská žlut' 3 nebo také jako oranžová žlut' S, se v podstatě skládá z 2-hydroxy-1-(4-sulfonafenylo)naftalen-6-sulfonanu disodného a



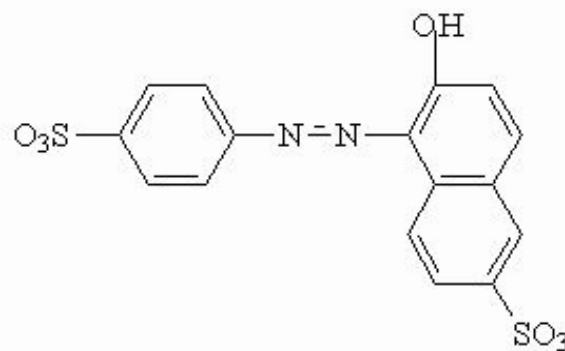
vedlejších barevných látek spolu s chloridem sodným nebo síranem sodným jako základními barevnými složkami.

Chemický vzorec:  $C_{16}H_{10}N_2Na_2O_7S_2$ . [36]

Žlutý SY je popisována jako sodná sůl. Povolena je také sůl vápenatá a draselná. Jedná se o oranžově červený prášek nebo granule. Absorpční maximum je ve vodě při cca. 485 nm a pH 7. [36]

Toto barvivo může vyvolat u citlivých osob různé alergické reakce, které se nejčastěji projevují vyrážkou, otoky dutin a zvracením. U osob citlivých na aspirin může způsobovat kopřivku a astmatické záchvaty. Tato látka je rovněž spojována s dětskou hyperaktivitou. [33]

Žlutý SY se používá pro barvení nealkoholických a alkoholických nápojů, pekařských výrobků, cereálií, hořčic, sladkostí, zmrzlin, nápojů v prášku, mléčných výrobků a instantních polévek, párků a krmiva pro domácí zvířata. Toto barvivo se rovněž používá pro barvení potravin pro domácí použití. Ve farmaceutickém průmyslu se používá pro barevné rozlišení pilulek. [33, 38]



Obr. 15. Chemický vzorec žluti SY [60]

- E 122

### Azorubin ( CI potravinářská červeň 3, karmoisin )

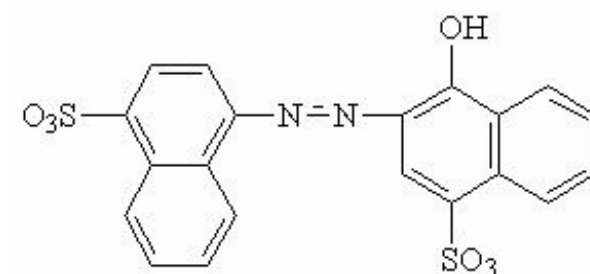
Azorubin, označovaný také jako CI potravinářská červeň 3 nebo karmoisin, sestává v podstatě z dinatrium - 4 - hydroxyl - 3 - ( 4 - sulfonat - 1 - naftylazo ) naftalen - 1 - sulfonátu a vedlejších barevných látek spolu s chloridem sodným nebo síranem sodným jako hlavními bezbarvými složkami.

Chemický vzorec:  $C_{20}H_{12}N_2Na_2O_7S_2$ . [36]

Azorubin je také popsán jako sodná sůl. Jsou také dovoleny soli vápníku a draslíku. Jedná se o červený až kaštanově hnědý prášek nebo granule. Absorpční maximum je ve vodě při cca 516 nm. [36]

U pokusných zvířat nevyvolával azorubin žádné nežádoucí reakce. U citlivých jedinců (často se jedná o lidi trpící nesnášenlivostí na aspirin a astmatiky) se mohou po požití dostavit nežádoucí reakce podobné alergii např. kopřivka a další různé projevy nesnášenlivosti. [33]

Azorubin se přidává do nealkoholických a alkoholických nápojů, cukrovinek, marcipánu, želé, zmrzlin, mléčných výrobků, jogurtů a konzervovaného ovoce. Je také součástí syntetických potravinářských barev pro domácnost a používá se pro barevné rozlišení pilulek. [33]



Obr. 16. Chemický vzorec azorubinu [60]

- E 124

**Ponceau 4R ( CI potravinářská červeň 7, New Coccine, košenilová červeň A )**

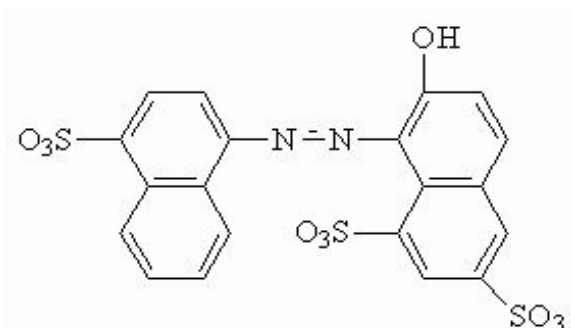
Ponceau 4R označovaný také jako CI potravinářská červeň 7, New Coccine nebo Košenilová červeň A sestává v podstatě z trinitrium - 2 - hydroxyl - 1 - ( 4 - sulfonat - 1 - naftylazo) naftalen - 6, 8- disulfonátu a vedlejších barevných látek spolu s chloridem sodným nebo síranem sodným jako hlavními bezbarvými složkami.

Chemický vzorec:  $C_{20}H_{11}N_2Na_3O_{10}S_3$ . [36]

Ponceau 4R je popsán jako sodná sůl. Jsou také dovoleny soli vápníku a draslíku. Jedná se o červenavý prášek nebo granule. Absorpční maximum ve vodě je při cca. 505 nm. [36]

Při požití může tato látka vyvolat alergické a nesnášenlivé reakce zejména u astmatiků a u osob citlivých na aspirin. Látka je rovněž spojována s dětskou hyperaktivitou. [33]

Toto barvivo se přidává do žvýkaček, zmrzlin, mléčných výrobků, nealkoholických nápojů, alkoholických a energetických nápojů, kompotovaného ovoce a cukrovinek. Používá se také jako součást syntetických potravinářských barev pro domácnost. [33]



Obr. 17. Chemický vzorec ponceau 4R [60]

- E 129

#### Allura červeň AC ( CI potravinářská červeň 17, FD&C Red 40 )

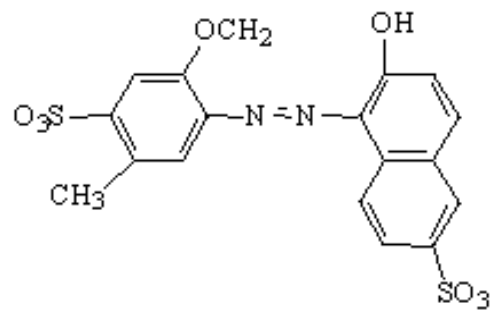
Allura červeň označovaná také jako CI potravinářská červeň 17 sestává v podstatě z dinatrium - 2 - hydroxy - 1 - ( 2 - methoxy - 5 - methyl - 4 - sulfonafthénylazo ) naftalen - 6 - sulfonátu a vedlejších barevných látek spolu s chloridem sodným nebo síranem sodným jako hlavními bezbarvými složkami.

Chemický vzorec:  $C_{18}H_{14}N_2Na_2O_8S_2$ . [36]

Allura červeň AC je popsána jako sodná sůl. Jsou též dovoleny soli vápníku a draslíku. Jedná se o tmavočervený prášek nebo granule. Absorpční maximum je ve vodě při cca 504 nm. [36]

Toto barvivo může při požití způsobit alergické reakce u citlivých jedinců. [33]

Allura červeň AC se používá pro barvení nealkoholických nápojů a práškových směsí pro výrobu nealkoholických nápojů, dezertů, mléčných výrobků, bonbonů, zmrzlin, oplatek, žvýkaček, práškových směsí pro výrobu dezertů, ale také krmiv pro domácí zvířata. [33, 38]



**Obr. 18. Chemický vzorec**

Allura červen AC [60]

## 4 IZOLACE A STANOVENÍ POTRAVINÁŘSKÝCH BARVIV

### 4.1 Absorpce světla

Absorpce zářivé energie v určitém prostředí je základem veškeré spektrální absorpční analýzy. Je-li absorbováno ultrafialové nebo viditelné záření, nastává absorpce v tzv. oblasti elektronových spekter.

Zrakem vnímáme světelnou absorpci jako barevnost látek pouze ve viditelné oblasti záření, tj. v rozmezí vlnové délky 400 - 750 nm. Např. slabý roztok manganistanu draselného pohlcuje světelné paprsky spojitého viditelného záření „bílého světla“ v okolí 530 nm a propouští zbytek světla v doplňkovém zabarvení, které se jeví našemu oku v červenofialovém tónu.

Absorpcí světelného záření se zvětšuje vnitřní energie molekuly nebo atomu, které v této formě přijímají určité množství energie a dostávají se ze svého základního stavu o nejnižší energii  $E_0$  do stavu o vyšší energii  $E_1$ . Podle kvantové teorie světla představuje každý monochromatický paprsek zářivé energie vlnové délky  $\lambda$  nebo odpovídající frekvenci  $f$  tok fotonů, tj. kvant energie, o hodnotě

$$E_{\text{fot}} = h \cdot f, \quad (7)$$

Kde  $f$  je frekvence dopadajícího záření a  $h$  je **Planckova** univerzální konstanta

( $h = 6,62 \cdot 10^{-27}$ ). Hodnota tzv. *excitační energie*  $\Delta E$  odpovídá energii absorbovaných fotonů a je dána rozdílem mezi energií molekuly nebo atomu v normálním a excitovaném stavu:

$$\Delta E = E_1 - E_0 \quad (8)$$

Mezi vlnovou délkou selektivně absorbovaného záření a množstvím energie, která převádí grammolekulu látky do excitovaného stavu, platí vztah

$$\lambda = \frac{h \cdot c \cdot N}{\Delta E}, \quad (9)$$

Kde  $N$  je Avogadrova konstanta ( $6,02 \cdot 10^{22}$ ) a  $c$  rychlost světla ( $3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$ ).

Elektronová absorpční spektra zahrnují oblast vlnové délky záření v rozsahu od 50 do 1000 nm, hlavně však oblast viditelného a ultrafialového záření (185 až 700 nm). V celém oboru

elektronových spekter se tedy pracuje se zářením takové energetické hodnoty, která má schopnost přemísťovat vnější elektrony v molekule, popř. atomu, kdežto energeticky chudší infračervené záření již elektronové stavy nemění.

Vyšetřování světelné absorpce v rozsahu elektronových spekter umožňuje řešit vztahy mezi konstitucí látky a její charakteristickou absorpcí. Údaje o poloze příslušného absorpčního spektra jsou kvalitativní povahy. Kvantitativní vyhodnocení podle intenzity sledované absorpce získáváme na základě **Lambertova -Beerova** zákona.

**Lambertův-Beerův** spojený zákon vyjadřuje vztah mezi světelnou absorpcí, silou absorbujícího prostředí a jeho koncentrací .

Prochází-li světelný tok paprsků monochromatického světla počáteční intenzity  $\Phi_0$  vrstvou absorbujícího prostředí síly  $d$  , zeslabuje se vlivem světelné absorpce na hodnotu  $\Phi$  . Propustnost prostředí  $T$  je dána poměrem obou světelných toků podle vztahu

$$T = \frac{\Phi}{\Phi_0} \quad (10)$$

Převrácená hodnota propustnosti  $\Phi / \Phi_0$  se nazývá opacita a její dekadický logaritmus je extinkce  $A$  , pro niž platí vztah

$$A = \log \frac{\Phi_0}{\Phi} = \log \frac{1}{T} \quad (11)$$

Absorpce  $\alpha$  odpovídá podílu světla, který je daným prostředím zadržován, vyjadřuje se vztahem:

$$\alpha = 1 - \frac{\Phi}{\Phi_0} = 1 - T \quad (12)$$

Tok paprsků monochromatického světla, představující počáteční světelnou intenzitu  $\Phi_0$  , se podle **Lambertova** zákona exponenciálně zeslabuje s rostoucí tloušťkou absorbující vrstvy  $l$  podle rovnice

$$\Phi = \Phi_0 \cdot 10^{-al} \quad (13)$$

Absorpční koeficient  $a$  je, jak uvedl Beer, přímo úměrný koncentraci  $c$  absorbující složky daného prostředí. Platí tedy vztah

$$a = \varepsilon \cdot c \quad (14)$$

S rostoucí koncentrací absorbující složky se tedy opět exponenciálně zeslabuje počáteční světelná intenzita  $\Phi_0$ , jak je vyjádřeno vztahem:

$$\Phi = \Phi_0 \cdot 10^{-\varepsilon c l} \quad (15)$$

Po zavedení výrazu po extinkci se tento vztah přemění v obecně užívaný tvar

$$A = \varepsilon \cdot c \cdot l \quad (16)$$

Lambertova-Beerova zákona se využívá při spektrometrických měřeních, tj. hlavně při vyšetřování absorpčních spekter, a dále při kvantitativní spektrofotometrické analýze. Za předpokladu Lambertova-Beerova zákona není extinkční koeficient  $\varepsilon$  závislý na koncentraci barevné složky, mění se však s její barevností a je tedy jakousi jednotkou konstitučně určující příslušnou látku. [39]

## 4.2 Spektrometrie

Závislost absorpce nebo emise záření studovaným vzorkem na energii záření se získává pomocí spektrometru. Spektrometrem získaná závislost se nazývá spektrum a tato metoda se označuje jako spektrometrie.

V zásadě jsou používány dva způsoby rozdělení spektrálních metod. Podle účelu analýzy a podle povahy studované částice rozdělujeme spektrometrii na spektrometrii atomovou a molekulovou. Podle toho ve kterém směru sledujeme přechod ve studované částici rozdělujeme spektrometrii na absorpční a emisní. [40]

Spektrometry jsou přístroje, které obsahují zdroj záření (u emisních metod je jím sám vzorek), optické prvky pro vedení paprsku přístrojem, prvek pro výběr vhodné vlnové délky k měření, zařízení pro vzorek u absorpčních metod (např. kyvetu) a detektor

elektromagnetického záření. Výstupní zařízení ukazuje, zaznamenává, případně dále vyhodnocuje signál detektoru. Současné moderní spektrometry zaznamenávají a vyhodnocují spektra pomocí počítače. Základní konstrukcí mohou být spektrometry přístroje jednopaprskové nebo dvoupaprskové. Přístroj nastavujeme na nulovou koncentraci analytu pomocí slepého srovnávacího vzorku (čisté rozpouštědlo, tzv. blank), což u jednopaprskových přístrojů provádíme před měřením. U dvoupaprskových přístrojů se porovnávání děje průběžně, protože paprsek je dělen v pravidelných intervalech na část procházející vzorkem a část procházející srovnávacím prostředím pomocí rotujících zrcadlových segmentů tvaru kruhových výsečí. Detektor střídavě měří jeden a druhý paprsek.

V současné době se stala spektrometrie významnou a nepostradatelnou analytickou metodou. Jejím širšímu rozšíření brání finanční náročnost při zakoupení spektrometru. [3]

### 4.3 Stanovení přírodních barviv

Pro stanovení přírodních barviv existuje celá řada klasických metod, které jsou založeny na vlastní charakteristické absorpci barviv. Tyto metody se často používají v případě nutnosti stanovení jednoho nebo omezeného počtu barviv (max. 5). Pro směsi více barviv je vhodnější volit separační metody (TLC, PC, HPLC, apod.).

**TLC (*Thin Layer Chromatography*)** - Tenkovrstvá chromatografie - jedná se o chromatografii na tenké vrstvě. Rozeznáváme tenkovrstvou chromatografii *rozdělovací*, kdy stacionární fází je kapalina zachycená na tenké vrstvě a mobilní fází je také kapalina, a chromatografii *adsorpční*, kdy stacionární fází je tuhý adsorbent, který je součástí tenké vrstvy a mobilní fází je kapalina. Jedná se o jednoduchou a levnou metodu, která vyžaduje pouze minimální instrumentaci. Tenkovrstvou chromatografii lze charakterizovat jako chromatografii v otevřené koloně. Na tenké vrstvě je méně stacionární fáze, takže chromatografie na tenké vrstvě může být velmi rychlá v porovnání s kolonou. Stacionární fáze může tvořit: oxid hlinitý, silikagel, celulóza, iontoměniče, polyamid apod. Stacionární fáze jsou nanášeny na skleněných deskách nebo hliníkových fóliích. Tenké vrstvy mohou obsahovat fluorescenční indikátor k usnadnění detekce analyzovaných látek. Tenkovrstvou chromatografii je možno realizovat v klasické TLC nebo vysoko účinné HPTLC experimentální podobě.



**PC (*Paper Chromatography*)** - Papírová chromatografie - jedná se o starší a jednodušší metodu. Papírová chromatografie je rozdělovací, kdy stacionární fáze je kapalina zachycená na papíře a mobilní fáze je kapalná. Pro papírovou chromatografii se používá celulóзовý filtrační papír. Stacionární fází je většinou voda zachycená na papíře. Jako mobilní fáze se používají organická rozpouštědla nebo jejich směsi, které se s vodou nemísí nebo se mísí omezeně. Vyvíjení chromatogramu v papírové chromatografii je pomalejší než v tenkovrstvé chromatografii. [16, 41]

**HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*)** - Vysoce účinná kapalinová chromatografie - mobilní fází je kapalina. Během separace se analyt rozděluje mezi mobilní a stacionární fází. Čas, jaký stráví v jedné nebo druhé fází, závisí na afinitě analytu ke každé z nich. Podle uspořádání stacionární fáze rozlišujeme kolonovou a tenkovrstvou či papírovou kapalinovou chromatografii. [3]

**HPTLC (*High Performance Thin Layer Chromatography*)** - Vysoce účinná tenkovrstvá chromatografie - využívá účinné stacionární fáze o malé a jednotné velikosti částic. Je zde nutná instrumentace pro automatické dávkování, vyvíjení a detekci. Používají se stejné druhy stacionární fáze jako v TLC, avšak s velmi malou zrnitostí. Mobilní fáze se dodávají na vrstvu pomocí mikročerpadel pro zajištění rovnoměrného toku tenkou vrstvou. Umožňuje dosažení vyšší separační účinnosti než v TLC a PC. Vyvíjení chromatogramu probíhá ve vyvíjecích komorách s možností regulace složení plynné fáze. [16, 41]

#### **4.3.1 Izolace a stanovení anthokyanů**

Izolace anthokyanů se nejčastěji provádí extrakcí 1% kyselinou chlorovodíkovou za studena, nebo ve směsi s metanolem popřípadě etanolem. Při stanovení této skupiny barviv se využívá barevná změna v závislosti na pH, nebo jejich reakce s některými kovy. Získaný barevný roztok se měří spektrofotometricky při vlnové délce 550 nm.

#### **4.3.2 Izolace a stanovení karotenoidů**

Izolace karotenoidních barviv vyžaduje jiné separační metody jako při stanovení anthokyanů, vzhledem k nepolárnímu charakteru těchto látek. Karotenoidy mají lipofilní charakter a lze je izolovat extrakcí nepolárními organickými rozpouštědly (aceton, diethylether, petrolether, hexan apod.). Často jsou vázána na lipidickou složku, především v živočišných produktech. Proto je nutno je nejprve uvolnit zmýdlením alkoholickým

roztokem hydroxydu draselného varem pod zpětným chladičem a následným promytím vodou. Kvantitavní izolace závisí na homogenitě vzorku. Nejčastěji se roztírají s mořským pískem za chladu s acetonem, metanolem apod., čímž se mechanicky poruší buněčné membrány, denaturují se proteinové komplexy a vyextrahují se pouze karotenoidy. Acetonové roztoky se měří spektrofotometricky při vlnové délce 450 nm a přepočtou se na  $\beta$ -karoten. Hodnota celkových karotenoidů je ovlivněna doprovodnými žlutými barvivy. Proto se acetonový extrakt reextrahuje petroletherem a teprve pak probíhá vlastní stanovení. Pro rozdělení lze použít separační metody jako tenkovrstvou nebo papírovou chromatografii.

#### 4.3.3 Izolace a stanovení chlorofylů

Metody izolace a stanovení jsou podobné jako u karotenoidů. Z čerstvého materiálu se extrahuje chlorofyl mixováním nebo roztíráním za chladu s acetonem. Po odfiltrování tuhých částí se filtr promývá acetonem dokud není filtrát bezbarvý. Chlorofyl se poté přeextrahuje do ethyletheru, vysuší se a změří se jeho absorbance při vlnové délce 660 - 642,5 nm proti diethyetheru a vypočte se celkový obsah chlorofylu, chlorofylu a a chlorofylu b. Obsah je možno vypočítat i z údajů při vlnové délce 665 a 649 nm pro aceton. Při stanovení ve směsi je možno využít tenkovrstvé chromatografie.

#### 4.3.4 Izolace a stanovení flavonoidů

Čerstvé vzorky se před izolací povaří pro inaktivaci enzymů, především polyfenoloxidasů. Vodný filtrát se zachytí a ve vakuu zahustí na malý objem. Pevné zbytky se opakovaně extrahují malými dávkami methanolu. Pro vysrážení balastních látek se k zahuštěnému roztoku postupně přidává methanolickeý extrakt. Sraženina se odfiltruje a extrahuje diethyletherem a ethylacetátem. Zahuštěný extrakt se alkalizuje hydroxydem draselným a měří se spektrofotometricky při vlnové délce 430 nm. Flavonoidy se uvolní promytím kyselinou chlorovodíkovou, eluát se zahustí ve vakuu a dělí se papírovou chromatografií.

#### 4.3.5 Izolace a stanovení živočišných barviv

Stanovení živočišných barviv myoglobinu a hemoglobinu se provádí buď jako celkový obsah při sledování vybarvení potravin nebo jako diferenční měření hlavních složek z rozdílu absorbance při různých vlnových délkách před a po redukci barviv nebo separačními metodami. Veškeré operace je nutné provádět ve tmě vzhledem k fotosenzibilitě barviv.

Zhomogenizovaný vzorek se extrahuje acetonem a ve filtrátu se měří nitrosomyochromogen při 540 nm. Celkové vybarvení se měří po extrakci okyseleným acetonem ve filtrátu při vlnové délce 640 nm, přepočte se na nitrosomyochromogen a vyjádří se v procentech z celkového obsahu barviv. [16, 41, 42]

#### 4.4 Analýza syntetických barviv

Pro stanovení obsahu jednotlivých syntetických barviv v potravinách, nápojích a jejich koncentrátech je možno použít celou řadu separačních a optických metod. K nejstarším metodám důkazu přítomnosti syntetických barviv v různých druzích potravinářských výrobků patří vybarvovací zkoušky na vlněném vlákně zbarveném tuků nebo metoda vybarvování polyamidového prášku. U kapalných vzorků se dokazuje přítomnost barviv přímo, u tuhých vzorků se musí nejprve provést homogenizace a následně se barviva extrahují vodou. Kyselá barviva se dají izolovat extrakcí amylalkoholem a následnou vícenásobnou extrakcí do vody. Při vybarvovací zkoušce se nejprve z bílého vlněného vlákna odstraňují tukové složky a přítomné nečistoty. Takto upravené vlákno se poté ponoří do roztoku vzorku zahřátého na 70 - 100°C po dobu asi 20 minut kdy dojde k absorpci syntetických barviv. Absorbují se i anthokyany, pokud jsou přítomny, které se však odstraní vypráním ve studené vodě. Pokud zůstane vlákno po vyprání zbarvené, je to důkaz přítomnosti syntetických barviv. Barviva se eluují z vlny amoniakem. U metody vybarvování polyamidového prášku se postupuje podobným způsobem. Důkaz barviv se provádí pouze u takových potravin, u kterých je přibarvování zakázané. U ostatních potravin je nutné identifikovat i jednotlivá barviva a prokázat, že nebylo k přibarvování použito nepovolené barvivo.

Při identifikaci jednotlivých barviv se využívají spektrální metody v UV a viditelné (VIS) oblasti s využitím charakteristických absorpčních spekter nebo fluorescence. Ke stanovení potravinářských barviv se dají využít chromatografické, spektrofotometrické, elektrochemické a elektromigrační metody. V minulosti se pro analýzu potravinářských barviv používaly především metody chromatografické - papírová, tenkovrstvá a kolonová chromatografie. V současnosti se nejvíce používá vysoce účinná kapalinová chromatografie, kapilární zónová elektroforéza, micelární elektrokinetická chromatografie, iontově párová chromatografie a iontově výměnná chromatografie. Kapilární elektroforéza je vhodná především pro kyselá barviva.

Výsledky všech metod jsou obvykle ve velmi dobré shodě s výjimkou vzorků obsahujících směs více barviv, která mají podobná absorpční maxima. V tomto případě je metoda UV/VIS spektrometrie zatížena velkou chybou. Tato metoda je vhodná především u vzorků jednotlivých barviv. V případě směsí barviv nebo barviv s podobnými optickými vlastnostmi je vhodné použít metody vícesložkové analýzy. [16, 43, 44]

## 5 SENZORICKÉ HODNOCENÍ POTRAVIN

Senzorické hodnocení potravin patří mezi nejstarší způsoby kontroly jakosti a kvality potravin. I přes současný rozvoj instrumentální a analytické techniky si tento způsob hodnocení stále udržuje svou pozici v potravinářském průmyslu. Výsledky sensorické analýzy mohou být ovlivněny řadou faktorů, především subjektivních, které je nutno při hodnocení odstranit nebo snížit na minimum. Mezi subjektivní faktory patří především hodnotitelé. Podle stupně zaškolení se dělí do čtyř skupin na laické hodnotitele, školené hodnotitele, vybrané hodnotitele a experty. Z objektivních faktorů, které ovlivňují sensorické hodnocení je potřeba zmínit zkušební prostor, teplotu místnosti a osvětlení. [16, 62, 63]

### 5.1 Metody v sensorické analýze

Pro provádění sensorické analýzy je vypracována řada metod. Nejpoužívanější metody v sensorické analýze lze rozdělit do tří skupin:

- rozlišovací zkoušky,
- zkoušky používající stupnice a kategorie,
- deskriptivní (popisné) zkoušky

**Rozlišovací zkoušky** jsou používány ke stanovení rozdílu mezi předkládanými vzorky. Těchto metod se obvykle používá k posouzení, zda se výrobky od sebe liší ve stanoveném sensorickém znaku, popřípadě je možné stanovovat i směr rozdílu (který z nich je sladší, kyselejší, preferovanější apod.). K nejpoužívanějším rozlišovacím zkouškám patří: párová porovnávací zkouška, zkouška duo-trio, trojúhelníková zkouška, další zkoušky s více jako třemi vzorky, zkouška „A“ nebo „ne A“.

**Zkoušky používající stupnice a kategorie** slouží k odhadu stupňů (kategorií), do nichž jsou vzorky zařazovány. K těmto metodám řadíme zejména pořadovou zkoušku, zkoušky zatřídňující vzorky do předem určených kategorií (stupňů), bodování (vzorek získává podle svých znaků určitý počet bodů), stanovení magnitudy (hodnoty - body se přiřazují vzorkům takovým způsobem, že poměr mezi párem přiřazených bodů je stejný jako mezi jim odpovídajícími magnitudami vnímání).

**Deskriptivní (popisné) zkoušky** jsou využívány zejména k identifikaci, popř. i kvantifikaci, zvláštních sensorických znaků přítomných ve vzorku. Patří sem jednoduché deskriptivní zkoušky (cílem je získat kvalitativní popis jednotlivých vlastností přispívajících k celkovému charakteru vzorku), profilová analýza (používá popisných termínů při hodnocení sensorických vlastností vzorků a intenzity každé vlastnosti), profilování volnou volbou (laičtí nebo zasvěcení posuzovatelé hodnotí vzorky za použití vlastního souboru deskriptorů).

Zkoušení, při kterém se zjišťuje intenzita určitého sensorického znaku (kyselost, sladkost, hořkost, aj.), se nazývá **intenzitní**. Posuzování, při němž se k charakterizaci vjemu využívá jeho příjemnosti, resp. nepříjemnosti, se nazývá **hédonické**. [63, 65]

## 5.2 Senzorické hodnocení barvy

Pro normalizované porovnávání barvy je nezbytné aby hodnotitel měl normální barevné vidění a aby bylo zajištěno reprodukovatelné osvětlení a podmínky pozorování. Je sice obvyklé porovnávat se standardem na denním světle, ale spektrální složení denního světla je značně proměnlivé. Pracovní plocha má být achromatická, aby se zabránilo vlivům barevného kontrastu nebo adaptace pozorovatele na barvu a ovlivnění chromatických charakteristik odraženým nebo rozptýleným světlem. Hodnotitel musí nosit oděv neutrální barvy a v zorném poli nejsou dovoleny žádné výrazně zbarvené povrchy kromě zkušebních vzorků. [63]

### 5.2.1 Příprava a předkládání vzorků pro rozeznání intenzity barevných tónů

Jako vzorky se používají zpravidla vodné roztoky vhodných barviv. Pro barvu červenou se používá azorubin, pro barvu žlutou žluť SY, pro barvu hnědou rumová hněď a pro barvu zelenou smaragdová zeleň. Připraví se desetičlenná řada o různých koncentracích barviv, a to takového (a v takovém rozmezí intenzit), které je pro obor zkoušeného hodnotitele významné. Nejčastěji se podávají žluté a červené roztoky. Vzorky se předkládají v uzavřených zkumavkách zakódované a v nahodilém pořadí. [62]

### 5.2.2 Vlastní hodnocení intenzity barevných tónů

Po předložení vzorků má hodnotitel za úkol buď správně seřadit tyto vzorky podle stoupající intenzity zbarvení, nebo srovnat vzorky s odpovídajícími standardy. Zkoušku je

také možné uspořádat jako párovou zkoušku, kdy je úkolem hodnotitele určit z předložených dvou vzorků vzorek o větší a o menší intenzitě zbarvení. Podobně lze využít i jiných rozdílových zkoušek např. trojúhelníkové nebo tetradové. Protože únava zrakového receptoru je (na rozdíl od receptorů čichových nebo chuťových) malá, je možno i u nezkušených osob předložit k posuzování bez přestávky 10 - 30 vzorků. [62]

## II. PRAKTICKÁ ČÁST



## 6 CÍL PRÁCE

Cíl mojí diplomové práce byl vymezen následovně:

- Navrhnout náhradu syntetických barviv omezených současnou legislativou EU, přírodními barvivy ve vybraných výrobcích z ovoce.

V důsledku nařízení Evropského parlamentu a rady (ES) č. 1333/2008 ze dne 16. prosince 2008, o omezení některých syntetických barviv, vyvstal řadě tuzemských společností problém, jakými barvivy nahradit doposud používaná syntetická barviva. Při použití šesti omezených syntetických barviv by totiž výrobce musel na etiketu uvést informaci o možném negativním působení na činnost a pozornost dětí, což je u většiny výrobků nepřijatelné. Tato informace by totiž mohla způsobit neprodejnost výrobku. Stejný problém řešila také společnost Linea Nivnice u sirupů. Do těch dříve přidávala syntetická barviva a to ponceau u sirupu zahradní směs, azorubin, ponceau a brilantní modř u sirupu lesní směs a azorubin u sirupu malina. Jelikož tyto sirupy jsou určeny po naředění v domácnosti k přímému konzumu a jsou nejvíce konzumovány dětmi, musela společnost najít vhodnou náhradu ve formě přírodních barviv, která jsou ve většině případů nestálá a citlivá na světlo. Jakmile vešlo v platnost nařízení Evropského parlamentu a rady (ES) č. 1333/2008, začala společnost vyrábět sirupy s barvivy přírodními bez zkoušení jejich stálosti. Z důvodu, že byly sirupy obsahující syntetická barviva (včetně vzorků) zlikvidovány a sirupy s přírodními barvivy ihned uvedeny na trh, nemohlo být doslovně dodrženo zadání diplomové práce. Úkolem tedy bylo zjistit stálost přírodních barviv v sirupech, případně jejich další možné použití pro jiné výrobky. Pro zjištění stálosti přírodních barviv byly společností dodány tři druhy vzorků sirupů obsahující červené barvivo esarot a červenomodré barvivo esablaurot. U sirupu Zahradní směs (barvivo esarot) a Lesní směs (barvivo esablaurot) byly dodány vzorky jak v PET láhvi, tak ve skle. U sirupu Malina (barvivo esarot) byly dodány vzorky pouze v PET láhvi.

Základním požadavkem společnosti bylo použití jednoduchých metod, finančně nenáročných a také rychlých. Všechny použité vzorky sirupů pocházely z jedné šarže a u každého druhu výrobku byl stejný datum výroby. Bylo dodáno 24 vzorků od každého druhu výrobku a pět základních vzorků, tj. celkem 125 vzorků sirupů.

Pro zjištění barevné stálosti byly dodány také vzorky dětské jahodové výživy obsahující přírodní barvivo esarot a barvivo esablaurot. Výrobky dětské výživy obsahující barvivo

esarot, které byly dodány, jsou již uvedeny na trhu. Vzorky dětské výživy obsahující barvivo esablaurot byly pro tuto experimentální část dodatečně vyrobeny. Příklad přídavku barviva esablaurot byl 0,8 kg na 1 t výrobku.

## 7 METODIKA

### 7.1 Dodavatelé vzorků

Pro zpracování mé diplomové práce byly použity vzorky sirupů a dětských výživ, které zdarma poskytla společnost Linea Nivnice a.s. Vzorky všech barviv poskytla rakouská společnost Esarom se sídlem v Oberrohrbachu. Společnost se zaměřuje na výrobu emulzí, koncentrátů, výtažků, trestí, barviv, přísad a polev pro nealkoholické a alkoholické nápoje, zmrzlinu, cukrovinky, mléčné výrobky apod. [45, 46]

### 7.2 Použité vzorky

#### 7.2.1 Sirupy

- **Hello limonádový sirup zahradní směs**

*Suroviny pro výrobu:* cukr, kyselina citronová E330, aroma zahradní ovoce 150 159, esarot 522 222, pitná voda

*RS:* 64° BX

*Kyseliny:* min. 1,6 %

*Hmotnost:* 900g

Skleněná láhev stuba 0,7l

*Datum výroby:* 29.11.2010

*Minimální trvanlivost:* 12 měsíců



- **Hello sirup zahradní směs**

*Suroviny pro výrobu:* cukr, sacharin sodný E954, kyselina citronová E330, aroma zahradní ovoce 150 159, esarot 522 222, sorban E202

*RS:* min. 40° BX

*Kyseliny:* min. 1,6 %

Plastová láhev 0,7l

*Datum výroby:* 25.1.2011

*Minimální trvanlivost:* 12 měsíců



- **Hello limonádový sirup lesní směs**

*Suroviny pro výrobu:* cukr, kyselina citronová E330, aroma lesní ovoce 150 160, esablaurot 680 155

*RS:* min. 64° BX

*Kyseliny:* min. 1,5 %

*Hmotnost:* 900g

Skleněná láhev stuba 0,7l

*Datum výroby:* 17.1.2011

*Minimální trvanlivost:* 12 měsíců



- **Hello sirup lesní směs**

*Suroviny pro výrobu:* cukr, sacharin sodný E954, kyselina citronová E330, aroma lesní ovoce 150 160, esablaurot 680 155, sorban E202

*RS:* min. 40° BX

*Kyseliny:* min. 1,5 %

Plastová láhev 0,7l

*Datum výroby:* 25.1.2011

*Minimální trvanlivost:* 12 měsíců



- **Hello sirup malina**

*Suroviny pro výrobu:* cukr, sacharin sodný E954, kyselina citronová E330, aroma malina 199 002, esarot 522 222, sorban E202

*RS:* min. 40° BX

*Kyseliny:* min. 1,6 %

Plastová láhev 0,7l

*Datum výroby:* 18.1.2011

*Minimální trvanlivost:* 12 měsíců



Technicko hospodářské normy pro všechny vzorky sirupů jsou uvedeny v Příloze II.

### 7.2.2 Dětská výživa

- **Hello přesnídávka s jahodami**

*Suroviny pro výrobu:* jablečná dřev 100%, jahodová dřev 100%, cukr, kyselina askorbová E300, modifikovaný škrob.

*RS:* 18,5 - 19,9 °BX

*Kyseliny:* max. 1%

*Hmotnost:* 190g

*Minimální trvanlivost:* 18 měsíců

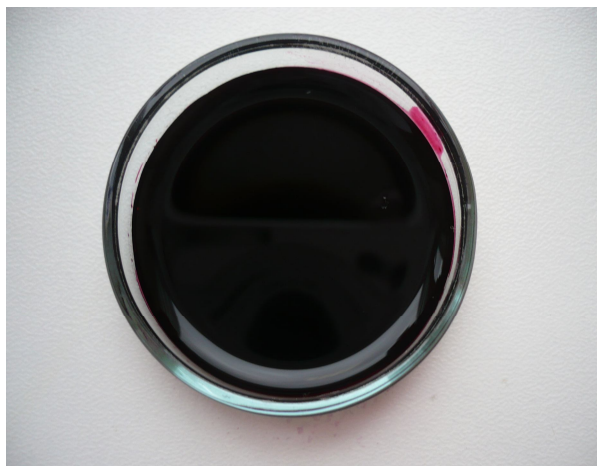


Technicko hospodářská norma pro vzorek dětské výživy je uvedena v Příloze III. Specifikace vzorku je uvedena v Příloze IV.

### 7.2.3 Přírodní barviva

- **Esarot 52222**

Jedná se o přírodní červené barvivo vhodné pro nealkoholické nápoje. Tato čirá kapalina, je slabě viskózní a příjemně voní po ovoci. Minimální trvanlivost tohoto barviva je 90 dnů při teplotě 2 - 8°C v suchém, originálním a uzavřeném obalu. Po otevření obalu je nutné výrobek co nejdříve zpracovat. Barvu způsobuje mrkvový koncentrát a koncentrát z granátového jablka. Dále barvivo obsahuje vodu a kyselinu citronovou (E 330). Podle informací od dodavatele výrobek neobsahuje žádné složky obsahující geneticky modifikované organismy, a žádné složky nejsou ošetřeny ionizujícím zářením. Tento produkt splňuje současné potravinové předpisy v Rakousku a Evropské Unii. Výrobek je vhodný pro lidskou spotřebu a může být použit pro výrobu potravin. Výrobek neobsahuje žádné alergenní látky v souladu se směrnicí 2000/13/EG ve znění pozdějších předpisů. Ke všem vzorkům barviv byly společností dodány specifikace. Jako příklad je uvedena specifikace barviva esarot (Příloha X). [47]



**Obr. 19. Barvivo esarot**

- **Esablaurot 680155**

Esablaurot je čirá viskózní kapalina červeno - modré barvy. Minimální trvanlivost je při teplotě 6 - 18°C v suchém, originálním a uzavřeném obalu 90 dnů. Po otevření obalu je nutné výrobek co nejdříve zpracovat. Obsahuje mrkvový a ibiškový koncentrát, dále vodu a kyselinu citronovou (E 330). Vůně je velmi příjemná po použití koncentrátu. Podle informací od dodavatele výrobek neobsahuje žádné složky obsahující geneticky modifikované organismy, a žádné složky nejsou ošetřeny ionizujícím zářením. Tento výrobek splňuje veškeré současné potravinové předpisy v Rakousku a Evropské Unii. Výrobek neobsahuje žádné alergenní látky v souladu se směrnicí 2000/13/EG ve znění pozdějších předpisů. [47]



**Obr. 20. Barvivo esablaurot**

- **EsaGelb 20101250**

EsaGelb je čirá viskózní kapalina žluté barvy. Minimální trvanlivost uvádí výrobce 90 dnů v suchém, uzavřeném a originálním obalu. Po otevření obalu je nutné výrobek co nejdříve zpracovat. Obsahuje koncentrát Světlice barvířské, dále citronový koncentrát, kyselinu citronovou (E 330) a vodu. Vůně je svěží ovocná po broskvích, sladká. Podle informací od dodavatele výrobek neobsahuje žádné složky obsahující geneticky modifikované organismy, a žádné složky nejsou ošetřeny ionizujícím zářením. Tento výrobek splňuje veškeré současné potravinové předpisy v Rakousku a Evropské Unii. Výrobek neobsahuje žádné alergenní látky v souladu se směrnicí 2000/13/EG ve znění pozdějších předpisů. [47]



**Obr. 21. Barvivo esagelb**

- **Apocarotin 1,4% 20100969**

Apocarotin 1,4% je zakalená viskózní kapalina. Minimální trvanlivost je při teplotě 18 - 25°C v suchém, originálním a uzavřeném obalu 180 dnů. Po otevření obalu je nutné výrobek co nejdříve zpracovat. Barvivo obsahuje vodu, polysorbát 80 (E 433), glycerin (E 422), rostlinný olej, barvivo beta-apo-8-karotenal (E 160e), antioxidanty kyselinu L-askorbovou (E 300) a alfa-tokoferol (E 307). Podle informací od dodavatele výrobek neobsahuje žádné složky obsahující geneticky modifikované organismy, a žádné složky nejsou ošetřeny ionizujícím zářením. Tento výrobek splňuje veškeré současné potravinové předpisy v Rakousku a Evropské Unii. Výrobek neobsahuje žádné alergenní látky v souladu se směrnicí 2000/13/EG ve znění pozdějších předpisů. [47]



**Obr. 22. Barvivo apocarotin 1,4%**

- **Carotin 2,5% 106270**

Carotin 2,5% se používá pro zakalené ochucené nápoje. Jedná se o zakalenou viskózní kapalinu žluté až oranžové barvy. Vůně je příjemně ovocná, velmi intenzivní, převládá vůně meruněk. Minimální trvanlivost je při teplotě 2 - 8°C 180 dnů, při teplotě 6 - 18°C 90 dnů, a při pokojové teplotě 18 - 25°C 30 dnů. Barvivo obsahuje vodu, stabilizátor arabskou gumu (E 414), octanisomáselnan sacharosy (E 444), rostlinný olej, beta-karoten (E 160a), antioxidanty kyselinu L-askorbovou (E 300) a alfa-tokoferol (E 307), kyselinu citronovou (E 330), konzervant sorban draselný (E 202) a benzoan sodný (E 211). Podle informací od dodavatele výrobek neobsahuje žádné složky obsahující geneticky modifikované organismy, a žádné složky nejsou ošetřeny ionizujícím zářením. Výrobek neobsahuje žádné alergenní látky v souladu se směrnicí 2000/13/EG ve znění pozdějších předpisů. [47]



**Obr. 23. Barvivo carotin 2,5%**



- **Carotin 3% 106369**

Carotin 3% je kalná viskózní kapalina oranžové barvy. Vůně je méně intenzivní, ale ovocná. Minimální trvanlivost je 180 dnů při teplotě 18 - 25°C v suchém, originálním a uzavřeném obalu. Po otevření obalu je nutné výrobek co nejdříve zpracovat. Obsahuje vodu, polysorbát 80 (E 433), rostlinný olej, glycerin (E 422), beta-karoten (E 160a), antioxidanty kyselinu L-askorbovou (E 300) a alfa-tokoferol (E 307). Podle informací od dodavatele výrobek neobsahuje žádné složky obsahující geneticky modifikované organismy, a žádné složky nejsou ošetřeny ionizujícím zářením. Tento výrobek splňuje veškeré současné potravinové předpisy v Rakousku a Evropské Unii. Výrobek neobsahuje žádné alergenní látky v souladu se směrnicí 2000/13/EG ve znění pozdějších předpisů. [47]



**Obr. 24. Barvivo carotin 3%**

- **Curcumin 10% 20110359**

Curcumin 10% je kapalina žluté barvy. Minimální trvanlivost je 90 dnů při teplotě 2 - 8°C v suchém, originálním a uzavřeném obalu. Po otevření obalu je nutné výrobek co nejdříve zpracovat. Výrobek obsahuje kurkumin (E 100), vodu, cukr, rostlinné hydrokoloidy, kyselinu citronovou (E 300) a konzervant sorban draselný (E 202). Podle informací od dodavatele výrobek neobsahuje žádné složky obsahující geneticky modifikované organismy, a žádné složky nejsou ošetřeny ionizujícím zářením. Tento výrobek splňuje veškeré současné potravinové předpisy v Rakousku a Evropské Unii. Výrobek neobsahuje žádné alergenní látky v souladu se směrnicí 2000/13/EG ve znění pozdějších předpisů. [47]



**Obr. 25. Barvivo curcumin 10%**

- **Paprika-Extrakt 532108**

Paprika-Extrakt je červeno - oranžová kapalina, příjemně vonící po zelenině. Minimální trvanlivost tohoto výrobku je 90 dnů při teplotě 6 - 18°C, 30 dnů při pokojové teplotě 18 - 25°C v suchém, originálním a uzavřeném obalu. Barvivo obsahuje sorbitol (E 420), vodu, paprikový extrakt (E 160c), olej z palmových jader a kokosový olej, slunečnicový olej, sójový rafinovaný olej, estery mono- a diglyceridů mastných kyselin s kyselinou citronovou (E 472c), estery mono- a diglyceridů mastných kyselin s kyselinou mléčnou (E 472b) a extrakt s vysokým obsahem tokoferolů (E 306). Podle informací od dodavatele výrobek neobsahuje žádné složky obsahující geneticky modifikované organismy, a žádné složky nejsou ošetřeny ionizujícím zářením. Tento výrobek splňuje veškeré současné potravinové předpisy v Rakousku a Evropské Unii. Ve výrobku je přítomen jeden alergen a to rafinovaný sójový olej. [47]



**Obr. 26. Barvivo paprika extrakt**

Tato barviva se používají jako **náhrada** barviv syntetických.

### 7.3 Použité přístroje

#### Spektrofotometr

Všechna barviva byla stanovována metodou absorpční spektrofotometrie ve viditelné oblasti VIS, které zahrnuje vlnové délky v rozmezí 400 - 800nm. K měření byl použit přístroj spektrofotometr LAMBDA 25 UV/VIS od firmy Perkin Elmer (Obrázek č. 27). Rozsah přístroje je 190 - 1110nm, šířka pásma je 1nm.



**Obr. 27. Spektrofotometr LAMBDA 25 UV/VIS**

#### Centrifuga

Přístroj byl používán u vzorků dětské výživy. Do přístroje byly vloženy plastové kyvety, obsahující vzorek a pomocí odstředivé síly došlo k rozdělení vzorku na tekutý a tuhý podíl.

### 7.4 Použité chemikálie

#### Čiřící roztoky dle složení:

Carrez I. (30% -ní síran zinečnatý)

Carrez II. (15% -ní hexakyanoželeznatan draselný)

#### Methanol

### 7.5 Stanovení přírodních a syntetických barviv pomocí spektrofotometru

Při vlastním měření byl nejprve v operačním systému spektrofotometru na počítači nastaven rozsah vlnových délek (tj. požadovaná oblast spektra). Byl zvolen počet vzorků, které byly

pojmenovány. Byla nastavena rychlost měření, která se nedoporučuje volit příliš vysoká, protože by mohla způsobit nepřesnosti ve výsledcích. Nejprve byl proměřen slepý vzorek tzv. „blank“. V našem případě se jednalo o destilovanou vodu. Obě skleněné kyvety byly naplněny destilovanou vodou v dostatečném množství. Kyvety musí být naprosto čisté, z vnější strany suché. Ve vnitř nesmí být přítomny bublinky vzduchu. Kyvety byly vloženy do přístroje a spustilo se měření. Jakmile bylo proměřeno blanku hotové, operační systém vyzval k vložení vzorku. Aby bylo měření co nejpřesnější byla kyveta několikrát propláchnuta vzorkem. Celý postup se opakoval podle počtu vzorků.

## 7.6 Měření celého spektra u přírodních a syntetických barviv

Před měřením vzorků sirupů byla nejprve proměřena spektra všech dodaných vzorků přírodních a syntetických barviv. Měření bylo prováděno na spektrofotometru oproti vodě, v rozmezí vlnových délek 300 - 1100 nm a při rychlosti 240 nm/min. Ředění vzorků a naměřené absorpční maxima u přírodních a syntetických barviv jsou uvedena v tabulce (Tab. 3.). Získaná spektra přírodních barviv jsou uvedena v Příloze VI. Spektra syntetických barviv jsou uvedena v Příloze V.

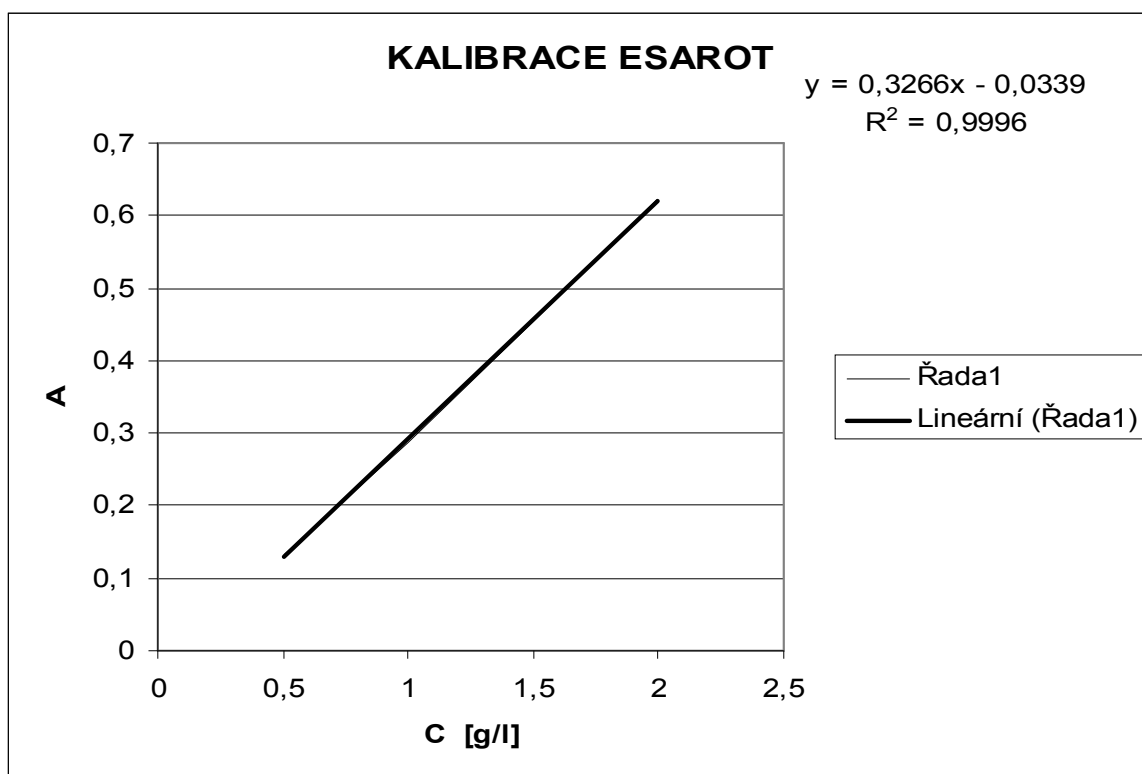
*Tab. 3: Dodaná přírodní a syntetická barviva, jejich ředění vodou [mg/l] a naměřené vlnové délky absorpčního maxima na spektrofotometru*

Barvivo	Ředění vodou [mg/l]	Naměřené vlnové délky absorpčního maxima [nm]
Esarot 522222	500	529
Esablaurot 680155	500	527
EsaGelb 20101250	200	405
Apocarotin 1,4% 20100969	110	463
Carotin 2,5% 106270	50	507
Carotin 3% 106369	40	456
Curcumin 10% 20110359	20	439
Paprika-Extrakt 532108	200	460
Allurarot (E 129) 680164	500	504
Azorubin (E 122) 680048	500	516
Chinolingelb (E 104) 511005	500	413
Cochenillerot (E124) 680050	500	505
Tartrazin (E 102) 680049	500	426
Gelborange (E 110) 680051	500	484

## 7.7 Sestrojení kalibračních křivek

### 7.7.1 Kalibrační křivka pro barvivo esarot

Pro získání zásobního roztoku barviva esarot bylo odpipetováno 14,3 ml barviva do 100 ml odměrné baňky, která byla následně doplněna destilovanou vodou po rysku. Při přípravě zásobního roztoku bylo vycházeno z doporučeného dávkování barviva výrobcem (3,5 kg barviva na 1000 l výrobku). Výchozí koncentrace zásobního roztoku byla 180,5 g/l. Ze zásobního roztoku byly postupným ředěním připravovány kalibrační roztoky o koncentraci 0,5; 1; 1,5; 2 g/l. Spektrum kalibračních roztoků pro barvivo esarot je znázorněno v Příloze VII. Ze získaných hodnot spektrofotometru byla sestavena kalibrační křivka (Graf. 1.) a dosazením naměřených hodnot absorbance do regresní rovnice křivky byly vypočteny koncentrace barviva u jednotlivých vzorků (viz. rovnice 17).



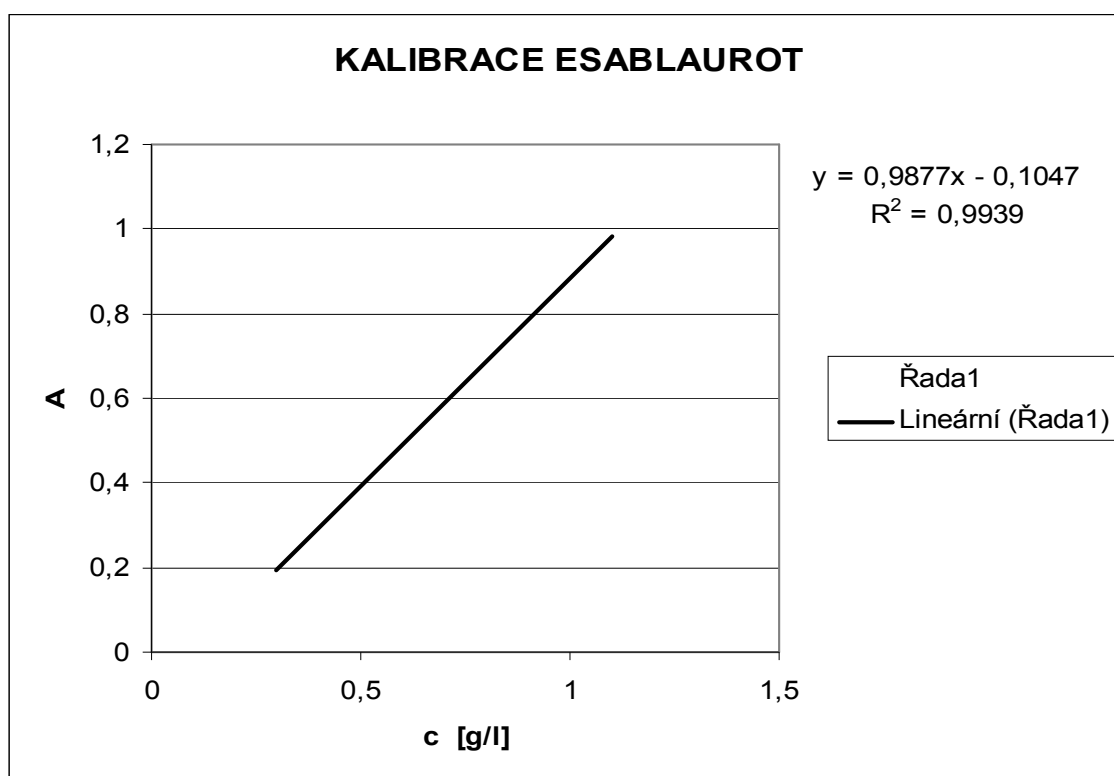
Graf. 1. Kalibrační křivka pro barvivo esarot

$$x = \frac{y + 0,0339}{0,3266} \quad (17)$$

Kde  $x$  je koncentrace barviva v analyzovaném vzorku [mg/l] a  $y$  je naměřená absorbance jednotlivých analyzovaných vzorků.

### 7.7.2 Kalibrační křivka pro barvivo esablaurot

Pro získání zásobního roztoku barviva esablaurot bylo odváženo (z důvodu velké viskozity barviva) 0,5 g barviva do 200 ml odměrné baňky, která byla následně doplněna destilovanou vodou po rysku. Výchozí koncentrace zásobního roztoku byla 125,46 g/l. Ze zásobního roztoku byly postupným ředěním připravovány kalibrační roztoky o koncentraci 0,2; 0,5; 0,8; 1,1 g/l. Spektrum kalibračních roztoků pro barvivo esablaurot je znázorněno v Příloze VII. Ze získaných hodnot spektrofotometru byla sestavena kalibrační křivka (Graf. 2.) a dosazením naměřených hodnot absorbance do regresní rovnice křivky byly vypočteny koncentrace barviva u jednotlivých vzorků (viz rovnice 18).



Graf. 2. Kalibrační křivka pro barvivo esablaurot

$$x = \frac{y + 0,1047}{0,9877} \quad (18)$$

Kde  $x$  je koncentrace barviva v analyzovaném vzorku [mg/l] a  $y$  je naměřená absorbance jednotlivých analyzovaných vzorků.

## 7.8 Měření intenzity zbarvení u vzorků sirupů

Ihned po převzetí byly vzorky rozděleny na tři různá skladovací místa za okno, do chladničky, a do skladu. Za oknem jsem simulovala jak se bude měnit intenzita zbarvení pokud by výrobky byly umístěny ve výloze v obchodě. Byla zde udržována normální pokojová teplota, v případě dnů, kdy svítilo slunce byla teplota vyšší. Chladnička simulovala skladování výrobků v chladírenském skladu. Průměrná teplota zde činila 4°C. Sklad simuloval skladování výrobků v obchodním řetězci v regálu. Tyto výrobky byly chráněny před denním světlem a byly skladovány při průměrné teplotě 18°C.

Měření vzorků bylo prováděno jednou týdně v laboratoři. Teplota vzorků při odběru byla 20 °C, chlazené vzorky byly temperovány ve vodní lázni na 20 °C. Vzorky sirupů byly ředěny destilovanou vodou podle jejich viskozity a barevnosti (Tab. 4). Nejprve bylo proměřeno **spektrum celého vzorku sirupu** za účelem zjištění, zda se v oblasti absorpčního spektra barviv nenachází jiné složky, které by mohly ovlivnit výsledek. Vzorky byly naředěny dle Tab. 4., a měřeny v rozmezí vlnových délek 300 - 1110 nm při rychlosti 240 nm/min. Ze získaných výsledků měření (**Příloha VIII**) je patrné, že v oblasti absorpčního maxima jednotlivých barviv se nenachází další složky, které by mohly ovlivnit výsledky měření.

Každé měření absorbance bylo provedeno celkem třikrát.

Tab. 4: Použité ředění u jednotlivých vzorků sirupů

Výrobek	Ředění
Zahradní směs PET	1:1
Zahradní směs SKLO	1:3
Lesní směs PET	1:3
Lesní směs SKLO	1:3
Malina PET	Bez ředění

Při vlastním měření vzorků byly nejprve měřeny vzorky sirupu Zahradní směs PET + SKLO. Na spektrofotometru bylo nastaveno příslušné rozmezí vlnových délek pro barvivo esarot obsažené ve vzorku. Absorpční maximum pro toto barvivo je 529 nm a rozmezí vlnových délek bylo zvoleno na 526 - 532 nm. Rychlost měření byla u všech vzorků stejná 60 nm/min.

Vzorek sirupu Malina obsahuje také barvivo esarot, proto nastavení spektrofotometru bylo stejné jako u vzorků Zahradní směs.

Vzorky sirupu Lesní směs PET + SKLO obsahují barvivo esablaurot, jehož absorpční maximum je 525 nm. Proto bylo na spektrometru nastaveno rozmezí vlnových délek 520 - 530 nm.

Ze tří získaných absorbancí byl vypočítán aritmetický průměr a ten dosazen do regresní rovnice příslušné kalibrační křivky, pro barvivo esarot vzorec (17), pro barvivo esablaurot vzorec (18).

## 7.9 Měření intenzity zbarvení ve vzorcích dětské výživy

Měření intenzity zbarvení pomocí spektrofotometru, jak tomu bylo v případě sirupů, nebylo možné. Dětské výživy obsahují modifikovaný škrob, který způsobil zákal vzorku (i po filtraci) a znemožnil měření na spektrofotometru. Byly vyzkoušeny dvě metody jak roztok vyčistit. Byl proveden pokus s Carrezovými roztoky. Do plastových kyvet bylo odváženo určité množství vzorku a vloženo do centrifugy. Odstředěním při 10 000 ot./hod. došlo k rozdělení vzorku na tekutý a tuhý podíl. Z tekutého podílu bylo odebráno 10g ke kterému byly následně přidány Carrezovy roztoky (Carrez I., a Carrez II.). Vzhledem k vysokému obsahu modifikovaného škrobu byly vzorky po přidání Carrezových roztoků velmi viskózní a nebyla možná filtrace. Poté byla vyzkoušena extrakce barviva do methanolu. Ke 100g vzorku bylo přidáno 50g methanolu a sraženina měla být následovně odfiltrována. Tento způsob však také neposkytl čirý filtrát. Z tohoto důvodu bylo od měření absorbance a zjišťování barevné stálosti spektrofotometricky upuštěno.

Vzorky dětské výživy byly dodány ve složení pro komerční využití. Pro zjištění barevné stálosti spektrofotometricky doporučuji společnosti vyrobit sadu vzorků bez modifikovaného škrobu.



Stálost jednotlivých barviv byla proto určována na základě fotografií, které byly získávány jednou týdně. Pět vzorků s barvivem esarot a pět vzorků s barvivem esablaurot byly umístěny na přímém světle za oknem při pokojové teplotě.

### **7.10 Získávání dat senzorické analýzy**

Na základě žádosti společnosti Linea Nivnice bylo provedeno senzorické hodnocení tří druhů dětské jahodové výživy. První výživa byla bez barviva, druhá výživa obsahovala přírodní barvivo esarot a třetí výživa obsahovala přírodní barvivo esablaurot. Hlavním cílem senzorického hodnocení bylo zjistit, která ze tří výše uvedených dětských výživ nejvíce vyhovuje spotřebitelům z hlediska chuťových preferencí. Dotazník hodnotitele (Příloha IX) byl předložen 70 respondentům. Metoda hodnocení byla provedena běžným, neškoleným konzumentem, v prostředí na které je zvyklý. Hodnocení bylo prováděno v uzavřené místnosti při denním světle. Hodnotitelé přicházeli po skupinách cca 10 lidí. Hodnocení bylo provedeno ve dvou dnech, v čase od 14 do 15 hodin. Hodnotitelé byli poučeni o senzorickém hodnocení a požádáni aby alespoň hodinu před hodnocením nekouřili. Hodnotitelům byly předloženy tři vzorky. Byli informováni, že se jedná o jahodovou dětskou výživu o stejném složení (20% jahodová dřev, 80% jablečná dřev). Byli upozorněni, že během hodnocení není přípustná diskuze. Výsledky senzorického hodnocení jsou uvedeny v Kapitole 8.

## 8 VÝSLEDKY

### 8.1 Výsledky měření vzorků sirupů obsahujících barvivo esarot

Tab. 5: Aritmetický průměr naměřených absorbancí ve vzorcích obsahujících barvivo esarot umístěných na denním světle. Vzorky byly ředěny H<sub>2</sub>O v příslušných poměrech.

Denní světlo			
Datum měření	Naměřená absorbance		
	Zahradní směs PET, ředění 1:1	Zahradní směs sklo, ředění 1:3	Malina PET, bez ředění
28.02.11	0,5850	0,4467	0,9647
03.03.11	0,5725	0,4486	0,9629
10.03.11	0,5395	0,4332	0,8814
17.03.11	0,5336	0,4122	0,8519
24.03.11	0,5840	0,4066	0,8491
31.03.11	0,5335	0,4008	0,8211
07.04.11	0,5027	0,3906	0,8758
14.04.11	0,4934	0,3723	0,7641
21.04.11	0,4835	0,3623	*

\* Vzorek nebylo možné změřit spektrofotometricky, protože se projevilo mikrobiální narušení.

Tyto hodnoty byly dosazeny do vzorce [17]. Výsledek byl vynásoben použitým ředěním a bylo získáno skutečné množství barviva v mg/l (Tab. 6).

Vzor výpočtu pro vzorek Zahradní směs PET (ředění 1:1):

$$x = \frac{y + 0,0339}{0,3266} = \frac{0,5850 + 0,0339}{0,3266} = 1,8949 \text{ mg / l}$$

$$x = 1,8949 \cdot 2 = 3,7899 \text{ mg / l}$$

Vzor výpočtu pro vzorek Zahradní směs sklo (ředění 1:3):

$$x = \frac{y + 0,0339}{0,3266} = \frac{0,4467 + 0,0339}{0,3266} = 1,4716 \text{ mg / l}$$

$$x = 1,4716 \cdot 4 = 5,8862 \text{ mg / l}$$

Tab. 6: Skutečné množství barviva v mg/l ve vzorcích obsahujících barvivo esarot umístěných na denním světle.

Denní světlo			
Datum měření	Obsah barviva esarot [mg/l]		
	Zahradní směs PET	Zahradní směs sklo	Malina PET
28.02.11	3,7899	5,8862	9,4491
03.03.11	3,7132	5,9095	3,0522
10.03.11	3,5113	5,7211	2,8025
17.03.11	3,4753	5,4633	2,7123
24.03.11	3,7838	5,3955	2,7036
31.03.11	3,4746	5,3237	2,6177
07.04.11	3,2860	5,1995	2,7853
14.04.11	3,2289	4,9745	2,4434
21.04.11	3,1683	4,8522	*

\* Vzorek nebylo možné změřit spektrofotometricky, protože se projevilo mikrobiální narušení.

V Tab. 6 je možné vidět úbytek intenzity barviva esarot v mg/l ve vzorcích umístěných na denním světle v sestupném trendu. Z uvedených výsledků je možné říci, že pokles intenzity zbarvení je u těchto vzorků téměř stejný. Pro větší přehlednost byly výsledky zpracovány graficky a jsou uvedeny v Kapitole 9.

Tab. 7: Aritmetický průměr naměřených absorbancí ve vzorcích obsahujících barvivo esarot umístěných ve tmě. Vzorky byly ředěny H<sub>2</sub>O v příslušných poměrech.

Tma			
Datum měření	Naměřená absorbance		
	Zahradní směs PET, ředění 1:1	Zahradní směs sklo, ředění 1:3	Malina PET, bez ředění
28.02.11	0,5850	0,4467	0,9647
03.03.11	0,6240	0,4421	0,9285
10.03.11	0,5980	0,4374	0,9147
17.03.11	0,5336	0,4122	0,8519
24.03.11	0,6135	0,4273	0,8635
31.03.11	0,5340	0,4113	0,8537
07.04.11	0,6039	0,4197	0,8419
14.04.11	0,5447	0,4046	0,8958
21.04.11	0,5397	0,4122	*

\* Vzorek nebylo možné změřit spektrofotometricky, protože se projevilo mikrobiální narušení.

Tab. 8: Skutečné množství barviva v mg/l ve vzorcích obsahujících barvivo esarot umístěných ve tmě.

Tma			
Datum měření	Obsah barviva esarot [mg/l]		
	Zahradní směs PET	Zahradní směs sklo	Malina PET
28.02.11	3,7899	5,8862	3,0576
03.03.11	4,0285	5,8295	2,9467
10.03.11	3,8694	5,7716	2,9043
17.03.11	3,4753	5,4633	2,7123
24.03.11	3,9644	5,6480	2,7478
31.03.11	3,4776	5,4522	2,7176
07.04.11	3,9058	5,5555	2,6816
14.04.11	3,5431	5,3705	2,8465
21.04.11	3,5124	5,4630	*

\* Vzorek nebylo možné změřit spektrofotometricky, protože se projevilo mikrobiální narušení.

V Tab. 8 vidíme úbytek intenzity barviva esarot v mg/l umístěných ve tmě v sestupném trendu. Z výsledků uvedených v tabulce je zřejmé, že pokles intenzity zbarvení je pomalejší než tomu bylo u stejných vzorků umístěných na denním světle. Pro větší přehlednost byly výsledky zpracovány graficky a jsou uvedeny v Kapitole 9.

Tab. 9: Aritmetický průměr naměřených absorbancí ve vzorcích obsahujících barvivo esarot umístěných v chladu. Vzorky byly ředěny H<sub>2</sub>O v příslušných poměrech.

Chlad			
Datum měření	Naměřená absorbance		
	Zahradní směs PET, ředění 1:1	Zahradní směs sklo, ředění 1:3	Malina PET, bez ředění
28.02.11	0,5850	0,4467	0,9647
03.03.11	0,5816	0,4507	0,9513
10.03.11	0,5970	0,4510	0,9522
17.03.11	0,6342	0,4374	0,9386
24.03.11	0,5603	0,4389	0,9047
31.03.11	0,6475	0,4408	0,9105
07.04.11	0,5860	0,4207	0,8969
14.04.11	0,5485	0,4280	0,9247
21.04.11	0,5435	0,4341	0,8999

Tab. 10: Skutečné množství barviva v mg/l ve vzorcích obsahujících barvivo esarot umístěných v chladu.

<b>Chlad</b>			
<b>Datum měření</b>	<b>Obsah barviva esarot [mg/l]</b>		
	Zahradní směs PET	Zahradní směs sklo	Malina PET
28.02.11	3,7899	5,8862	3,0576
03.03.11	3,7689	5,9353	3,0166
10.03.11	3,8635	5,9388	3,0191
17.03.11	4,0914	5,7727	2,9776
24.03.11	3,6387	5,7908	2,8740
31.03.11	4,1724	5,8135	2,8917
07.04.11	3,7958	5,5680	2,8498
14.04.11	3,5661	5,6572	2,9352
21.04.11	3,5361	5,7318	2,8592

V Tab. 10 je uveden skutečný obsah barviva esarot ve vzorcích umístěných v chladu.

Trend zde není tak výrazně sestupný jako u vzorků umístěných na denním světle a ve tmě.

Pokles intenzity zbarvení je v tomto případě velmi malý. Pro větší přehlednost byly výsledky zpracovány graficky a jsou uvedeny v Kapitole 9.

## 8.2 Výsledky měření vzorků sirupů obsahujících barvivo esablaurot

Tab. 11: Aritmetický průměr naměřených absorbancí ve vzorcích obsahujících barvivo esablaurot umístěných na denním světle. Vzorky byly ředěny H<sub>2</sub>O v příslušných poměrech.

Denní světlo		
Datum měření	Naměřená absorbance	
	Lesní směs PET, ředění 1:3	Lesní směs sklo, ředění 1:3
28.02.11	0,3149	0,4772
03.03.11	0,3102	0,4768
10.03.11	0,2991	0,4646
17.03.11	0,2829	0,4341
24.03.11	0,2779	0,4370
31.03.11	0,2682	0,4325
07.04.11	0,2607	0,4154
14.04.11	0,2562	0,4075
21.04.11	0,2422	0,3955

Tyto hodnoty byly dosazeny do vzorce [18]. Výsledek byl vynásoben použitým ředěním a bylo získáno skutečné množství barviva v mg/l (Tab. 12).

Vzor výpočtu pro vzorek Lesní směs PET (ředění 1:3):

$$x = \frac{y + 0,1047}{0,9877} = \frac{0,3149 + 0,1047}{0,9877} = 0,4248 \text{ mg/l}$$

$$x = 0,4248 \cdot 4 = 1,6994 \text{ mg/l}$$

Vzor výpočtu pro vzorek Lesní směs sklo (ředění 1:3):

$$x = \frac{y + 0,1047}{0,9877} = \frac{0,4772 + 0,1047}{0,9877} = 0,5891 \text{ mg/l}$$

$$x = 0,5891 \cdot 4 = 2,3564 \text{ mg/l}$$

Tab. 12: Skutečné množství barviva v mg/l ve vzorcích obsahujících barvivo esablaurot umístěných na denním světle.

Denní světlo		
Datum měření	Obsah barviva esablaurot [mg/l]	
	Lesní směs PET	Lesní směs sklo
28.02.11	1,6994	2,3564
03.03.11	1,6801	2,3550
10.03.11	1,6352	2,3054
17.03.11	1,5695	2,1821
24.03.11	1,5495	2,1937
31.03.11	1,5102	2,1757
07.04.11	1,4797	2,1063
14.04.11	1,4617	2,0744
21.04.11	1,4048	2,0258

V Tab. 12 vidíme úbytek intenzity barviva esablaurot v mg/l ve vzorcích umístěných na denním světle v sestupném trendu. Pro větší přehlednost byly výsledky zpracovány graficky a jsou uvedeny v Kapitole 9.

*Tab. 13: Aritmetický průměr naměřených absorbancí ve vzorcích obsahující barvivo esablaurot umístěných ve tmě. Vzorky byly ředěny H<sub>2</sub>O v příslušných poměrech.*

Tma		
Datum měření	Naměřená absorbance	
	Lesní směs PET, ředění 1:3	Lesní směs sklo, ředění 1:3
28.02.11	0,3149	0,4772
03.03.11	0,3104	0,4802
10.03.11	0,2935	0,4635
17.03.11	0,2946	0,4604
24.03.11	0,2882	0,4564
31.03.11	0,2855	0,4599
07.04.11	0,2710	0,4616
14.04.11	0,2661	0,4416
21.04.11	0,2649	0,4244

Tab. 14: Skutečné množství barviva v mg/l ve vzorcích obsahujících barvivo esablaurot umístěných ve tmě.

Tma		
Datum měření	Obsah barviva esablaurot [mg/l]	
	Lesní směs PET	Lesní směs sklo
28.02.11	1,6994	2,3564
03.03.11	1,6809	2,3689
10.03.11	1,6126	2,3011
17.03.11	1,6173	2,2884
24.03.11	1,5911	2,2723
31.03.11	1,5803	2,2863
07.04.11	1,5214	2,2934
14.04.11	1,5018	2,2125
21.04.11	1,4967	2,1429

V Tab. 14 vidíme úbytek intenzity barviva esablaurot v mg/l ve vzorcích umístěných ve tmě v sestupném trendu. Pokles intenzity zbarvení je v tomto případě menší než u stejných vzorků umístěných na denním světle. Pro větší přehlednost byly výsledky zpracovány graficky a jsou uvedeny v Kapitole 9.

Tab. 15: Aritmetický průměr naměřených absorbancí ve vzorcích obsahujících barvivo esablaurot umístěných v chladu. Vzorky byly ředěny H<sub>2</sub>O v příslušných poměrech.

Chlad		
Datum měření	Naměřená absorbance	
	Lesní směs PET, ředění 1:3	Lesní směs sklo, ředění 1:3
28.02.11	0,3149	0,4772
03.03.11	0,3124	0,4764
10.03.11	0,3239	0,4762
17.03.11	0,3007	0,4794
24.03.11	0,3080	0,4613
31.03.11	0,3048	0,4585
07.04.11	0,2994	0,4516
14.04.11	0,2913	0,4579
21.04.11	0,2597	0,4557



Tab. 16: Skutečné množství barviva v mg/l ve vzorcích obsahujících barvivo esablaurot umístěných v chladu.

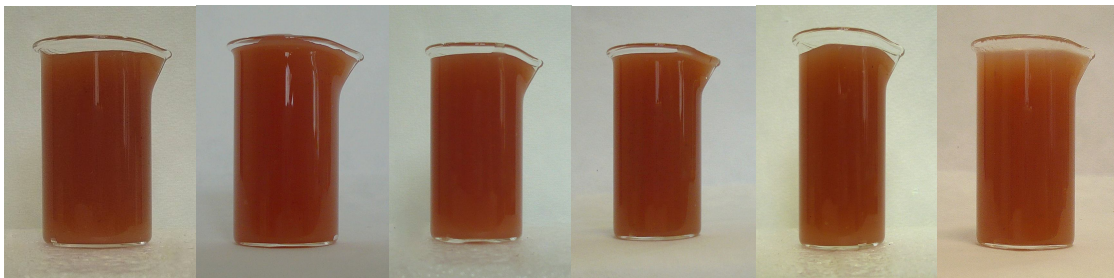
Chlad		
Datum měření	Obsah barviva esablaurot [mg/l]	
	Lesní směs PET	Lesní směs sklo
28.02.11	1,6994	2,3564
03.03.11	1,6891	2,3535
10.03.11	1,7357	2,3524
17.03.11	1,6416	2,3655
24.03.11	1,6714	2,2922
31.03.11	1,6583	2,2808
07.04.11	1,6367	2,2528
14.04.11	1,6038	2,2785
21.04.11	1,4755	2,2695

V Tab. 16 vidíme pokles intenzity barviva esablaurot v mg/l ve vzorcích umístěných v chladu v sestupném trendu. Pokles intenzity zbarvení je v tomto případě nejmenší. Pro větší přehlednost byly výsledky zpracovány graficky a jsou uvedeny v Kapitole 9.

### 8.3 Barevná stálost ve vzorcích dětské výživy obsahujících barvivo esarot

Na obrázku (Obr. 28.) je uvedena fotografie časové řady úbytku intenzity barviva esarot u dětské výživy. Tyto výrobky byly umístěny na denním světle při pokojové teplotě. Ve dnech kdy svítilo slunce byla teplota vyšší. Fotografie jsou seřazeny od prvního vzorku až po vzorek poslední, který byl získán po šesti týdnech skladování. Vzorky byly skladovány v uzavřených obalech.

Z následující časové řady je jasné, že pokles intenzity barviva esarot je v těchto vzorcích velký. Výrobky dětské výživy obsahující barvivo esarot by měly být při skladování chráněny před denním světlem, jinak nelze zaručit barevnou stálost.

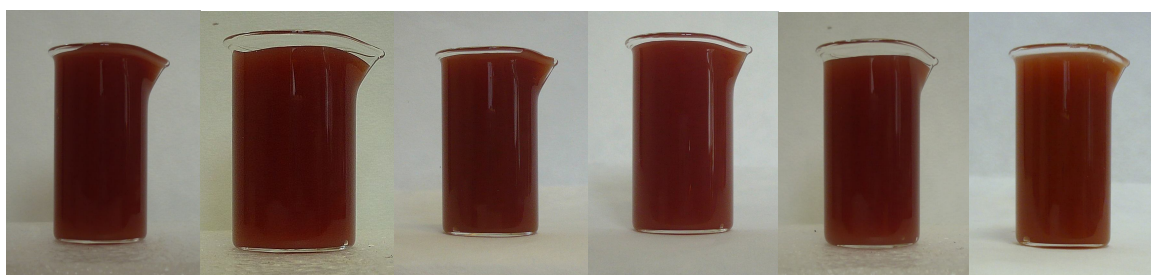


Obr. 28. Časová řada poklesu intenzity zbarvení barviva esarot u dětské výživy

#### 8.4 Barevná stálost ve vzorcích dětské výživy obsahujících barvivo esablaurot

Na obrázku (Obr. 29) je uvedena fotografie časové řady úbytku intenzity barviva esablaurot u dětské výživy. Tyto výrobky byly umístěny na denním světle při pokojové teplotě. Ve dnech kdy svítilo slunce byla teplota vyšší. Fotografie jsou seřazeny od prvního vzorku až po vzorek poslední, který byl získán po šesti týdnech skladování.

Úbytek barviva esablaurot je také velký. Dětské výživy obsahující barvivo esablaurot by neměly být vystavovány dennímu světlu, jinak nelze zaručit barevnou stálost tohoto barviva. Dětská výživa obsahující barvivo esablaurot by měla být skladována v temnu, jak také výrobce doporučuje na etiketě.



Obr. 29. Časová řada poklesu intenzity zbarvení barviva esablaurot u dětské výživy

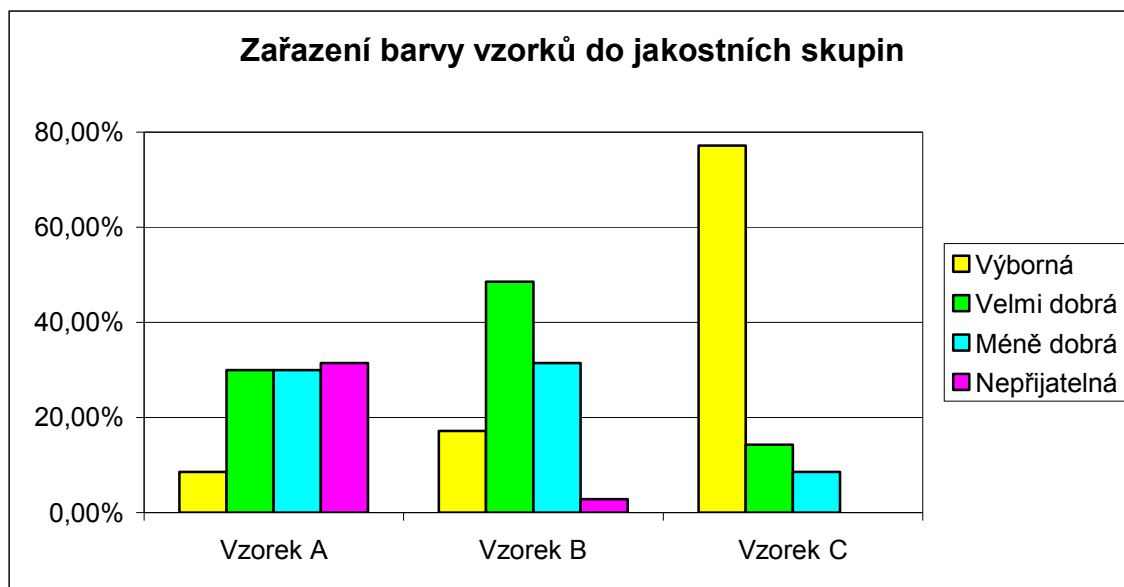
#### 8.5 Výsledky senzoričkého hodnocení vzorků dětské výživy

Z důvodu nezkušených hodnotitelů v oblasti senzoričké analýzy byla zvolena pro testování pořadová zkouška s hédonickým posouzením preferencí. Hodnotitelům byly předloženy tři

vzorky. První byl vzorek A. Jednalo se o jahodovou dětskou výživu bez přírodních barviv. Druhý, vzorek B, byla dětská jahodová výživa obsahující přírodní barvivo esarot. Třetí, vzorek C, byla dětská jahodová výživa obsahující barvivo esablaurot. Hodnocením bylo získáno 70 dotazníků. Dotazník hodnotitele je uveden v Příloze XIII.

### Hodnocení Barvy

Ze tří předložených vzorků hodnotitelé uvedli jako nejlepší (dle barvy) vzorek C. Jako výbornou barvu vzorku C uvedlo 77,14% respondentů. Velmi dobrou barvu u vzorku C uvedlo 14,29% respondentů a méně dobrou 8,57% respondentů. Barvu nepřijatelnou neuvedl u vzorku C žádný z hodnotitelů. Jako druhá v pořadí byla nejlépe hodnocena barva u vzorku B. Jako výbornou ji uvedlo 17,14% respondentů, velmi dobrou 48,57% respondentů, méně dobrou 31,43% respondentů a nepřijatelnou 2,86% respondentů. U vzorku A byla barva hodnocena nejhůře. Jako výbornou ji označilo 8,57% respondentů, velmi dobrou 30,00% respondentů, méně dobrou 30,00% respondentů a jako nepřijatelnou 31,43% respondentů. Výsledky byly pro větší přehlednost zpracovány graficky. (Graf. 3)

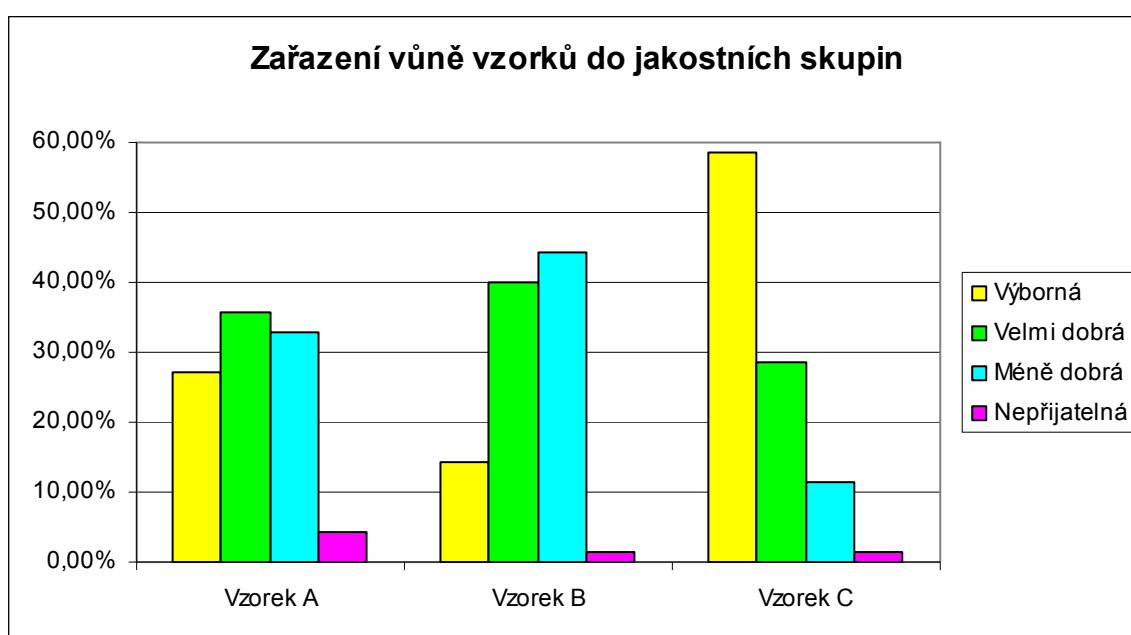


**Graf. 3. Zařazení barvy vzorků do jakostních skupin**

### Hodnocení vůně

Nejlépe vůni dětské výživy, ze tří předložených vzorků, respondenti zaznamenali u vzorku C. Jako výbornou ji označilo 58,57% respondentů, velmi dobrou 28,57% respondentů,

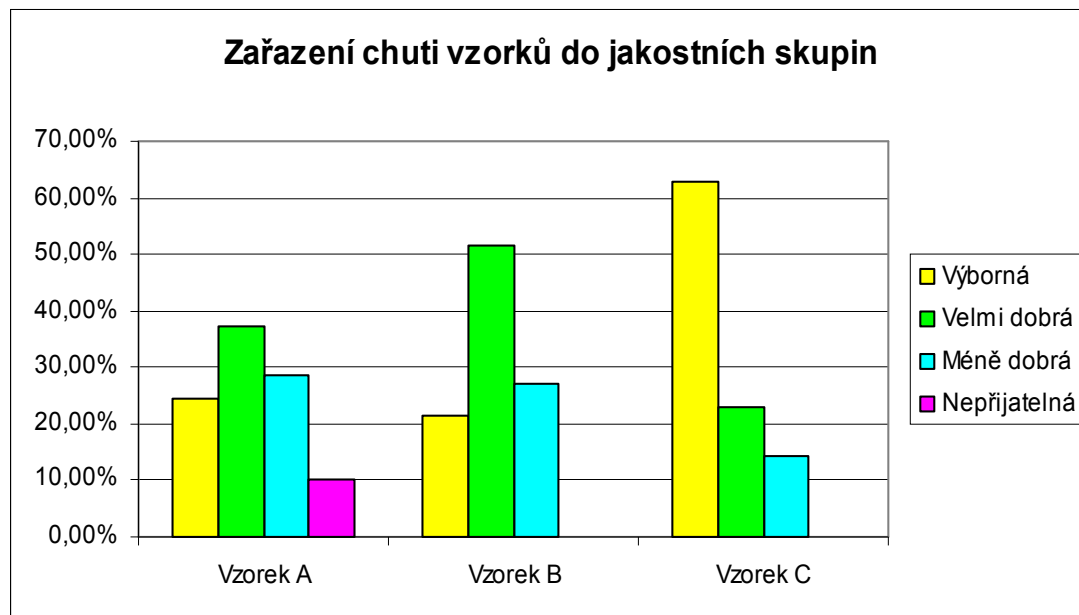
méně dobrou 11,43% respondentů a nepříjemnou 1,43% respondentů. Jako druhá nejlepší v pořadí byla respondenty označena vůně vzorku A. Jako výbornou ji ohodnotilo 27,14% respondentů, velmi dobrou 35,71% respondentů, méně dobrou 32,86% respondentů a nepříjemnou 4,29% respondentů. Vůni vzorku B označilo za výbornou 14,29% respondentů, velmi dobrou 40% respondentů, méně dobrou 44,29% respondentů a nepříjemnou 1,43% respondentů. Výsledky byly pro větší přehlednost zpracovány graficky. (Graf. 4)



**Graf. 4. Zařazení vůně vzorků do jakostních skupin**

### **Hodnocení chuti**

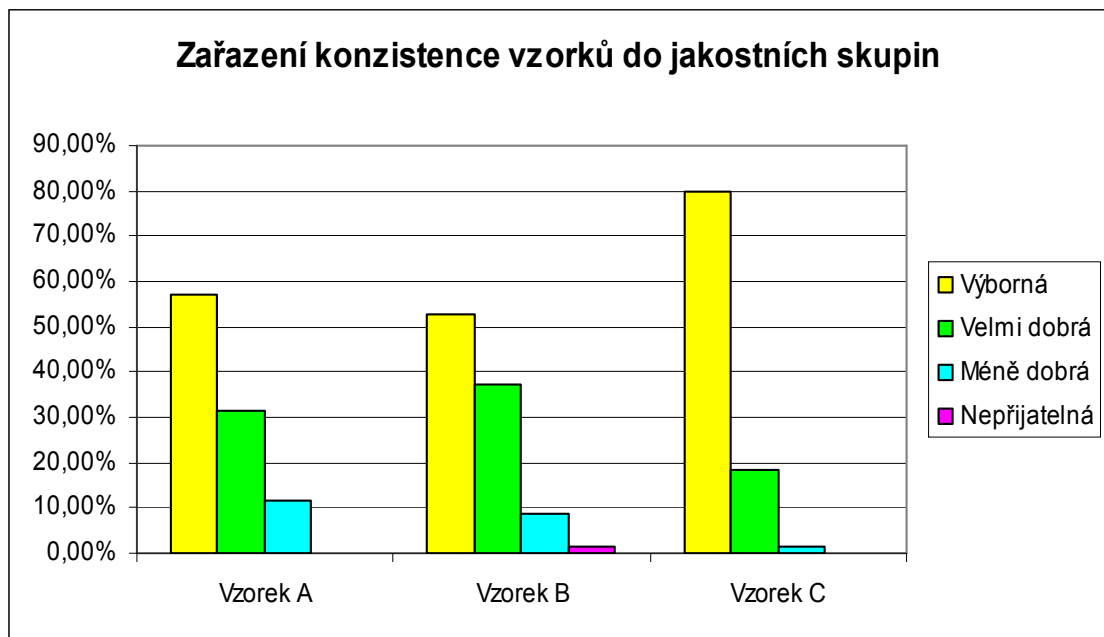
Jako chuťově nejlepší byl respondenty zvolen vzorek C. Jako chuťově výborný vzorek C uvedlo 62,86% respondentů, velmi dobrý 22,86% respondentů, méně dobrý 14,29% respondentů. Jako chuťově nepříjemný tento vzorek nevedl žádný z hodnotitelů. Jako druhý byl respondenty zvolen vzorek B. Jako chuťově výborný ho označilo 21,43% respondentů, velmi dobrý 51,43% respondentů, méně dobrý 27,14% respondentů. Jako chuťově nepříjemný tento vzorek neoznačil žádný z hodnotitelů. Třetí v pořadí byl uveden vzorek A. Jako chuťově výborný ho označilo 24,29% respondentů, velmi dobrý 37,14% respondentů, méně dobrý 28,57% respondentů a nepříjemný 10% respondentů. Výsledky byly pro větší přehlednost zpracovány graficky. (Graf. 5)



**Graf. 5. Zařazení vůně vzorků do jakostních skupin**

### Hodnocení konzistence

Podle hodnotitelů měl nejlepší konzistenci vzorek C. Výbornou konzistenci uvedlo 80% respondentů, velmi dobrou 18,57% respondentů, méně dobrou 1,43% respondentů a nepřijatelnou konzistenci neuvedl žádný z respondentů. Druhou nejlepší konzistenci měl podle hodnotitelů vzorek A. Jako výbornou konzistenci uvedlo 57,14% respondentů, velmi dobrou 31,43% respondentů, méně dobrou 11,43% respondentů a nepřijatelnou neuvedl žádný z respondentů. Vzorek B je podle hodnotitelů (dle konzistence) na třetím místě. Jako výbornou konzistenci označilo 52,86% respondentů, velmi dobrou 37,14% respondentů, méně dobrou 8,57% respondentů a nepřijatelnou 1,43% respondentů. Výsledky byly pro větší přehlednost zpracovány graficky. (Graf. 6)



**Graf. 6. Zařazení konzistence vzorků do jakostních skupin**

### Stanovení celkových preferencí

Posledním úkolem v senzoričském dotazníku bylo seřadit vzorky dle celkových preferencí. Vzorky byly respondenty seřazeny do stupnice 1 - 3, kde známka 1 znamenala vzorek nejvíce preferovaný a známka 3 znamenala vzorek nejméně preferovaný. Jako nejlepší podle celkových preferencí byl respondenty zvolen vzorek C - 62,86%, jako druhý byl zvolen vzorek B - 24,29% a jako třetí byl zvolen vzorek A - 12,86%.

## 9 DISKUZE

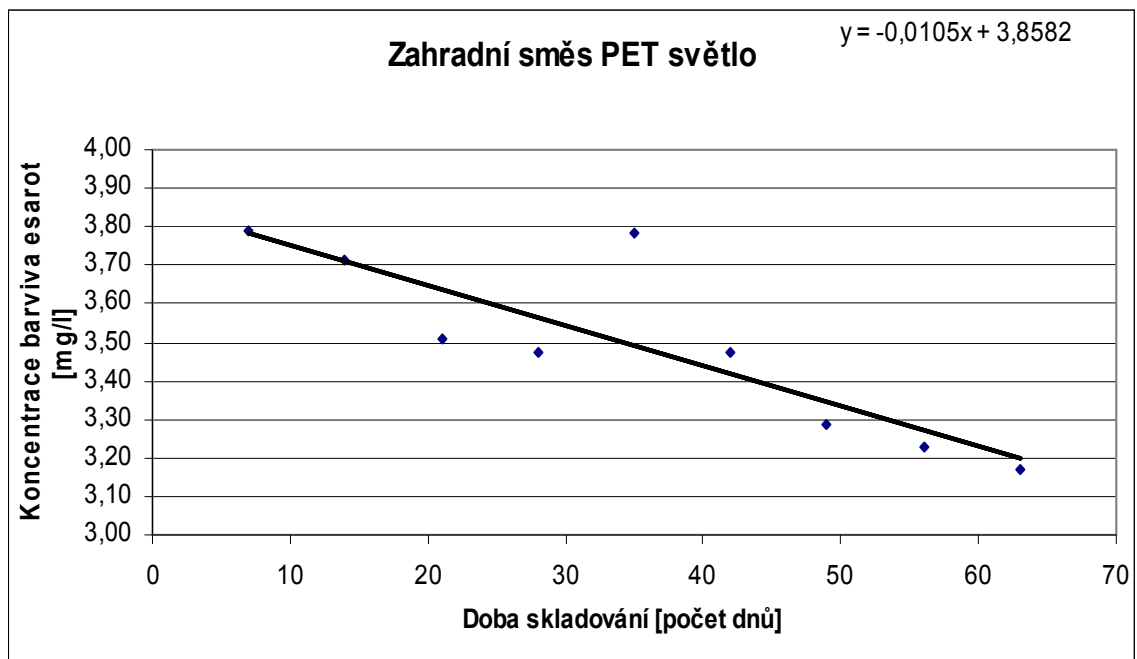
### 9.1 Měření intenzity zbarvení přírodního barviva esarot ve vzorku

#### Zahradní směs PET

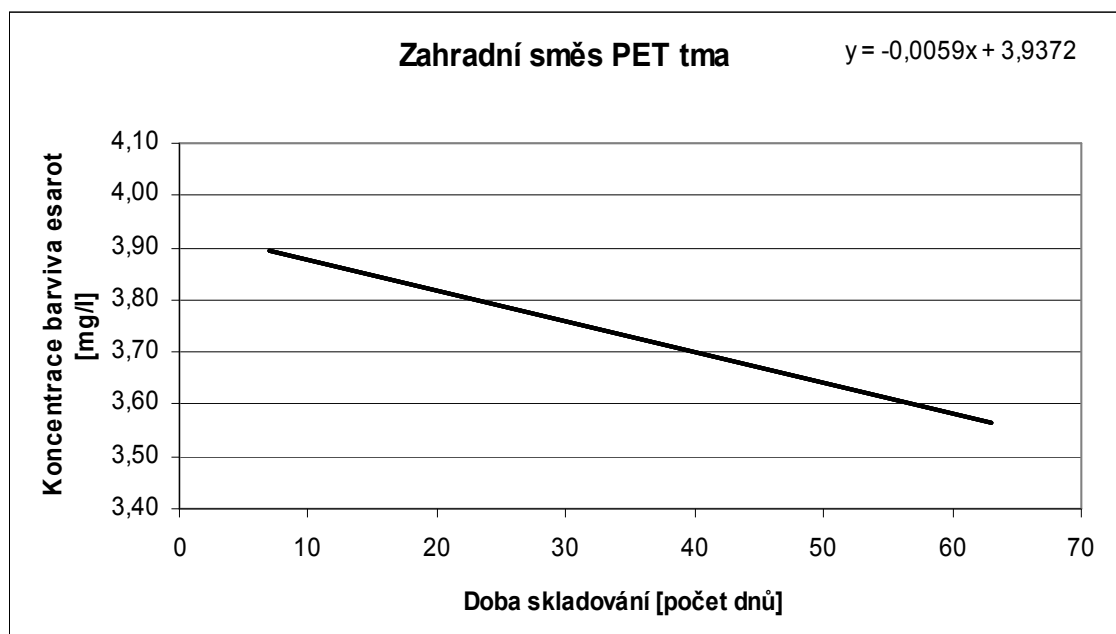
Z grafu č. 7 vidíme trend úbytku barviva ve vzorku, který byl vystaven dennímu světlu, což mělo simulovat uložení sirupu v obchodě ve výloze. Z grafu je možné vidět, že téměř ve všech případech nedochází k odchýlkám od trendu. Pouze v čase  $t = 35$  (počet dnů od založení pokusu) došlo k výraznější odchylce od trendu, která však nemá výraznější dopad na trend. Chyba měření mohla být způsobena nejružnějšími důvody. Mohla vzniknout v důsledku variability průmyslové výroby, nebo z důvodu, že ubývání barviva v jednotlivých týdnech měření bylo velmi malé. Pro hlubší analýzu by se musel provést test, zda odchylky od trendu jsou tvořeny tzv. bílým šumem. [48]

V grafu č. 8 je grafické znázornění výsledků měření vzorků sirupů Zahradní směs PET, které byly uloženy ve skladu a chráněny před denním světlem, při průměrné teplotě 18°C. Z regresní rovnice trendu je patrné, že pokles intenzity zbarvení je pomalejší oproti stejnému vzorku, který byl vystaven dennímu světlu a pokojové teplotě. (Graf. 7). V tomto případě se od trendu odchýlilo více hodnot. Tyto chyby měření mohly být způsobeny nejružnějšími faktory stejně jako v případě předchozího vzorku.

V grafu č. 9 jsou uvedeny výsledky měření vzorků sirupů Zahradní směs PET, které byly umístěny v chladničce při teplotě 4°C. Z regresní rovnice křivky je jasné, že pokles intenzity zbarvení je velmi malý, pokud jsou sirupy uchovávány v chladu.

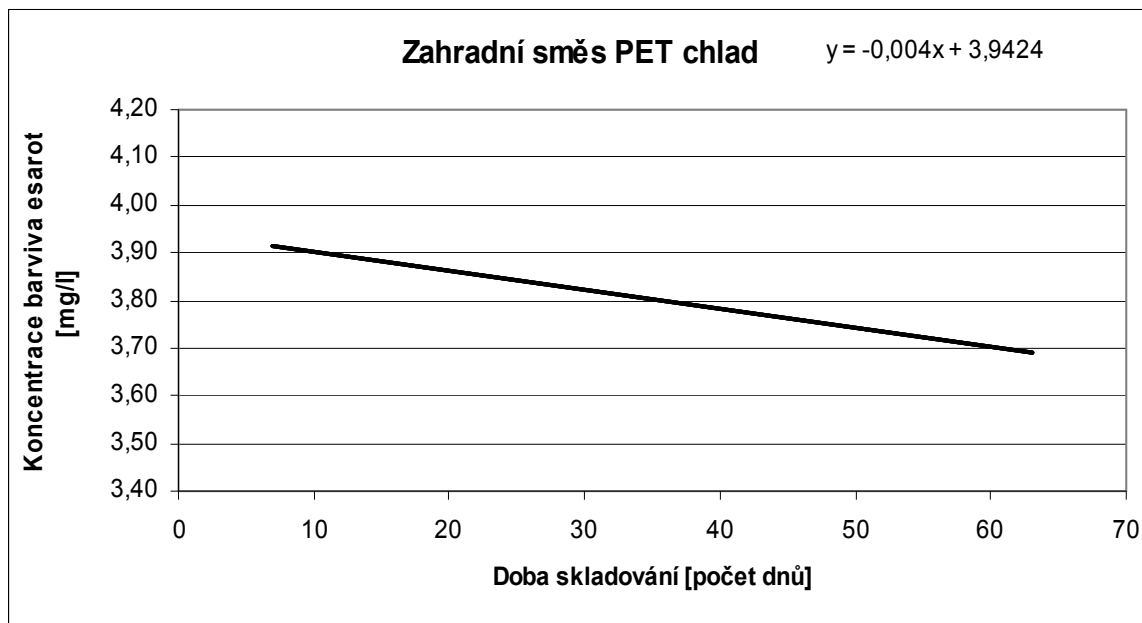


**Graf. 7. Výsledky měření vzorků Zahradní směs PET obsahujících barvivo esarot umístěných na denním světle**



**Graf. 8. Výsledky měření vzorků Zahradní směs PET obsahujících barvivo esarot umístěných ve tmě**





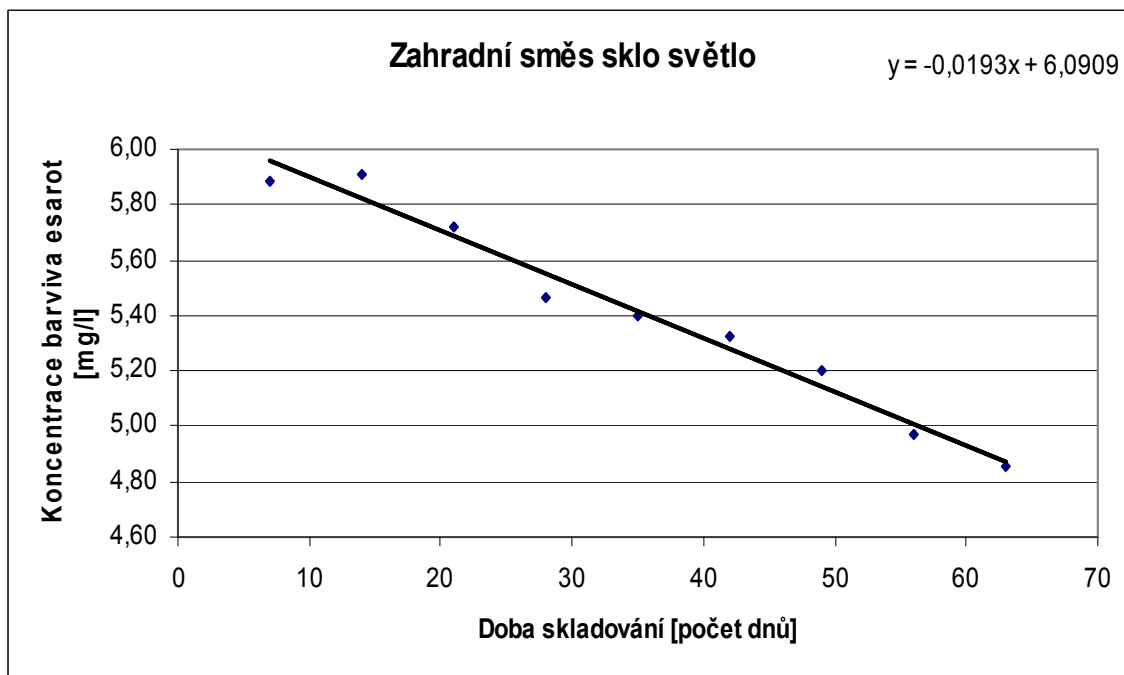
**Graf. 9. Výsledky měření vzorků Zahradní směs PET obsahujících barvivo esarot umístěných v chladu**

## **9.2 Měření intenzity zbarvení barviva esarot ve vzorku Zahradní směs sklo**

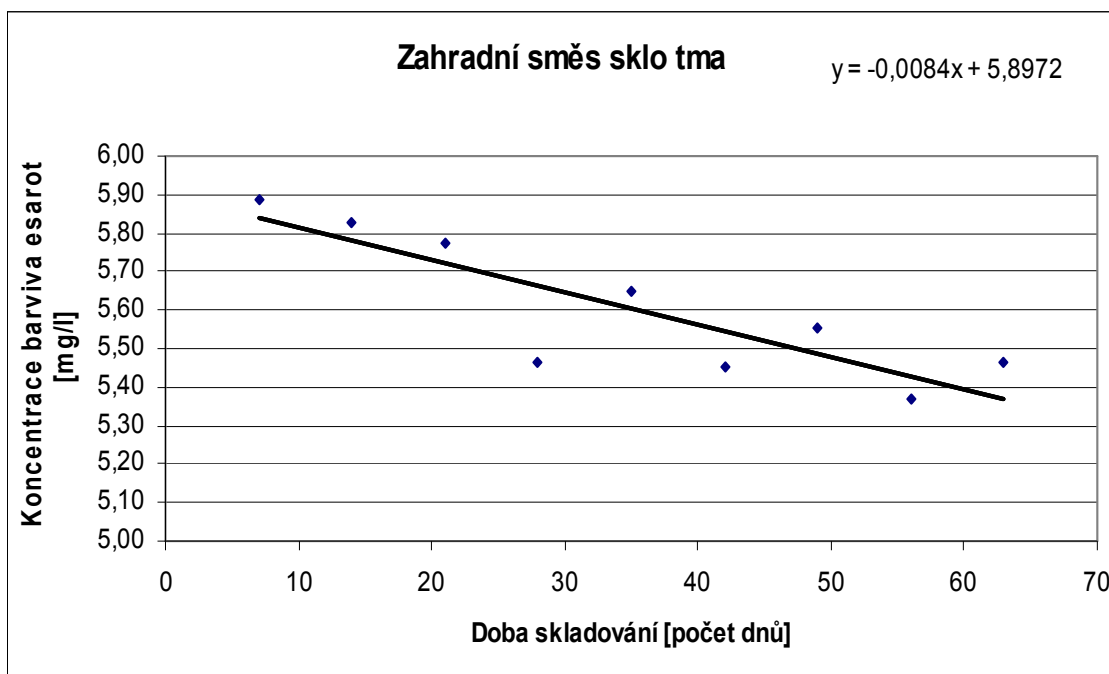
V grafu č. 10 vidíme trend úbytku barviva u vzorků sirupů Zahradní směs sklo, které byly umístěny na denním světle při pokojové teplotě. V tomto případě nedošlo k výraznému odchýlení od trendu.

V grafu č. 11 je znázornění výsledků měření u vzorků sirupů Zahradní směs sklo, které byly umístěny ve skladu při teplotě 18°C a chráněny před denním světlem. Z grafu je patrné, že koncentrace barviva klesá pomaleji než tomu bylo v případě vzorků, které byly umístěny na přímém světle. (Graf. 10) Větší odchýlení od trendu bylo zaznamenáno pouze v čase  $t = 28$  (počet dnů od založení pokusu). Tato odchylka však nemá výraznější vliv na regresní rovnici křivky.

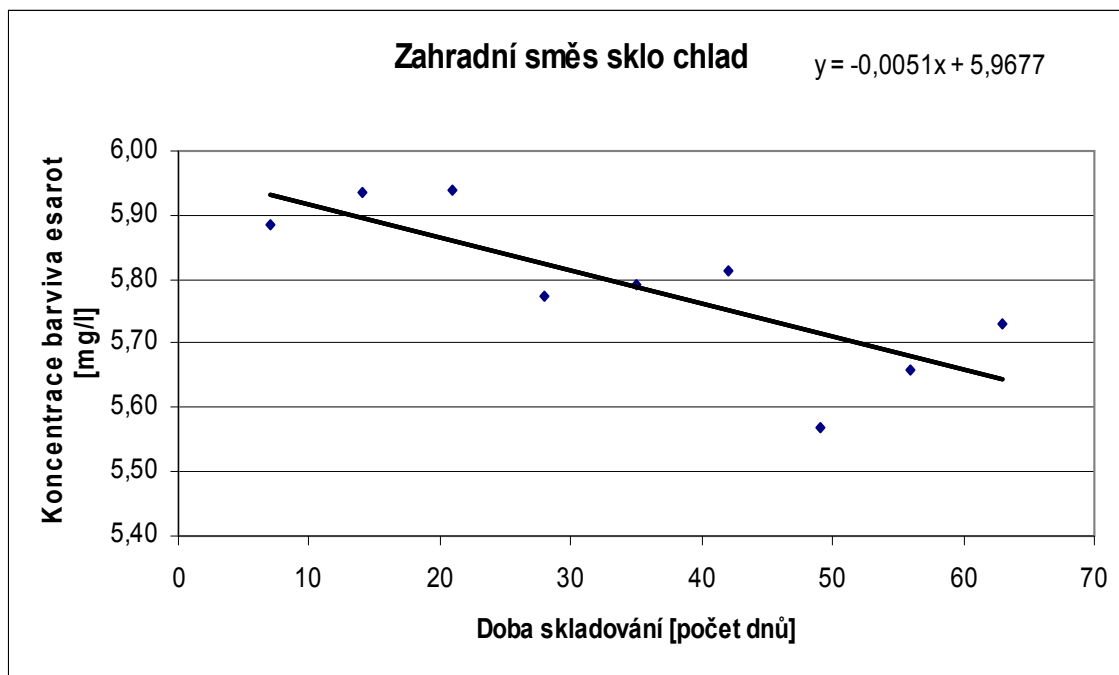
V grafu č. 12 vidíme trend úbytku barviva u vzorků sirupů Zahradní směs sklo, které byly umístěny v chladničce při teplotě 4°C. Z grafu je patrné, že koncentrace barviva esarot, klesá pomaleji než tomu bylo v případě vzorků umístěných ve tmě.



**Graf. 10.** Výsledky měření vzorků Zahradní směs sklo obsahujících barvivo esarot umístěných na denním světle



**Graf. 11.** Výsledky měření vzorků Zahradní směs sklo obsahujících barvivo esarot umístěných ve tmě



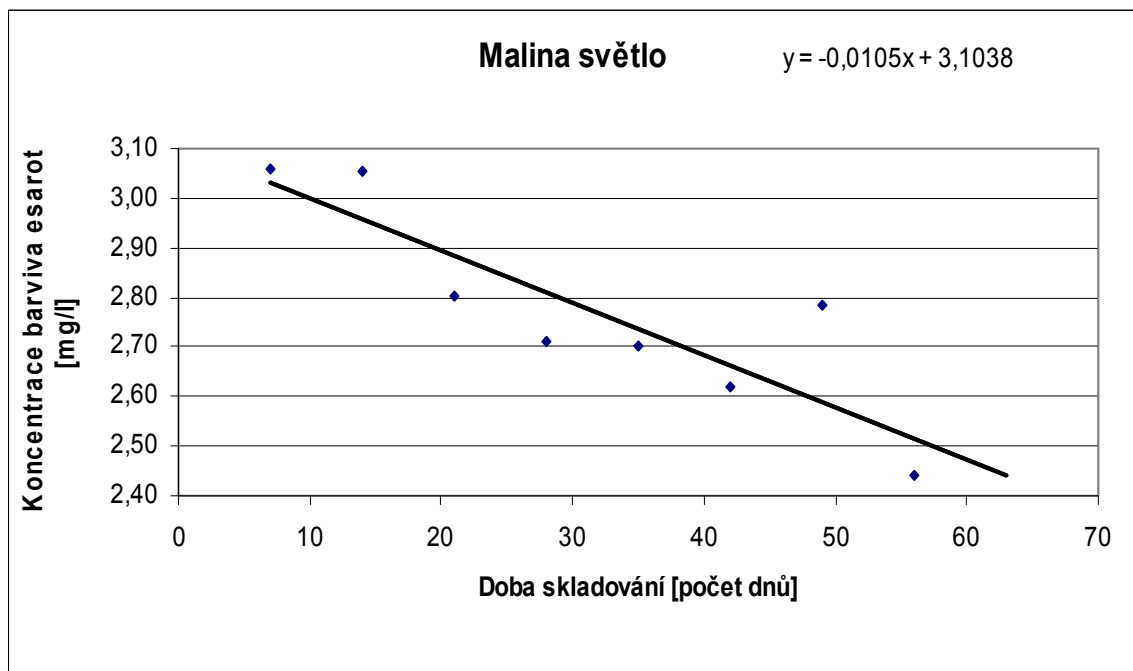
**Graf. 12. Výsledky měření vzorků Zahradní směs sklo obsahujících barvivo esarot umístěných v chladu**

### 9.3 Měření intenzity zbarvení barviva esarot ve vzorku Malina

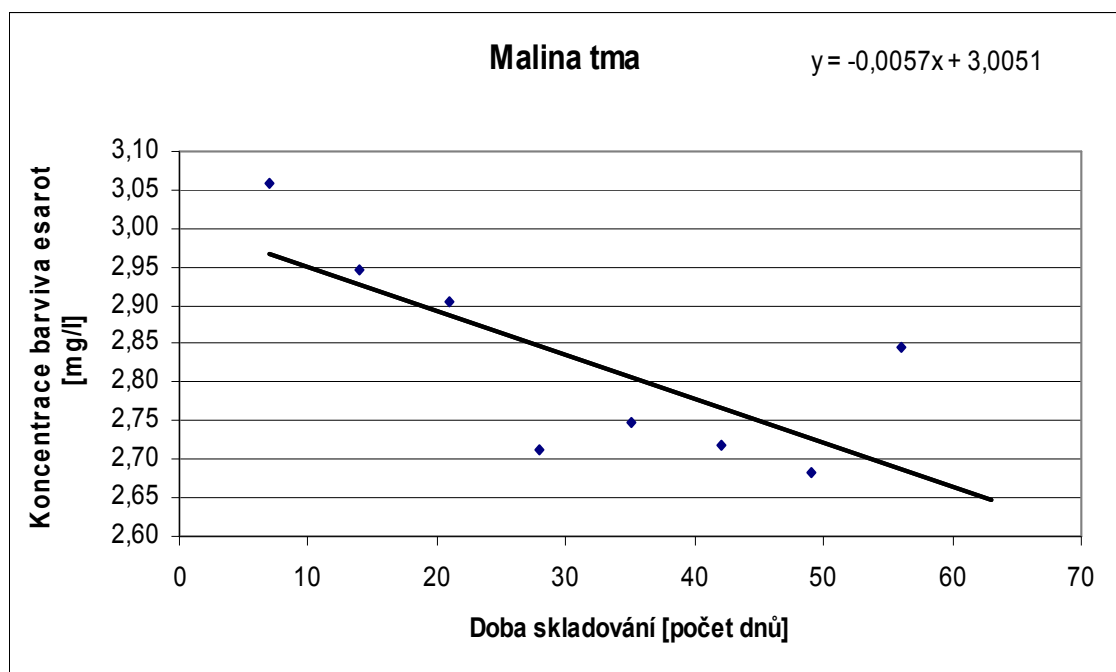
V grafu č. 13 vidíme trend úbytku barviva u vzorků Malina umístěných na denním světle při pokojové teplotě. V grafu se výrazně odchytila hodnota v čase  $t = 49$  (počet dnů od založení pokusu). Tato chyba může být způsobena celou řadou faktorů zmiňovaných výše. U tohoto vzorku bylo provedeno pouze 8 měření, protože při posledním měření tj. 9 (63 dnů od založení pokusu), byl vzorek, který byl vystaven světlu a vyšší teplotě, nevhodný pro měření. Vzorek byl perlivý, což způsobilo v kyvetě viditelné bublinky a naměřené hodnoty byly velmi různorodé, proto zde nejsou uvedeny.

V grafu č. 14 vidíme trend úbytku barviva u vzorků sirupů Malina v obalu PET umístěných ve skladu, chráněných před světlem o teplotě  $18^{\circ}\text{C}$ . Bylo zde provedeno také pouze 8 měření, z důvodu uvedeného výše.

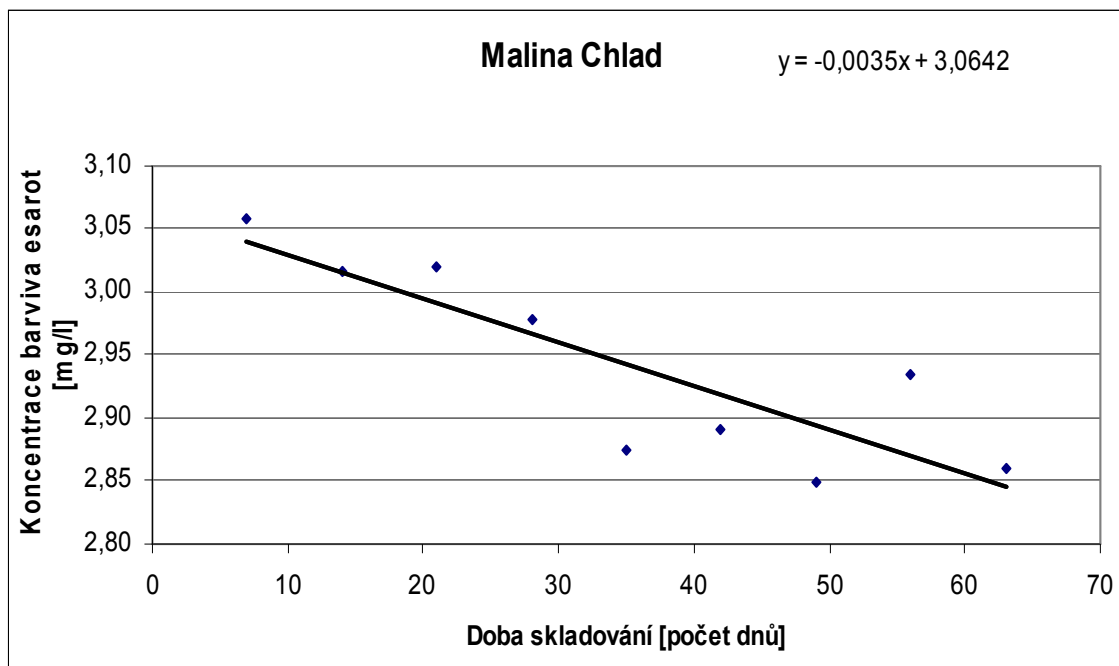
V grafu č. 15 vidíme trend úbytku barviva u vzorků sirupů Malina v obalu PET umístěného v chladu při teplotě  $4^{\circ}\text{C}$ . V grafu se výrazněji neodchytila žádná hodnota.



**Graf. 13.** Výsledky měření vzorků Malina obsahujících barvivo esarot umístněných na denním světle



**Graf. 14.** Výsledky měření vzorků Malina obsahujících barvivo esarot umístněných ve tmě



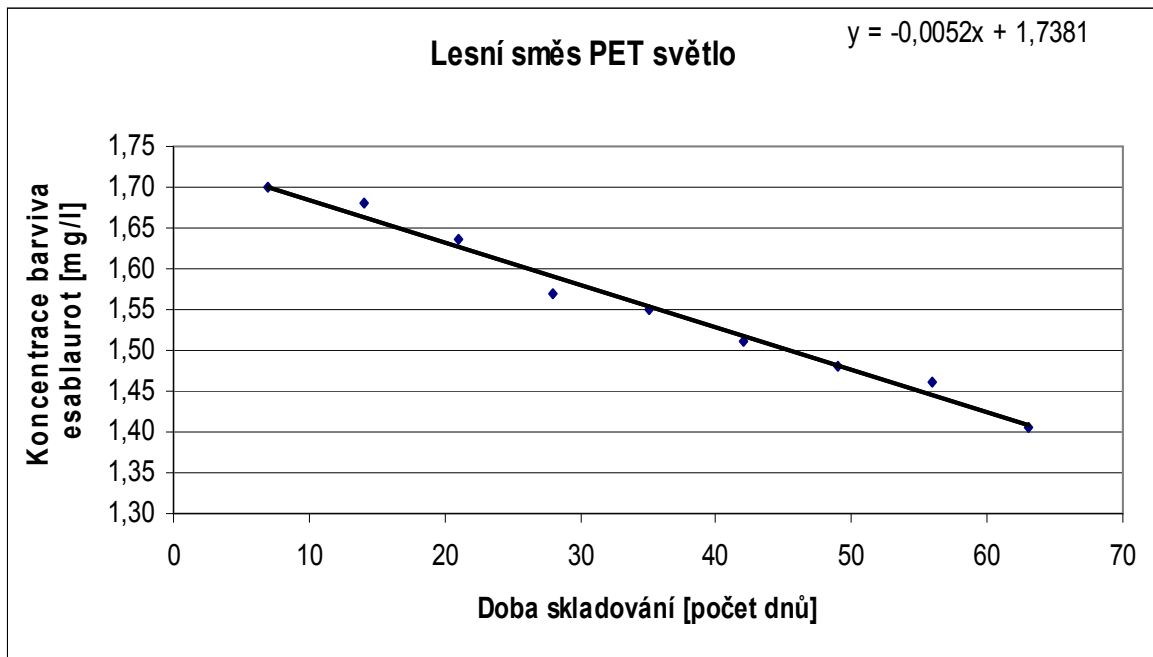
Graf. 15. Výsledky měření vzorků Malina obsahujících barvivo esarot umístěných v chladu

#### 9.4 Měření intenzity zbarvení barviva esablaurot ve vzorku Lesní směs PET

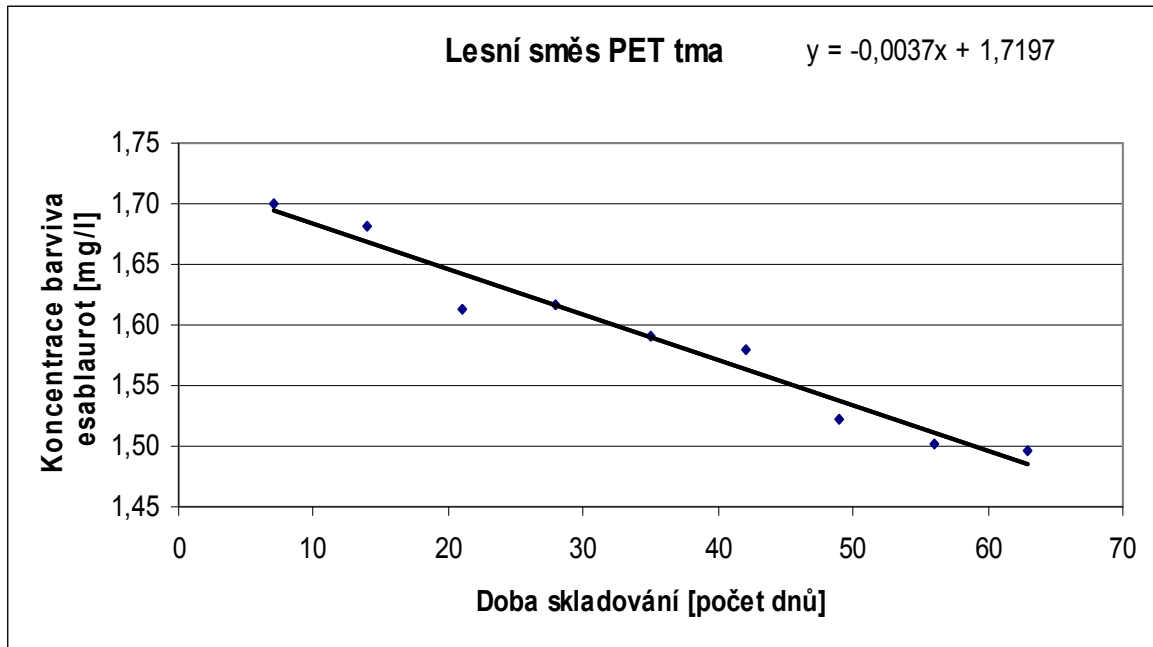
V grafu č. 16 vidíme sestupný trend vzorků sirupů Lesní směs PET umístěných na denním světle při pokojové teplotě. Výrobek obsahuje barvivo esablaurot. Od trendu se výrazněji neodchýlila žádná hodnota.

V grafu č. 17 vidíme sestupný trend vzorků sirupů Lesní směs PET umístěných ve skladu při teplotě 18°C a chráněných před denním světlem. Stejně jako v předchozím případě se od trendu výrazně neodchýlila žádná hodnota. Směrnice je o něco menší než tomu bylo v předchozím případě což znamená, že obsah barviva klesá pomaleji.

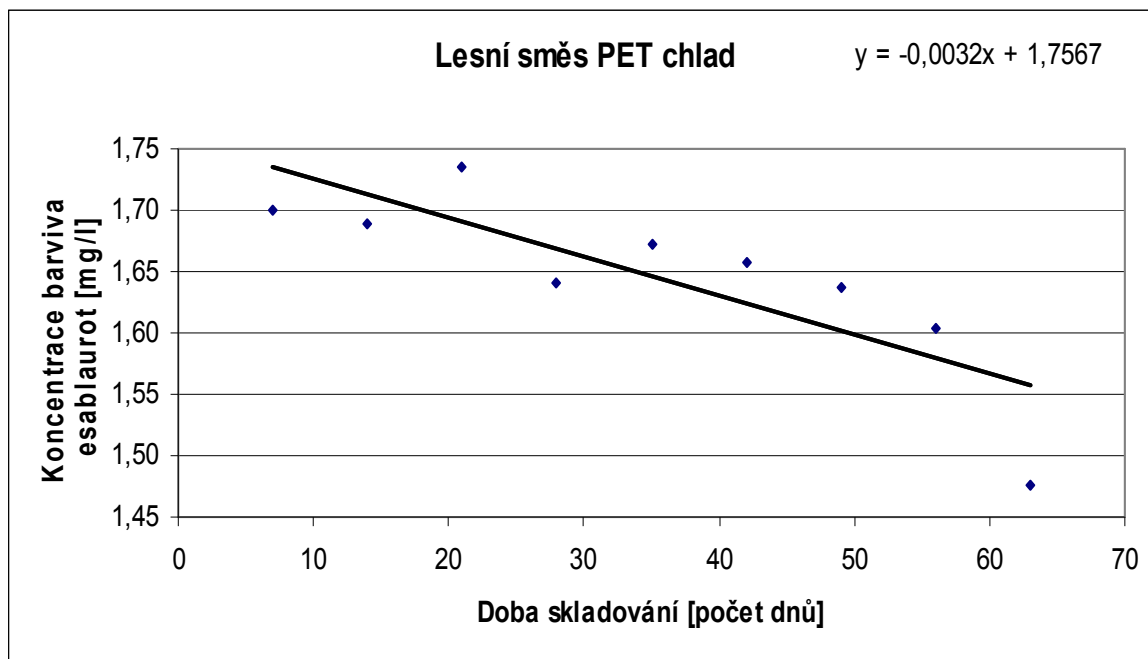
V grafu č. 18 vidíme trend úbytku barviva u vzorků sirupů Lesní směs PET umístěných v chladu při teplotě 4°C.



**Graf. 16.** Výsledky měření vzorků Lesní směs PET obsahujících barvivo esablaurot umístěných na denním světle



**Graf. 17.** Výsledky měření vzorků Lesní směs PET obsahujících barvivo esablaurot umístěných ve tmě



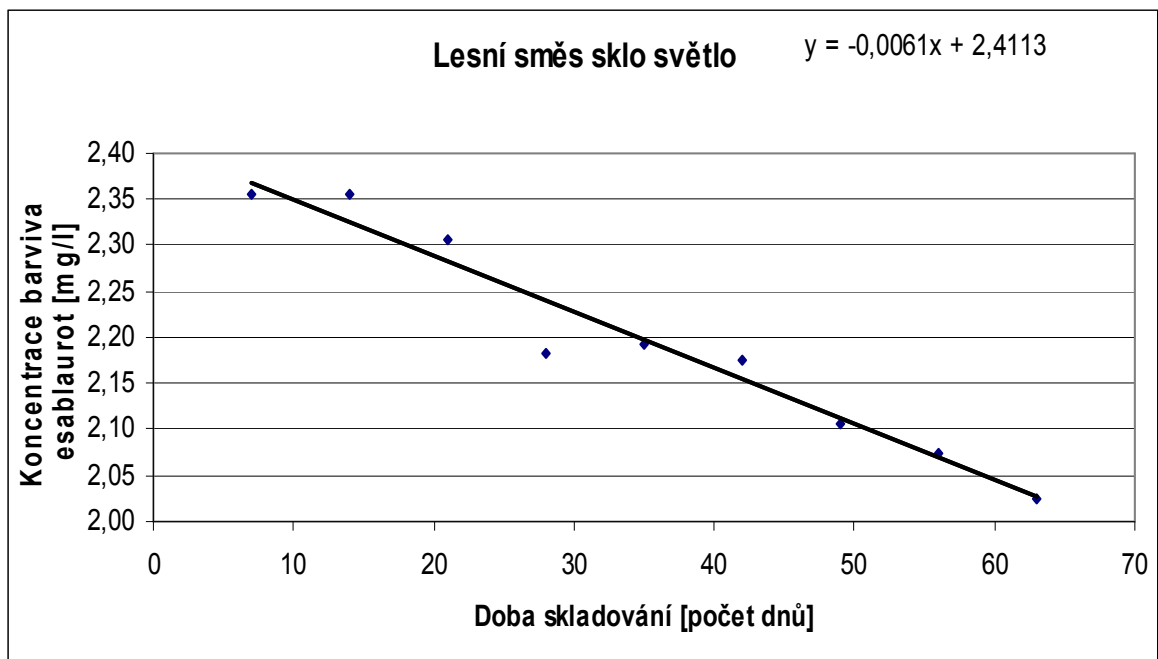
**Graf. 18.** Výsledky měření vzorků Lesní směs PET obsahujících barvivo esablaurot umístěných v chladu

### 9.5 Měření intenzity zbarvení barviva esablaurot ve vzorku Lesní směs sklo

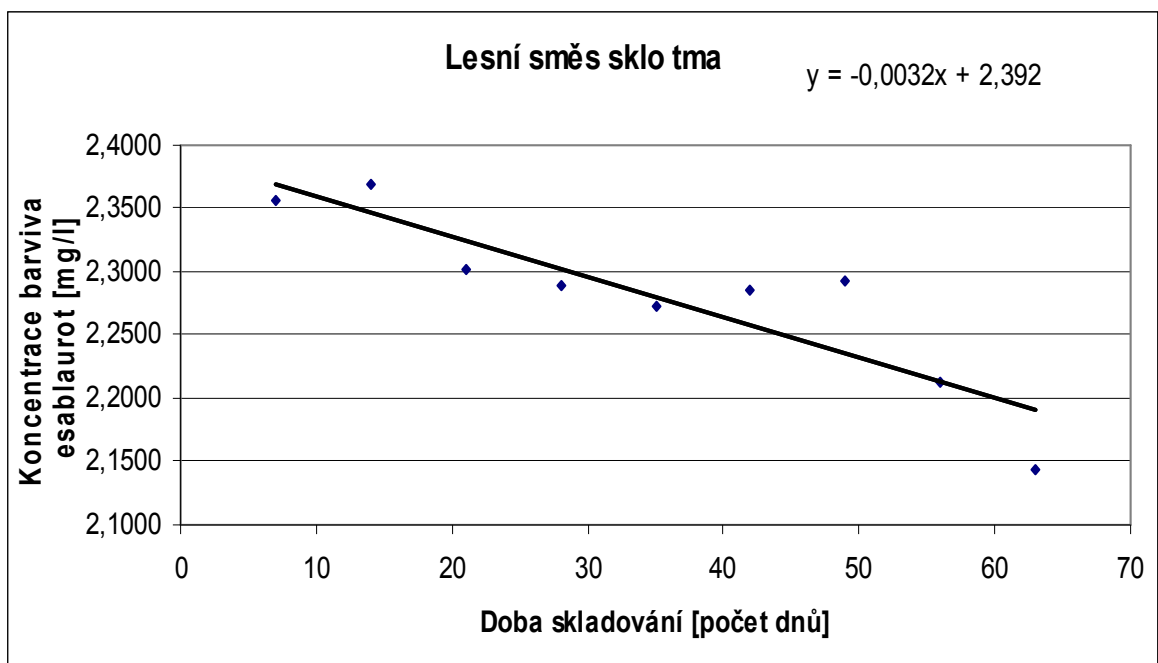
V grafu č. 19 vidíme trend úbytku barviva u vzorků sirupů Lesní směs sklo umístěných na denním světle při pokojové teplotě.

V grafu č. 20 vidíme trend úbytku barviva u vzorků sirupů Lesní směs sklo umístěných ve skladu při teplotě 18°C, chráněných před světlem.

V grafu č. 21 vidíme trend úbytku barviva u vzorků sirupů Lesní směs sklo umístěných v chladničce při teplotě 4°C. V tomto případě se výrazněji neodchýlila žádná hodnota.

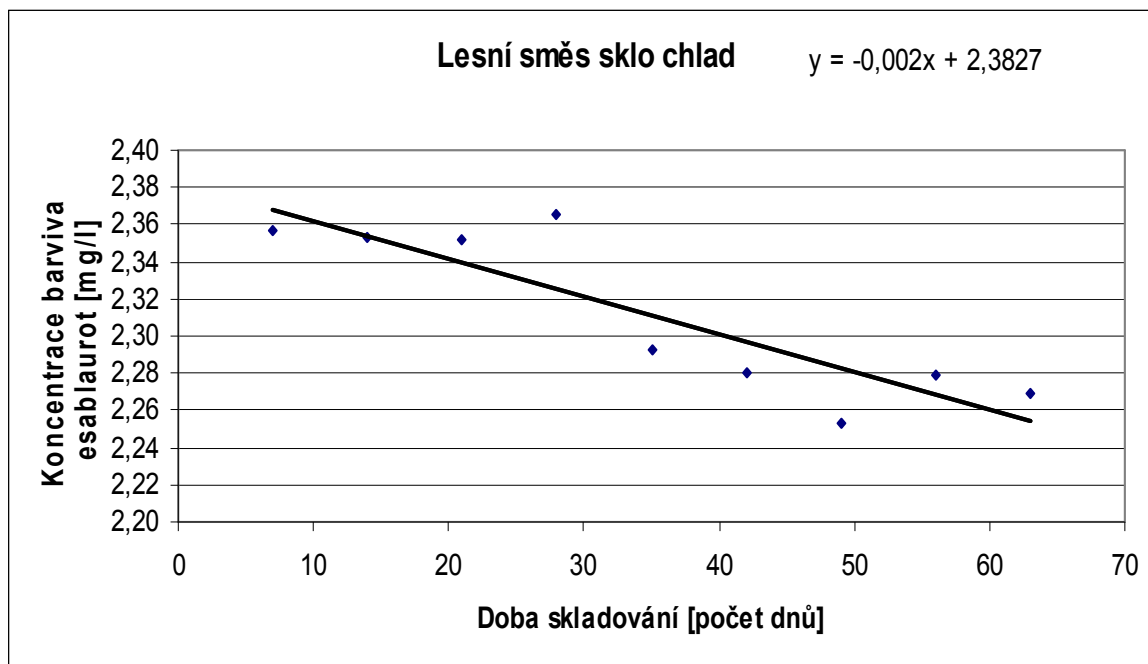


**Graf. 19.** Výsledky měření vzorků Lesní směs sklo obsahujících barvivo esblaurot umístěných na denním světle



**Graf. 20.** Výsledky měření vzorků Lesní směs sklo obsahujících barvivo esblaurot umístěných ve tmě





**Graf. 21. Výsledky měření vzorků Lesní směs sklo obsahujících barvivo esablaurot umístěných v chladu**

## 9.6 Shrnutí diskuzí pro vzorky sirupů

Největší pokles intenzity zbarvení byl zaznamenán, jak je patrné z výše uvedených grafů a jejich regresních křivek, u vzorků, které byly skladovány na denním světle při pokojové teplotě. Naopak nejmenší pokles intenzity zbarvení byl zaznamenán u vzorků, které byly skladovány v temnu a chladu. Co se týká obalů, ve kterých byly vzorky uskladněny, větší pokles intenzity zbarvení byl zaznamenán u vzorků ve skleněných obalech. Je to dáno tím, že tyto vzorky obsahují více barviva. Vzorek Malina obsahující barvivo esarot nevydržel extrémní podmínky, kterým byl po dobu uskladnění vystaven. Po 56 dnech od uskladnění se u vzorku projevilo mikrobiální narušení. Jelikož se jedná o vzorek v obalu PET, který se konzervuje chemickým konzervovadlem (Příloha II) měla by být odolnost vůči mikrobiálním změnám větší.

Závěrem lze říci, že obě barviva jsou v těchto výrobcích přibližně stejně stálá. I když u některých výrobků byl úbytek barviva vyšší, tato skutečnost se neprojevila na celkové intenzitě zbarvení výrobku. Z výsledků je také patrné, že je nevhodné vystavovat výrobky ve výlohách obchodů. Vhodným místem pro jejich skladování jsou místa, chráněná před denním světlem a při teplotě nižší než pokojové.

### **9.7 Stálost přírodních barviv ve výrobku dětská výživa - jahoda**

Z fotografií (Kapitola 8) je zřejmé, že barviva v těchto výrobcích jsou velmi nestálá. Na rozdíl od sirupů, u kterých se barevná změna neprojevila na výrobku, u dětských výživ je barevná změna velmi výrazná. Po pěti týdnech (což je doba po kterou byly výrobky vystaveny dennímu světlu) jsou tyto výrobky viditelně odlišné od vzorků základních. Dětské výživy obsahující barvivo esarot a esablaurot není možné skladovat na denním světle, výlohy jsou naprosto nevhodné.

### **9.8 Senzorická analýza vzorku dětské výživy**

Při získávání dat sensorické analýzy bylo patrné, že většině hodnotitelům nejvíce chutnal vzorek obsahující barvivo esablaurot. Ze získaných výsledků (Kapitola 8) celkových preferencí označilo 62,86% respondentů tento výrobek jako nejlepší.

## ZÁVĚR

V teoretické části diplomové práce byly popsány základní fyzikální aspekty týkající se světla a barev. Hlavní část teoretické části byla věnována přírodním a syntetickým barvivům. Teoretická část je v souladu s platnými vyhláškami ČR a EU.

V praktické části diplomové práce byla zjišťována barevná stálost přírodních barviv ve vzorcích sirupů a dětských výživ. Všechny vzorky obsahovaly přírodní barvivo esarot, nebo přírodní barvivo esablaurot. Byly zkoumány tři druhy sirupů. Vzorky Zahradní směs PET, Zahradní směs sklo a Malina obsahovaly přírodní barvivo esarot. Vzorky Lesní směs PET a Lesní směs sklo obsahovaly přírodní barvivo esablaurot. Vzorky byly rozděleny na tři skladovací místa. Denní světlo při pokojové teplotě mělo simulovat uskladnění vzorků ve výloze v obchodě, sklad při teplotě 18°C bez denního světla simuloval umístění vzorků ve skladu v obchodním řetězci, a chladnička při teplotě 4°C simulovala uložení výrobků v chladírenském skladu. Vzorky byly proměřovány jednou týdně v laboratoři pomocí spektrofotometru. Uskladněny byly po dobu 63 dnů. Ze zjištěných výsledků je jasné, že největší pokles intenzity zbarvení byl zaznamenán u vzorků umístěných na denním světle při pokojové teplotě. Naopak velmi stálá jsou tato barviva pokud jsou výrobky skladovány v temnu nebo chladu. Všeobecně je možné říci, že obě barviva jsou ve výrobcích sirupů velmi stálá.

Pokles barevné intenzity ve vzorcích dětské výživy nebylo možné měřit spektrofotometricky, protože vzorky obsahovaly modifikovaný škrob, díky němuž nebylo možné získat čirý filtrát. Proto byl pokles barevné intenzity zjišťován na základě fotografií. Vzorky dětské výživy, obsahující v prvním případě barvivo esarot a v druhém barvivo esablaurot, byly umístěny na denním světle při pokojové teplotě. Fotografie byly pořizovány jednou týdně v laboratoři. Dětské výživy byly skladovány po dobu celkem 42 dnů. Ze získaných fotografií je jasné, že pokles barevné intenzity je v těchto vzorcích velký. Již po 30 dnech byl úbytek obou barviv viditelný.

Při sensorickém hodnocení dětských jahodových výživ byla hodnocena barva, vůně, chuť, konzistence a celkové preference. Dotazník byl vyplněn 70 respondenty. Předloženy byly tři vzorky jahodové dětské výživy. Vzorek A bez přírodních barviv, vzorek B obsahující barvivo esarot a vzorek C obsahující barvivo esablaurot. Ve všech kategoriích volili

respondenti jako nejlepší vzorek C. V celkových preferencích vzorek C jako nejlepší uvedlo 62,86% respondentů.

Na základě získaných poznatků lze doporučit:

- omezení vlivu denního světla při skladování sirupů. I když ve vzorcích byl zaznamenán pokles barevné intenzity, tato skutečnost se nijak neprojevila na celkovém zbarvení výrobků. S vysokou pravděpodobností by po delším časovém úseku rozdíl znatelný byl. Každopádně doporučuji nadále vyrábět výrobky s těmito přírodními barvivy a lze jenom zkonstatovat, že nahrazení omezených syntetických barviv těmito přírodními barvivy byla úspěšná inovace.
- u dětských výživ lze jednoznačně doporučit výrobu vzorku C s barvivem esablaurot. Vzorek B, který společnost vyrábí nyní, daleko zaostal při srovnání za vzorkem C. Lze předpokládat, že výroba vzorku C přinese společnosti větší prodej oproti stávajícímu prodeji vzorku B, potažmo bude vzorek C konkurenceschopnější než vzorek B.
- pro detailní analýzu úbytku barviva ve vzorku dětské výživy je potřeba vyrobit vzorky bez modifikovaného škrobu. V dětské výživě je barvivo méně stálé než v sirupech, úbytek barviva šel rozpoznat okem. Proto by stálo za to tento jev důkladněji proměřit. Doporučuji tedy společnosti dané vorky bez modifikovaného škrobu vyrobit a analýzu si nechat detailně vypracovat

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] CIMPL, Z. *Optika : Učební text pro předmět Fyzika I.*. Vyd. 1. Pardubice : Univerzita Pardubice, 2002. 71 s. ISBN 80-7194-482-3.
- [2] REICHL, J.; VŠETIČKA, M. *Encyklopedie fyziky* [online]. Praha : c2006-2011 [cit. 2011-03-26]. Světlo jako elektromagnetické vlnění. Dostupné z WWW: <<http://fyzika.jreichl.com/index.php?sekce=browse&page=434>>.
- [3] KLOUDA, P. *Moderní analytické metody*. Druhé, upravené a doplněné vydání. Ostrava : Pavel Klouda, 2003. 132 s. ISBN 80-86369-07-2.
- [4] MOODY, V.; NEEDLES, H. L. *Textile Fibers, Dyes, Finishes, and Processes*. William Andrew Publishing, 2004. 257s. ISBN 978-0-8155-1940-9.
- [5] KLÁN, P. *Organická fotochemie*. 1. vydání. Brno : Masarykova univerzita v Brně, 2001. 121 s. ISBN 80-210-2526-3.
- [6] HOFMANN, Jaroslav; URBANOVÁ, Marie. *Fyzika I.* . Praha : Vysoká škola chemicko-technologická, 2005. 327 s. Dostupné z WWW: <[http://vydavatelstvi.vscht.cz/katalog/uid\\_ekniha-001/anotace/](http://vydavatelstvi.vscht.cz/katalog/uid_ekniha-001/anotace/)>.
- [7] *Fyzika II. : Distanční text* [online]. [s.l.] : CEPAC Morava, 2007 [cit. 2011-02-20]. Dostupné z WWW: <[http://utb.files.cepac.cz/moduly/M0122\\_fyzika\\_2/distancni\\_text/M0122\\_fyzika\\_2\\_distancni\\_text.pdf](http://utb.files.cepac.cz/moduly/M0122_fyzika_2/distancni_text/M0122_fyzika_2_distancni_text.pdf)>
- [8] LEPIL, O., KUPKA, Z., *Optika, Fyzika pro gymnasia*, Prometheus Praha, 1995
- [9] LANK, V.; VONDRA, M. *Fyzika v kostce*. 3. vydání. Havlíčkův Brod : Fragment, 2004. 120 s. ISBN 80-7200-968-0.
- [10] POSPÍŠIL, J. *Základy fotonové optiky I, II*. První vydání. Olomouc : Univerzita Palackého v Olomouci, 1999. 126 s. ISBN 80-7067-954-9.
- [11] VIK, M., *Základy měření barevnosti*, Technická univerzita v Liberci, 1995. ISBN 80-7083-162-6.
- [12] ANONYM, *Anamneza.cz* [online]. 2004 [cit. 2011-01-11]. Oči. Dostupné z WWW: <[http://www.anamneza.cz/moduly/lidsketelo.php?soubor=kapitola4\\_4.php](http://www.anamneza.cz/moduly/lidsketelo.php?soubor=kapitola4_4.php)>.

- [13] ČIHÁK, R. *Anatomie 3*. První vydání. Praha : Grada Publishing, spol. s.r.o., 1997. 672 s. ISBN 80-7169-140-2.
- [14] ANONYM, *Senzorická analýza potravin : Distanční text* [online]. [s.l.] : CEPAC, © 2007 [cit. 2010-12-10]. Dostupné z WWW: <[http://utb-files.cepac.cz/moduly/M0031\\_senzoricka\\_analyza\\_potravin/distanzni\\_text/M0031\\_senzoricka\\_analyza\\_potravin\\_distanzni\\_text.pdf](http://utb-files.cepac.cz/moduly/M0031_senzoricka_analyza_potravin/distanzni_text/M0031_senzoricka_analyza_potravin_distanzni_text.pdf)>.
- [15] Aditivní a substraktivní míchání barev. In *Vnímání barev* [online]. Plzeň : Techmania Science Center o. p. s., 2010 [cit. 2011-03-26]. Dostupné z WWW: <<http://www.techmania.cz/edutorium/clanky.php?key=745>>.
- [16] KUBÁŇ, V., KUBÁŇ, P., *Analýza potravin*, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2007, ISBN 978-80-7375-036-7
- [17] BUREŠOVÁ, P. *Státní zemědělská a potravinářská inspekce : Chemické látky v potravinách* [online]. Brno : 2011 [cit. 2011-01-11]. Přidatné látky (aditiva). Dostupné z WWW:<<http://www.szpi.gov.cz/docDetail.aspx?docid=1005724&docType=ART&nid=11324>>.
- [18] Česká Republika. *Vyhláška ze dne 23. dubna 2010, kterou se stanoví druhy a podmínky použití přídatných látek a extrakčních rozpouštědel při výrobě potravin*. In *Sbírka zákonů České Republiky*. 2010, částka 46, 130/2010, s. 1699-1715. Dostupný také z WWW: <[www.mvcr.cz/soubor/sb046-10-pdf.aspx](http://www.mvcr.cz/soubor/sb046-10-pdf.aspx)>. ISSN 1211-1244.
- [19] ROP, O.; VALÁŠEK, P.; HOZA, I. *Teoretické principy konzervace potravin I. : Hlavní konzervařenské suroviny*. Vyd. 1. Zlín : Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2005. 129 s. ISBN 80-7318-339-0.
- [20] HRUDKOVÁ, A.; MARKVART, J.; ET AL . *Nealkoholické nápoje* . Vydání první. Praha : SNTL, 1989. 560 s.
- [21] BELITZ, H.D.; GROSCH, W.; SCHIEBERLE, P. *Food additives*. Berlin. Springer Berlin Heidelberg, 2009. 429-466s. ISBN 978-3-540-69934-7.
- [22] *Bezpečnost potravin : A - Z slovník pro spotřebitele* [online]. Praha : Ústav zemědělské a potravinářské inspekce, 2009 [cit. 2011-02-02]. Flavonoidy, Karamel. Dostupné z WWW: <<http://www.agronavigator.cz/az/>>.

- [23] ANONYM, *Chemie potravin : Distanční text* [online], CEPAC, © 2007, [cit. 2010-01-10]. Dostupné z WWW: [http://utb-files.cepac.cz/moduly/M0028\\_chemie\\_a\\_analyza\\_potravin/distanzni\\_text/M0028\\_chemie\\_a\\_analyza\\_potravin\\_distanzni\\_text.pdf](http://utb-files.cepac.cz/moduly/M0028_chemie_a_analyza_potravin/distanzni_text/M0028_chemie_a_analyza_potravin_distanzni_text.pdf)
- [24] DEMAN., JOHN, M. *Principles of Food Chemistry (3rd Edition)*. Springer - Verlag, 1999. 595 s. ISBN 978-1-59124-786-9.
- [25] KOTYK, A. *Věda.cz : Průvodce informacemi o vědě a výzkumu* [online]. Praha : 2005-09-05 [cit. 2011-01-15]. Kurkumin proti rakovině. Dostupné z WWW: <<http://www.veda.cz/article.do?articleId=11391>>.
- [26] *Emulgatory.cz* [online]. 2010 [cit. 2011-03-07]. E 120 - Košenila, kyselina karmínová, karmíny. Dostupné z WWW: <<http://www.emulgatory.cz/seznam-ecek?prisada=E120>>.
- [27] ČEPIČKA, J., et al. *Obecná potravinářská technologie*. Vydání první. Praha : VŠCHT Praha, 1995. 246 s. ISBN 80-7080-239-1.
- [28] ČERVINKA, O., et al. *Chemie organických sloučenin (2)*. Vyd. 1. Praha : SNTL, 1987. 1056 s.
- [29] LEWIS, RICHARD J.; *Hawley's Condensed Chemical Dictionary (15th Edition)*. John Wiley & Sons, 2007. 1383s. ISBN 978-1-61583-183-8.
- [30] *Bezpečnost potravin : Informační centrum bezpečnosti potravin* [online]. Praha : Ústav zemědělské a potravinářské inspekce, 2009 [cit. 2011-03-06]. Potravinářská barviva. Dostupné z WWW: <<http://www.agronavigator.cz/az/>>.
- [31] KLESCHT, V.; HRNČIŘÍKOVÁ, I.; MANDELOVÁ, L. *Éčka v potravinách*. Brno : Computer Press, 2006. 108 s. ISBN 80-251-1292-6.
- [32] EU. Nařízení Evropského parlamentu a rady (ES) o potravinářských přídatných látkách. In *Úřední věstník Evropské Unie*. 2008, č.1333, s. 25-33. Dostupný také z WWW: <<http://www.emulgatory.cz/download/zakony/eu-1333-2008.pdf>>.
- [33] VRBOVÁ, T. *Víme, co jíme? aneb průvodce „éčky“ v potravinách*. Praha : EcoHouse, 2001. 257 s. ISBN 80-238-7504-3.

- [34] KYZLINK, V., *Principles of food preservation*, ELSEVIER Amsterdam-Oxford-New York-Tokyo 1990, ISBN 0-444-98844-0
- [35] VÍT, M. Stanovisko k potravinářským barvivům povinně označovaným doplňující informací . *Fórum zdravé výživy* [online]. 2010, [cit. 2011-03-16]. Dostupný z WWW: <<http://www.fzv.cz/fzv/aktivity/clanky/zajimavosti/226-postoj-fzv-k-vyjadreni-hlavniho-hygienika-k-pridatnym-latkam-.aspx>>.
- [36] Evropská Unie. Vyhláška č. 235/2010 Sb., o stanovení požadavků na čistotu a identifikaci přídatných látek. In *Sbírka zákonů*. 2010, částka 81, č.235, s. 3018. Dostupný také z WWW: <[http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/tematicky-prehled/Legislativa-ostatni\\_uplna-zneni\\_vyhlaska-2010-235.html](http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/tematicky-prehled/Legislativa-ostatni_uplna-zneni_vyhlaska-2010-235.html)>.
- [37] DESHPANDE, S.S. *Handbook of Food Toxicology*. New York : Marcel Dekker, Inc., 2002. 920 s. ISBN 0-203-90896-1.
- [38] ASH, M.; ASH, I. *Handbook of Food Additives (3rd Edition)*. Synapse Information Resources, 2008. 3159 s. ISBN 978-1-60119-642-2
- [39] ZÝKA, J., ET AL, *Analytická příručka*, SNTL Praha, 1966
- [40] BEKÁREK, V.; FRYŠOVÁ, I. *Optické metody v chemické analýze*. Třetí přepracované vydání. Olomouc : Univerzita Palackého v Olomouci, 2007. 61 s. ISBN 978-80-244-1754-7.
- [41] ANONYM, *Chromatografie*, [online].[cit. 2011-02-01], Dostupné z URL: [http://web.natur.cuni.cz/~suchan/PC\\_TLC.pdf](http://web.natur.cuni.cz/~suchan/PC_TLC.pdf)
- [42] ANONYM, *Analýza potravin přírodní látky : Distanční text*, CEPAC, © 2007
- [43] HÁLKOVÁ, J.; RUMÍŠKOVÁ, M.; RIEGLOVÁ, J. *Analýza potravin*. Druhé vydání. Újezd u Brna : RNDr. Ivan Straka, vydavatel odborných publikací, 2001. 101 s. ISBN 80-86494-02-0.
- [44] STUŽKA, V. *Instrumentální metody chemické analýzy II*. Třetí vydání. Olomouc : Vydavatelství Univerzity Palackého, 1996. 107 s. ISBN 80-7067-613-2.
- [45] *LINEA NIVNICE* [online]. 2009-2011 [cit. 2011-04-15]. Dostupné z WWW: <<http://www.lineanivnice.cz/cz/Default.aspx>>.



- [46] *Esarom : Experts with taste* [online]. 2010 [cit. 2011-04-15]. Dostupné z WWW: <<http://www.esarom.com/welcome.html?L=2>>.
- [47] Interní materiály společnosti ESAROM, *Produktspezifikation und allergeninformation EU*, prosinec 2010
- [48] PETRÁŠKOVÁ, M. *Analýza časových řad*. [online] Přírodovědecká fakulta, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Materiály k přednáškám. Dostupný z WWW: [http://www.pf.jcu.cz/stru/katedry/m/petraskova/crek-prednaska\\_1.pdf](http://www.pf.jcu.cz/stru/katedry/m/petraskova/crek-prednaska_1.pdf).
- [49] *Spektrum viditelného světla* [online], [cit. 2011-02-19]. Dostupný z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Sv%C4%9Btlo>
- [50] *Disperze světla* [online], [cit. 2011-02-19]. Dostupný z WWW: [http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Disperze\\_svetla.png](http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Disperze_svetla.png)
- [51] *Rozklad světla hranolem* [online], [cit. 2011-02-19]. Dostupný z WWW: <http://ime.fme.vutbr.cz/files/Studijni%20opory/bmsz/datastranek/zsm.htm>
- [52] *Constructive and destructive interference* [online], [cit. 2011-02-19]. Dostupný z WWW: [http://www.astro-canada.ca/\\_en/a2313.html](http://www.astro-canada.ca/_en/a2313.html)
- [53] *Interference světla - povrch mýdlové bubliny* [online], [cit. 2011-02-19]. Dostupný z WWW: <http://www.webboss.cz/Default.asp?IDM=3&id=3&IDIMG=708>
- [54] *Lidské oko* [online], [cit. 2011-02-19]. Dostupný z WWW: [http://www.optiksrott.eu/?oko\\_stavba](http://www.optiksrott.eu/?oko_stavba)
- [55] *Spektrální citlivost čípků* [online], [cit. 2011-02-19]. Dostupný z WWW: <http://www.paladix.cz/clanky/barevne-videni-druhy-pohled.html>
- [56] *Barevný diagram* [online], [cit. 2011-02-19]. Dostupný z WWW: [http://kdf.mff.cuni.cz/veletrh/sbornik/Veletrh\\_11/11\\_17\\_Navratil.html](http://kdf.mff.cuni.cz/veletrh/sbornik/Veletrh_11/11_17_Navratil.html)
- [57] *Aditivní a substraktivní míchání barev* [online], [cit. 2011-02-19]. Dostupný z WWW: <http://gis.zcu.cz/studium/pok/Materialy/Book/ar03s01.html>
- [58] Viable Herbal Solutions: *Curcuma longa* [online], [cit. 2011-03-06]. Dostupný z WWW: <http://www.viable-herbal.com/singles/herbs/s377.htm>
- [59] *Coccus cacti* [online], [cit. 2011-03-06]. Dostupný z WWW: <http://www.orchideen-bilder.de>

[60] *Azo boyalari* [online], [cit. 2011-02-19]. Dostupný z WWW: <http://www.food-info.net/tr/colour/azo.htm>

[61] *Chinolin gelbe* [online], [cit. 2011-02-19]. Dostupný z WWW: <http://www.kst-chemie.ch/chicd/kap10/bild/chinolingelbe.gif>

[62] JAROŠOVÁ, A. *Senzorické hodnocení potravin*. Vydání první. Brno : Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2001. 84 s. ISBN 978-80-7157-539-9.

[63] BUŇKA, F.; HRABĚ, J.; VOSPĚL, B. *Senzorická analýza potravin I.* . Vydání první. Zlín : Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2008. 145 s. ISBN 978-80-7318-628-9.

[64] KYZLINK, V., *Skladování a zpracování zahradnických plodin*, Praha: Skriptum. SPN, 1968. 217 s.

[65] INGR, I.; POKORNÝ, J.; VALENTOVÁ, H. *Senzorická analýza potravin*. Vydání II. nezměněné. Brno : Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2007. 201 s. ISBN 978-80-7375-032-9.

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

EFSA	Evropský úřad pro bezpečnost potravin (European Food Safety Authority)
ES	Evropské společenství
EU	Evropská unie
FDA	Správa potravin a léčiv (Food and Drug Administration)
GMO	Geneticky modifikovaný organismus
HPLC	Vysoce účinná kapalinová chromatografie (High Performance Liquid Chromatography)
HPTLC	Vysoce účinná tenkovrstvá chromatografie (High Performance Thin Layer)
PC	Papírová chromatografie (Paper Chromatography)
PET	polyethylentereftalát - termoplast
TLC	Tenkovrstvá chromatografie (Thin Layer Chromatography)
UVA	ultrafialové záření - dlouhovlnné
VIS	viditelné záření (visible)

## SEZNAM OBRÁZKŮ

- Obr. 1. Spektrum viditelného světla
- Obr. 2. Disperze světla
- Obr. 3. Rozklad světla hranolem
- Obr. 4. Konstruktivní interference
- Obr. 5. Destruktivní interference
- Obr. 6. Interference světla - povrch mýdlové bubliny
- Obr. 7. Lidské oko
- Obr. 8. Spektrální citlivost čípků
- Obr. 9. Barevný diagram
- Obr. 10. Aditivní a subtraktivní míchání barev
- Obr. 11: Curcuma longa
- Obr. 12. Coccus sacti
- Obr. 13. Chemický vzorec tartrazinu
- Obr. 14. Chemický vzorec chinolinové žluti
- Obr. 15. Chemický vzorec žluti SY
- Obr. 16. Chemický vzorec azorubinu
- Obr. 17. Chemický vzorec ponceau 4R
- Obr. 18. Chemický vzorec Allura červeň AC
- Obr. 19. Barvivo esarot
- Obr. 20. Barvivo esablaurot
- Obr. 21. Barvivo esagelb
- Obr. 22. Barvivo apocarotin 1,4%
- Obr. 23. Barvivo carotin 2,5%
- Obr. 24. Barvivo carotin 3%

Obr. 25. Barvivo curcumin 10%

Obr. 26. Barvivo paprika extrakt

Obr. 27. Spektrofotometr LAMBDA 25 UV/VIS

Obr. 28. Časová řada poklesu intenzity zbarvení barviva esarot u dětské výživy

Obr. 29. Časová řada poklesu intenzity zbarvení barviva esablaurot u dětské výživy

## SEZNAM TABULEK

Tab. 1.: Druhy anthokyanů vyskytujících se v některých druzích ovoce a zeleniny

Tab. 2: Hodnoty provitamínu A v některých druzích ovoce a zeleniny [24]

Tab. 3: Dodaná přírodní a syntetická barviva, jejich ředění vodou (mg/l) a naměřené vlnové délky absorpčního maxima na spektrofotometru

Tab. 4: Použité ředění u jednotlivých vzorků sirupů

Tab. 5: Aritmetický průměr naměřených absorbancí ve vzorcích obsahujících barvivo esarot umístěných na denním světle. Vzorky byly ředěny H<sub>2</sub>O v příslušných poměrech.

Tab. 6: Skutečné množství barviva v mg/l ve vzorcích obsahujících barvivo esarot umístěných na denním světle.

Tab. 7: Aritmetický průměr naměřených absorbancí ve vzorcích obsahujících barvivo esarot umístěných ve tmě. Vzorky byly ředěny H<sub>2</sub>O v příslušných poměrech.

Tab. 8: Skutečné množství barviva v mg/l ve vzorcích obsahujících barvivo esarot umístěných ve tmě.

Tab. 9: Aritmetický průměr naměřených absorbancí ve vzorcích obsahujících barvivo esarot umístěných v chladu. Vzorky byly ředěny H<sub>2</sub>O v příslušných poměrech.

Tab. 10: Skutečné množství barviva v mg/l ve vzorcích obsahujících barvivo esarot umístěných v chladu.

Tab. 11: Aritmetický průměr naměřených absorbancí ve vzorcích obsahujících barvivo esablaurot umístěných na denním světle. Vzorky byly ředěny H<sub>2</sub>O v příslušných poměrech.

Tab. 12: Skutečné množství barviva v mg/l ve vzorcích obsahujících barvivo esablaurot umístěných na denním světle.

Tab. 13: Aritmetický průměr naměřených absorbancí ve vzorcích obsahující barvivo esablaurot umístěných ve tmě. Vzorky byly ředěny H<sub>2</sub>O v příslušných poměrech.

Tab. 14: Skutečné množství barviva v mg/l ve vzorcích obsahujících barvivo esablaurot umístěných ve tmě.

Tab. 15: Aritmetický průměr naměřených absorbancí ve vzorcích obsahujících barvivo esablaurot umístěných v chladu. Vzorky byly ředěny H<sub>2</sub>O v příslušných poměrech.

Tab. 16: Skutečné množství barviva v mg/l ve vzorcích obsahujících barvivo esablaurot umístěných v chladu.

## SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHA I: Seznam povolených barviv

PŘÍLOHA II: Technicko hospodářské normy použitých vzorků sirupů

PŘÍLOHA III: Technicko hospodářská normy dětské výživy

PŘÍLOHA IV: Specifikace výrobku dětské výživy

PŘÍLOHA V: Dodaná syntetická barva a jejich spektra

PŘÍLOHA VI: Spektra dodaných vzorků přírodních barviv

PŘÍLOHA VII: Spektra kalibračních křivek pro barviva esarot a esablaurot

PŘÍLOHA VIII: Celá spektra vzorků sirupů

PŘÍLOHA IX: Dotazník hodnotitele

PŘÍLOHA X: Specifikace barviva esarot



## PŘÍLOHA I: SEZNAM POVOLENÝCH BARVIV

<b>E - kód</b>	<b>Název barviva</b>	<b>E - kód</b>	<b>Název barviva</b>
<b>E100</b>	Kurkumin (CI přírodní žlut' 3)	<b>E155</b>	Hněď HT (CI potravinářská hněď 3)
<b>E101</b>	Riboflavin	<b>E160a</b>	Karoteny (CI potravinářská oranž 5)
<b>E102</b>	Tartrazin (CI potravinářská žlut' 4)	<b>E160b</b>	Annato, Bixixn, Norbixin
<b>E104</b>	Chinolová žlut' (CI potravinářská žlut' 13)	<b>E160c</b>	Paprikový extrakt, Kapsantin, Kapsorubin
<b>E107</b>	Žlut' 2G	<b>E160d</b>	Lykopen (Přírodní žlut' 27)
<b>E110</b>	Žlut' SY (CI potravinářská žlut' 3)	<b>E160e</b>	Beta-apo-8-karotenol
<b>E120</b>	Košenila, kyselina karmínová, karmíny	<b>E160f</b>	Ethylester kyseliny beta-apo-8-karotenové
<b>E121</b>	Citronová červeň 2	<b>E161a</b>	Flavoxantin
<b>E122</b>	Azorubin (CI potravinářská červeň 3, Karmoisin)	<b>E161b</b>	Lutein (Smíšené karotenoidy, xantofily)
<b>E123</b>	Amarant (CI potravinářská červeň 9)	<b>E161c</b>	Kryptoxantin
<b>E124</b>	Ponceau 4R (CI potravinářská červeň 7)	<b>E161d</b>	Rubixantin
<b>E127</b>	Erythrosin (CI potravinářská červeň 14)	<b>E161e</b>	Violoxantin
<b>E128</b>	Červeň 2G (CI potravinářská červeň 10)	<b>E161f</b>	Rhodoxantin
<b>E129</b>	Červeň Allura AC (CI potravinářská červeň 17)	<b>E161g</b>	Kanthaxantin (CI potravinářská oranž 8)
<b>E131</b>	Patentní modř V	<b>E162</b>	Betanin ( Betalainová červeň)
<b>E132</b>	Indigotin (CI potravinářská modř 1)	<b>E163</b>	Anthokyany
<b>E133</b>	Brilantní modř FCF (CI potravinářská modř 2)	<b>E166</b>	Santalové dřevo
<b>E140</b>	Chlorofily a chlorofiliny	<b>E170</b>	Uhličitany vápenaté
<b>E141</b>	Měďnaté komplexy chlorofilů a chlorofilinů	<b>E171</b>	Oxid titaničitý (titanová běloba)
<b>E142</b>	Zeleň S (CI potravinářská zeleň)	<b>E172</b>	Oxidy a hydroxidy železa
<b>E143</b>	Fast green FCF	<b>E173</b>	Hliník (CI kovový pigment)
<b>E150</b>	Karamel	<b>E174</b>	Stříbro
<b>E151</b>	Brilantní čern' BN	<b>E175</b>	Zlato
<b>E153</b>	Uhlík z rostlinné suroviny (Rostlinná čern')	<b>E180</b>	Litholrubin BK
<b>E154</b>	Hněď FK (CI potravinářská hněď 1)	<b>E182</b>	Orchil (Lakmus)

# PŘÍLOHA II: TECHNICKO HOSPODÁŘSKÉ NORMY POUŽITÝCH VZORKŮ SIRUPŮ

LINEA NIVNICE a.s.

Dokument D10/116

## THN norma

Výrobek:	<b><u>Sirup Zahradní směs</u></b>	-	-
Požadavky:	RS min. 64° BX, kys.min. 1,6 %		
Balení:	ŠTUBA 0,7 l		
Min. trvanlivost:	12 měsíců		
Suroviny,materiál/1 t výrobku	jedn.	receptura	THN
cukr	kg	640	642
kyselina citronová E330	kg	16	16
aroma zahradní ovoce 150 159	kg	6,4	6,4
esarot 522 222	kg	3,5	3,5

Datum vydání: 26.4.2010  
Verze: 3

Vydal:

Schválil:  
Strana: 1/1

## THN norma

Výrobek:	<b><u>Nápojový koncentrát s cukrem a sladidlem</u></b> <b><u>Zahradní směs</u></b>		
Požadavky:	RS min. 40° BX, kys.min. 1,6 %		
Balení:	PET 0,7 l		
Min. trvanlivost:	12 měsíců		
Suroviny,materiál/1 t výrobku	jedn.	receptura	THN
cukr	kg	400	402
sacharin sodný E954	kg	0,53	0,53
kyselina citronová E330	kg	16	16
aroma zahradní ovoce 150 159	kg	6,4	6,4
esarot 522 222	kg	3,5	3,5
sorban E202	kg	0,5	0,5

## THN norma

Výrobek:	<b><u>Sirup Lesní směs</u></b>			-
				-
Požadavky:	RS min. 64° BX, kys.min. 1,5 %			
Balení:	ŠTUBA 0,7 l			
Min. trvanlivost:	12 měsíců			
Suroviny,materiál/1 t výrobku	jedn.	receptura	THN	
cukr	kg	640	642	
kyselina citronová E330	kg	15	15	
aroma lesní ovoce 150 160	kg	6,4	6,4	
esablaurot 680 155	kg	1,5	1,5	

## THN norma

Výrobek:	<b><u>Nápojový koncentrát s cukrem a sladidlem</u></b> <b><u>Lesní směs</u></b> -		
Požadavky:	RS min. 40° BX, kys.min. 1,5 %		
Balení:	PET 0,7 l		
Min. trvanlivost:	12 měsíců		
Suroviny,materiál/1 t výrobku	jedn.	receptura	THN
cukr	kg	400	402
sacharin sodný E954	kg	0,53	0,53
kyselina citronová E330	kg	15	15
aroma lesní ovoce 150 160	kg	6,4	6,4
esablaurot 680 155	kg	1,5	1,5
sorban E202	kg	0,5	0,5

## THN norma

Výrobek:	<b><u>Nápojový koncentrát s cukrem a sladidlem</u></b> <b><u>Malina</u></b> -		
Požadavky:	RS min. 40° BX, kys.min. 1,6 %		
Balení:	PET 0,7 l		
Min. trvanlivost:	12 měsíců		
Suroviny,materiál/1 t výrobku	jedn.	receptura	THN
cukr	kg	400	402
sacharin sodný E954	kg	0,53	0,53
kyselina citronová E330	kg	16	16
aroma malina 199 002	kg	1,8	1,8
esarot 522 222	kg	2,5	2,5
sorban E202	kg	0,5	0,5

# PŘÍLOHA III: TECHNICKO HOSPODÁŘSKÁ NORMA DĚTSKÉ VÝŽIVY

LINEA NIVNICE  
a.s.

Dokument D10/4

## THN norma

Výrobek:	<b><u>Ovocná přesnídávka s jahodami</u></b>			-
Požadavky:	RS min. 18,5 - 19,9 ° BX, kys.max. 1 %			-
Balení:	sklo twist off, 190 g			
Min. trvanlivost:	18 měsíců			
Suroviny,materiál/1 t výrobku	jedn.	receptura	THN	
jablečná dřeň 100%	kg	72	72	
jahodová dřeň 100%	kg	13	13	
cukr	kg	85	87	
kyselina askorbová E300	kg	0,5	0,5	
modifikovaný škrob E1422	kg	30	30	
esarot 522 222	kg	1	1	

Datum vydání: únor 2011  
Verze: 4

Vydal:

Schválil:  
Strana: 1/1

## PŘÍLOHA IV: SPECIFIKACE VÝROBKU DĚTSKÉ VÝŽIVY

LINEA NIVNICE a.s.

Dokument D12/4

### SPECIFIKACE VÝROBKU

název výrobku - tržní druh	Ovocná přesnídávka s jahodami
Kategorie potravin	Potravina pro obilnou výživu a ostatní výživu jinou než obilnou, určenou pro výživu kojenců a malých dětí - ovocný příkrm (ovocný protlak smíšený slazený)
údaje o složení	Průměrné složení ve 100 g výrobku: ovoce 85 g (jablečná dřeň, jahodová dřeň 20 %), voda, cukr, modifikovaný škrob E 1422, antioxidant - kyselina askorbová, vitamín C (min. 10 mg ve 100 g, tj. 40% směrné dávky pro kojence a 17% pro ostatní spotřebitele)
hmotnost	190 g
nutriční značení	Průměrné složení ve 100g výrobku: 322 kJ/ 76 kcal , bílkoviny 0,1 g, sacharidy 18,6 g, cukry 15 g, tuky 0,1 g, nasycené mastné kyseliny 0 g, vláknina 0,59 g, sodík 0,02g
chemické a sensorické vlastnosti	<i>homogenní kašovitá polotekutá hmota, barva- světle červenohnědá, chuť - ovocná jahodová, vůně - ovocná</i> RS 18,5 -19,9°Bx, kys. max 1%
údaje o ošetření	sterilováno, bez chemických konzervačních látek, neobsahuje lepek, umělá barviva, ani aroma
způsob balení, balící materiál	skleněný obal Twist-off
minimální trvanlivost	18 měsíců
podmínky skladování	v suchu a temnu, při teplotách 0 -25°C, nespotřebované množství uchovejte v chladničce v uzavřené skleničce.
očekávané použití výrobku	určeno k přímé spotřebě, příkrm určen pro děti od dokončeného 6. měsíce

Datum vydání:21.4.2011

Vydal:

Schválil:

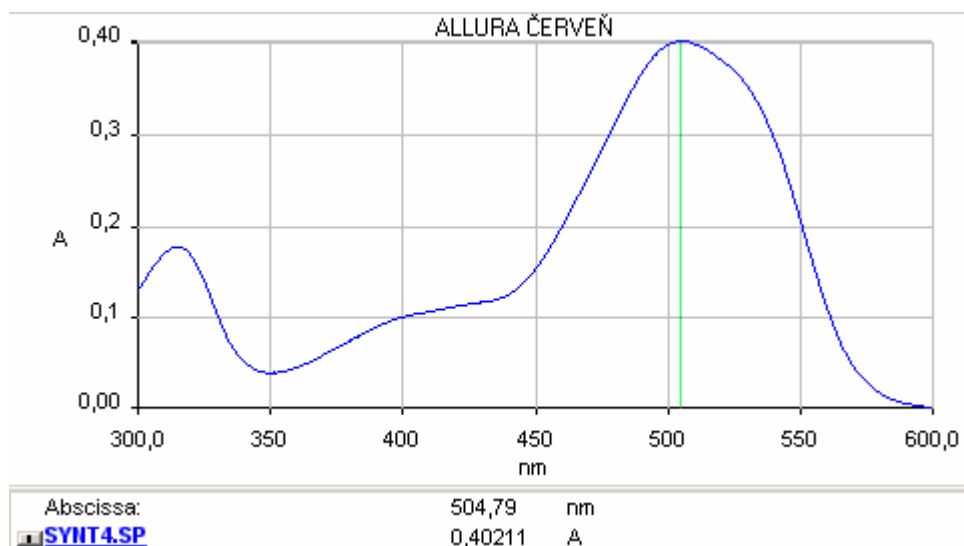
Verze 4

Strana: 1/1



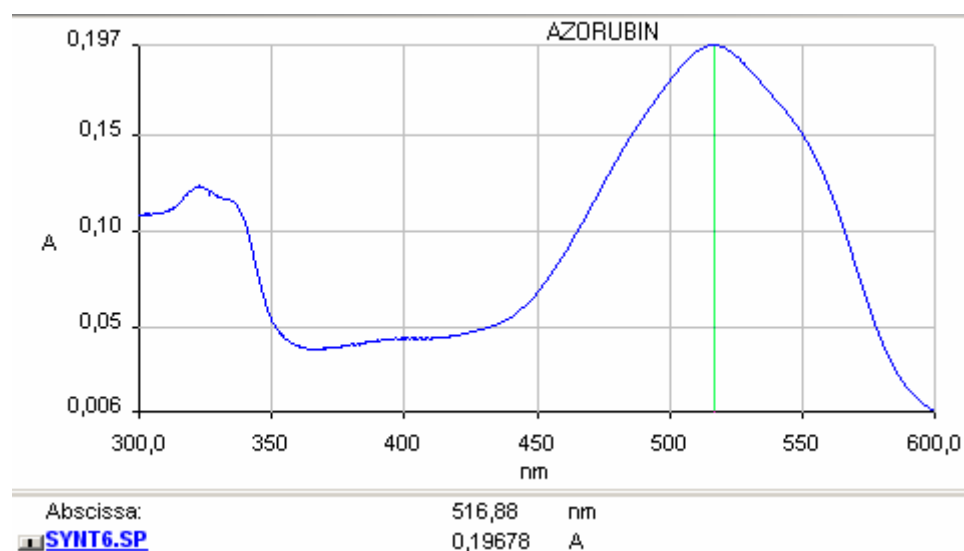
## PŘÍLOHA V: DODANÁ SYNTETICKÁ BARVA A JEJICH SPEKTRA

- Allurarot (E 129) 680164



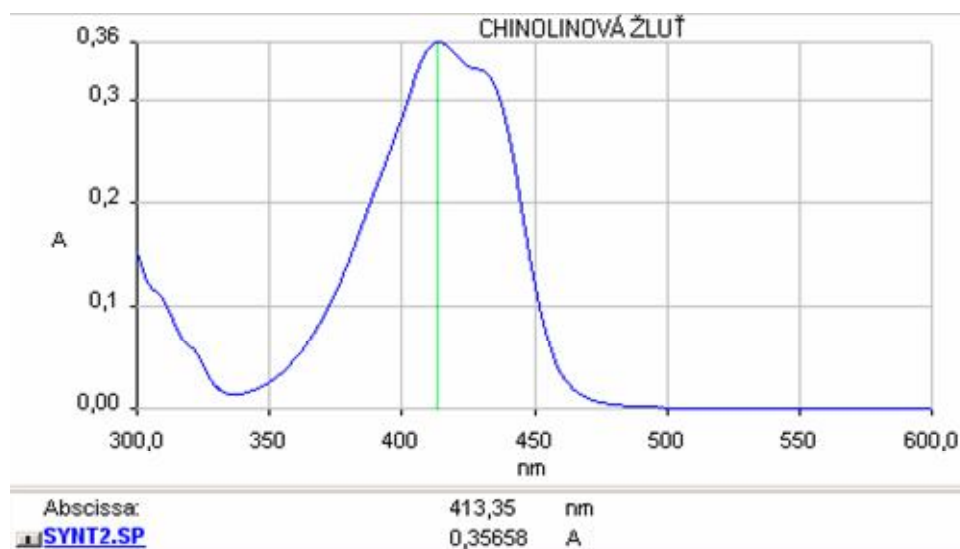
Graf. 22. Spektrum barviva Allurarot

- Azorubin (E 122) 680048



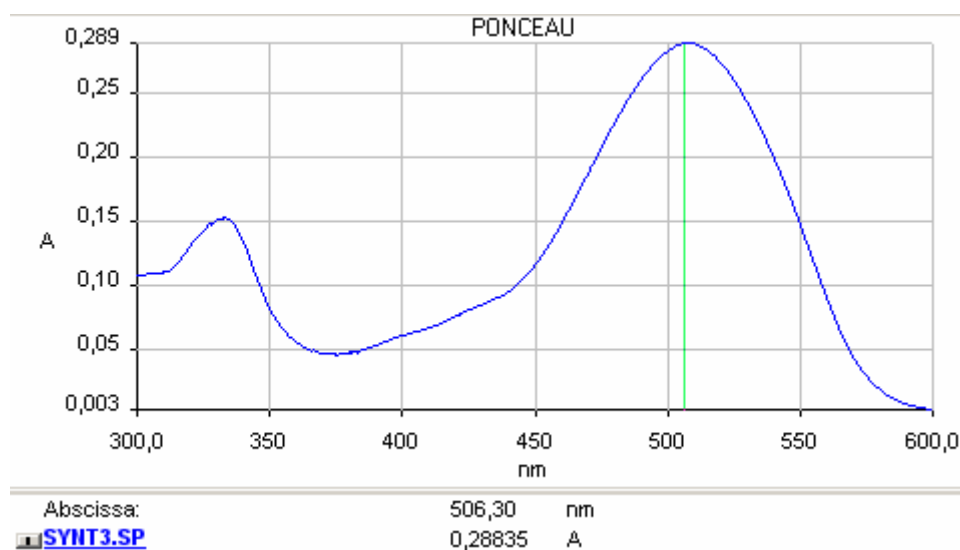
Graf. 23. Spektrum barviva Azorubin

- **Chinolingelb (E 104) 511005**



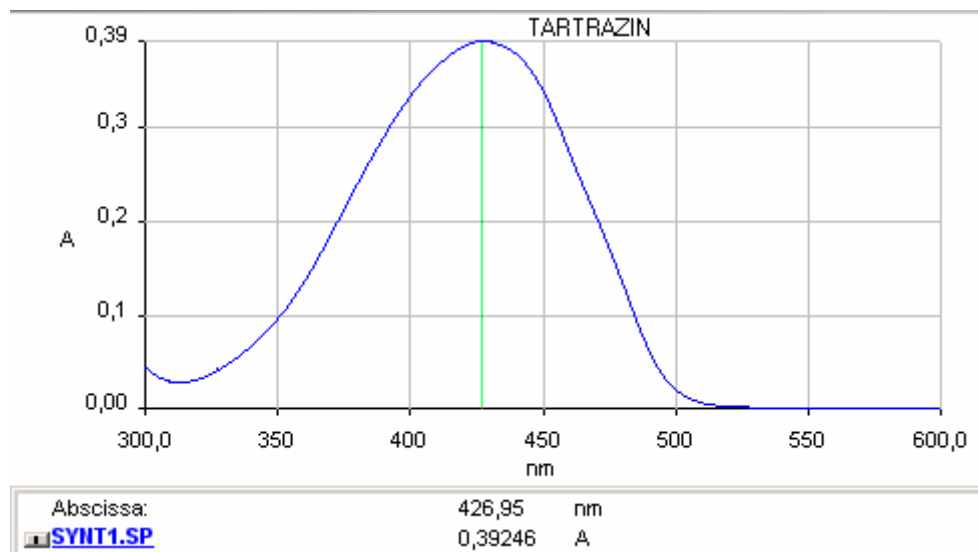
**Graf. 24. Spektrum barviva Chinolingelb**

- **Cochenillerot (E124) 680050**



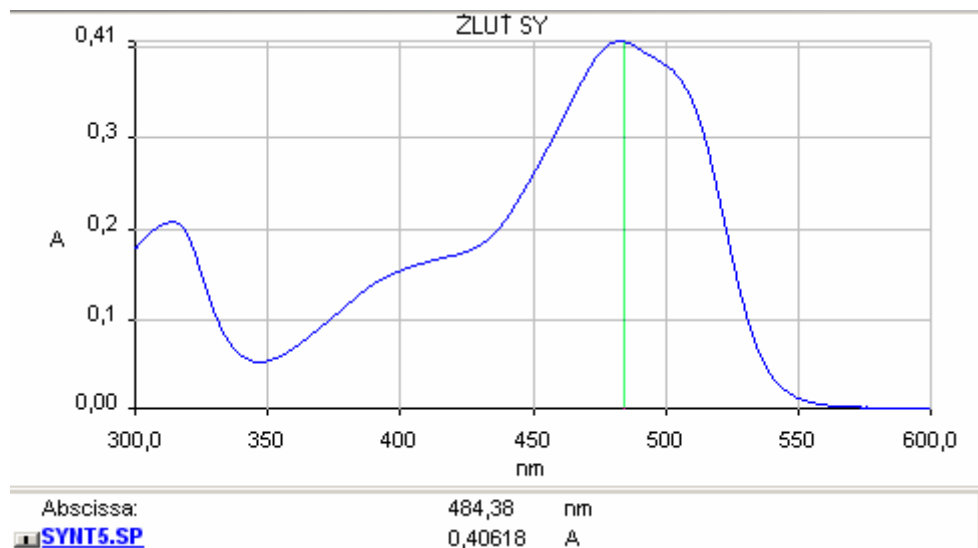
**Graf. 25. Spektrum barviva Cochenillerot**

- **Tartrazin (E 102) 680049**



**Graf. 26. Spektrum barviva Tartrazin**

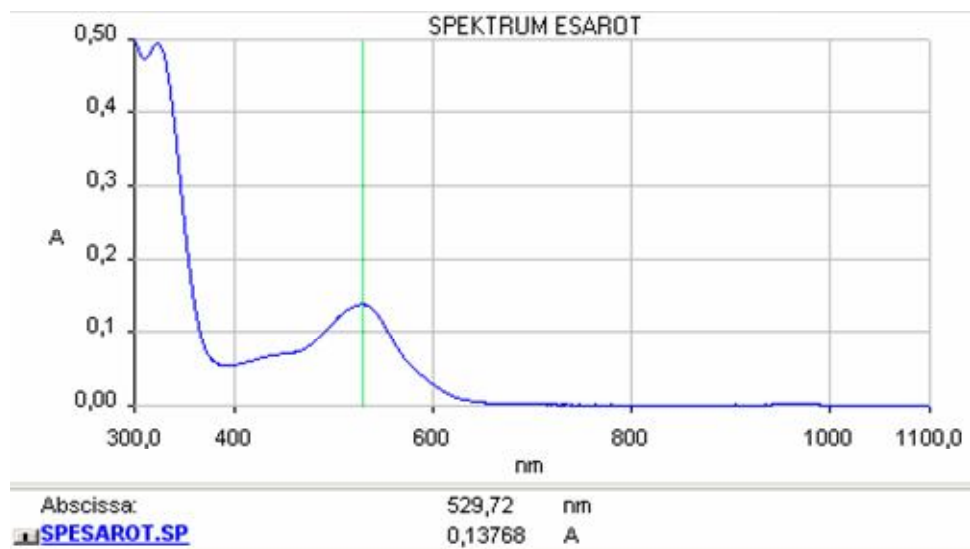
- **Gelborange (E 110) 680051**



**Graf. 27. Spektrum barviva Gelborange**

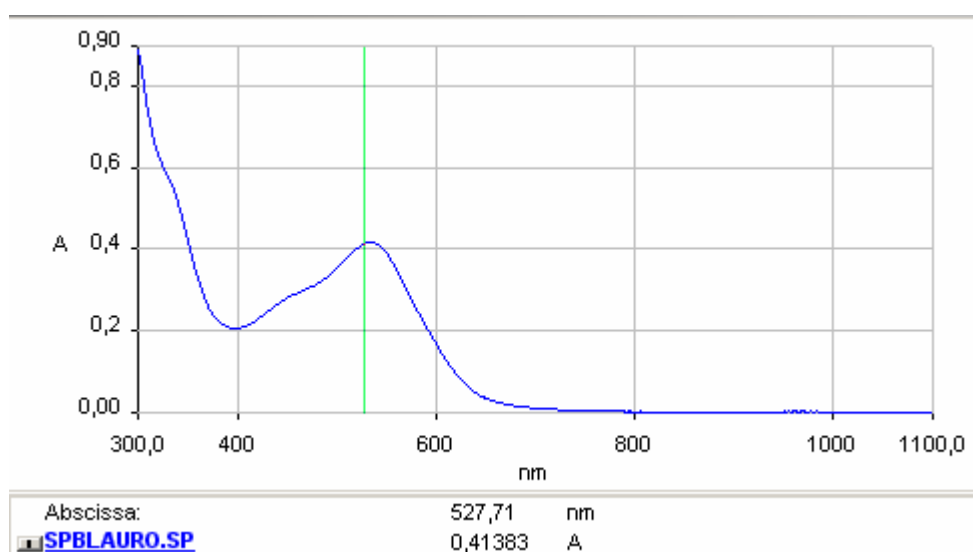
## PŘÍLOHA VI: SPEKTRA DODANÝCH VZORKŮ PŘÍRODNÍCH BARVIV

- **Esarot 522222**



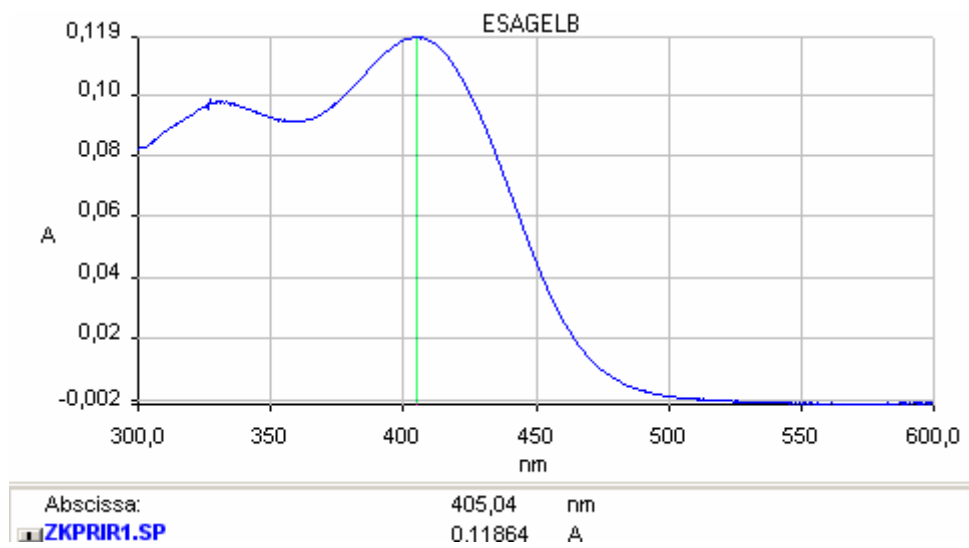
**Graf. 28. Spektrum barviva Esarot**

- **Esablaurot 680155**



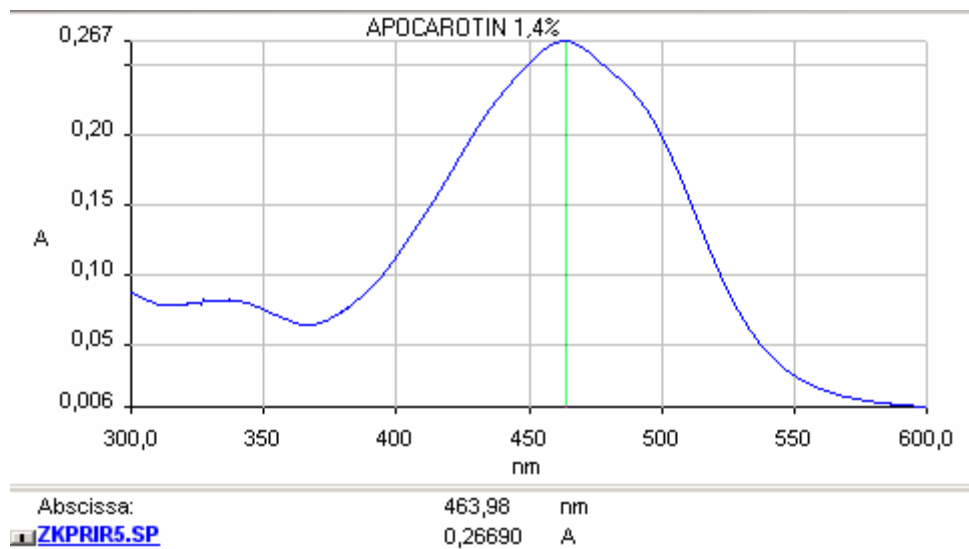
**Graf. 29. Spektrum barviva Esablaurot**

- **EsaGelb 20101250**



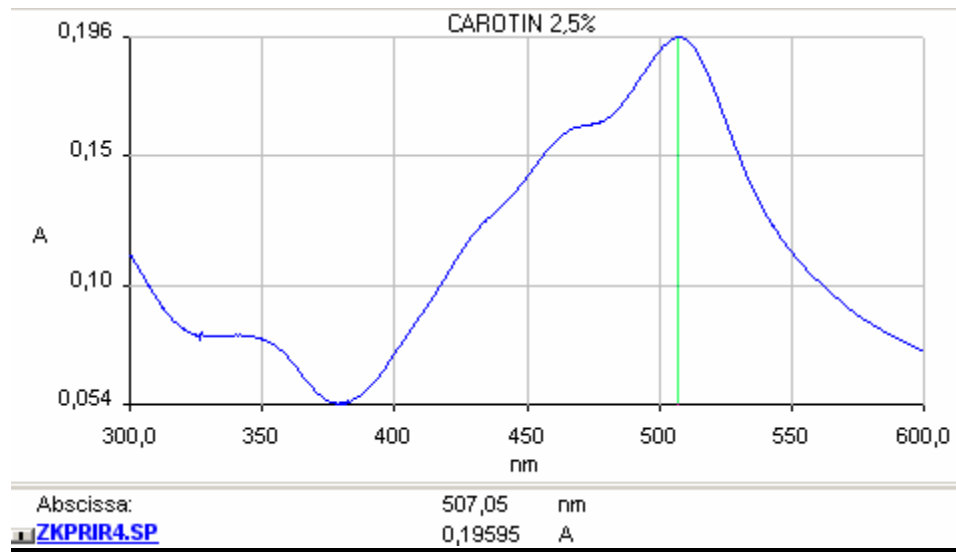
**Graf. 30. Spektrum barviva Esagelb**

- **Apocarotin 1,4% 20100969**



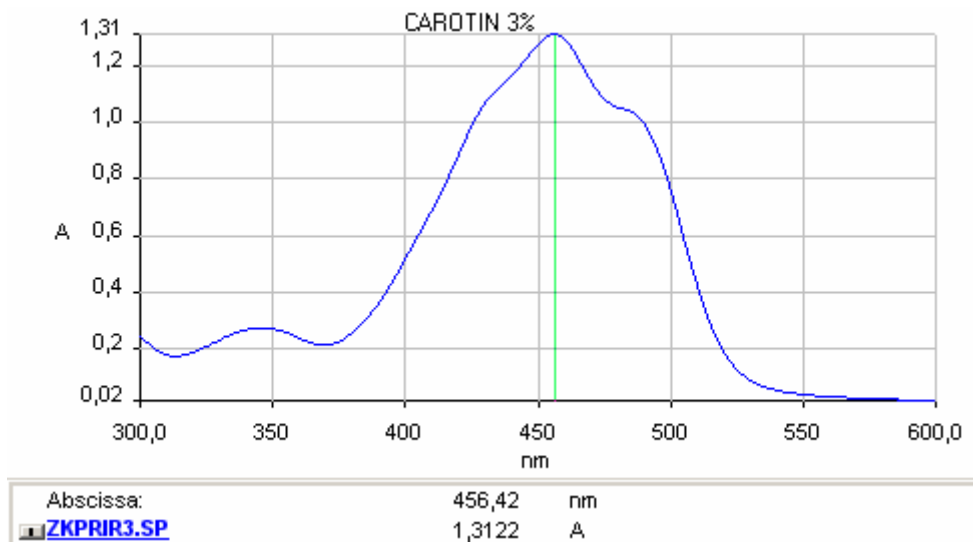
**Graf. 31. Spektrum barviva Apocarotin 1,4%**

- **Carotin 2,5% 106270**



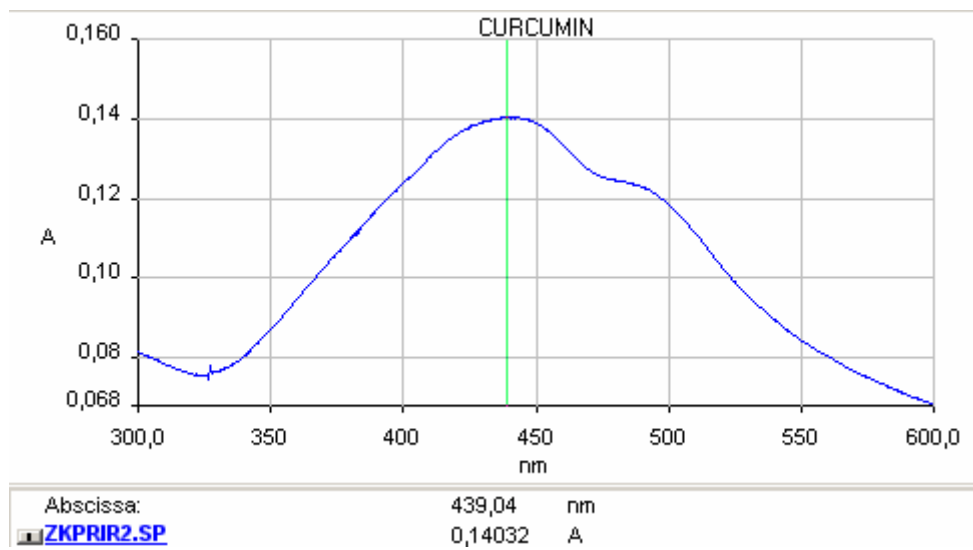
**Graf. 32. Spektrum barviva Carotin 2,5%**

- **Carotin 3% 106369**



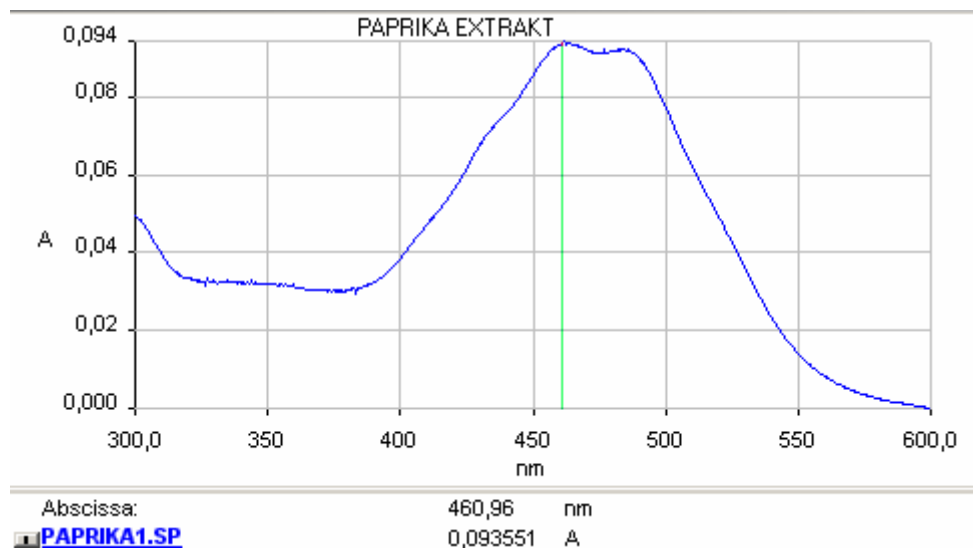
**Graf. 33. Spektrum barviva Carotin 3%**

- **Curcumin 10% 20110359**



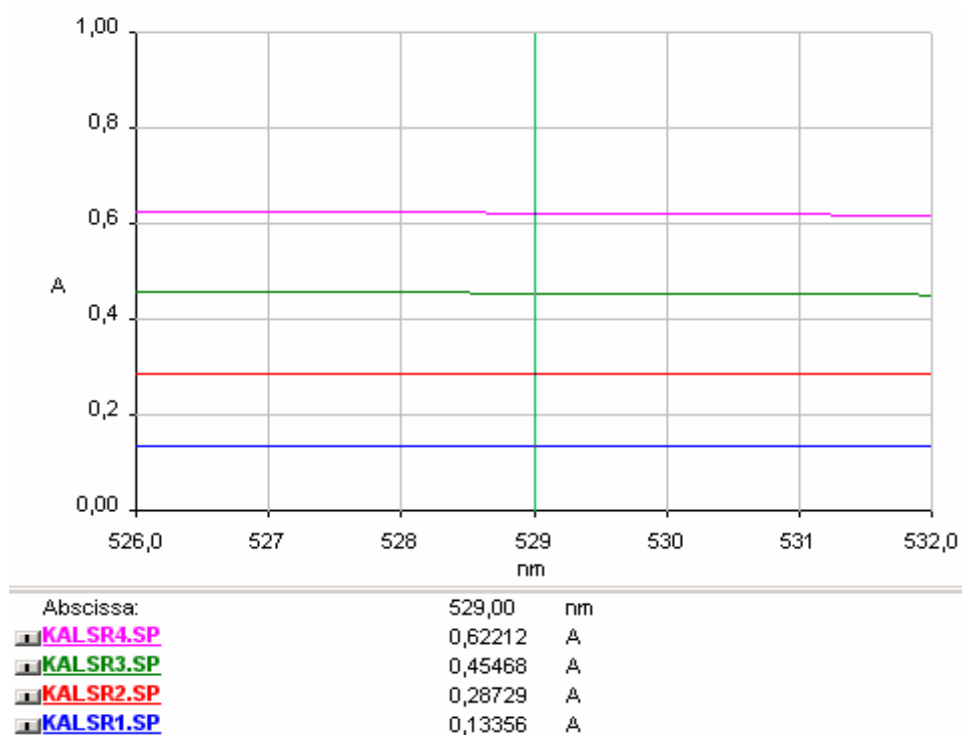
**Graf. 34. Spektrum barviva Curcumin**

- **Paprika-Extrakt 532108**

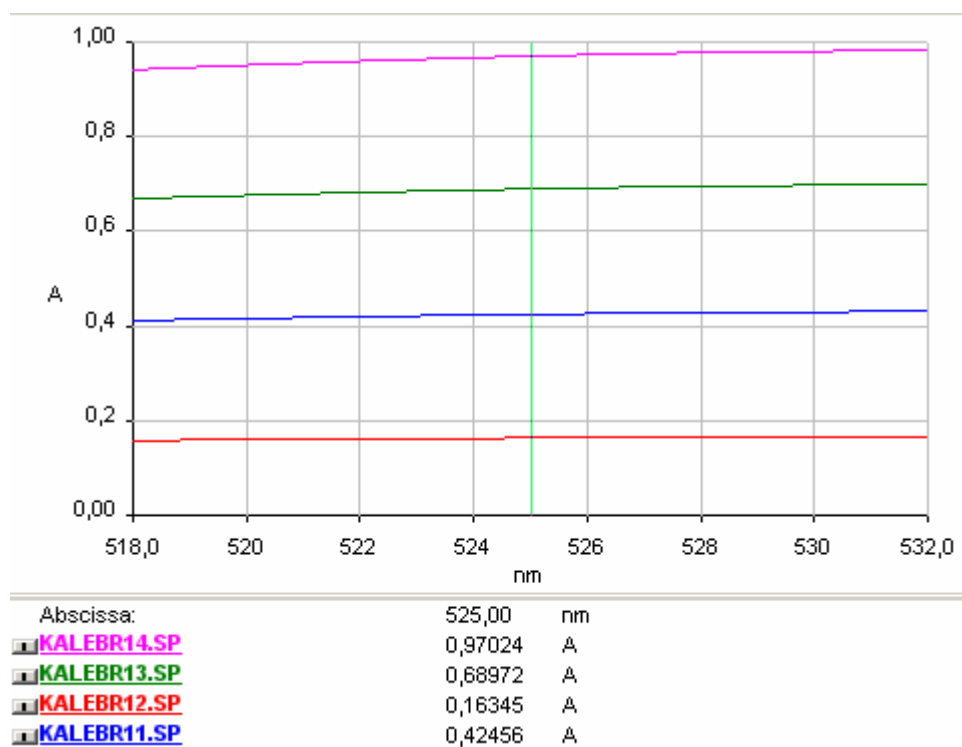


**Graf. 35. Spektrum barviva Paprika - Extrakt**

## PŘÍLOHA VII: SPEKTRA KALIBRAČNÍCH KŘIVEK PRO BARVIVA ESAROT A ESABLAUROT



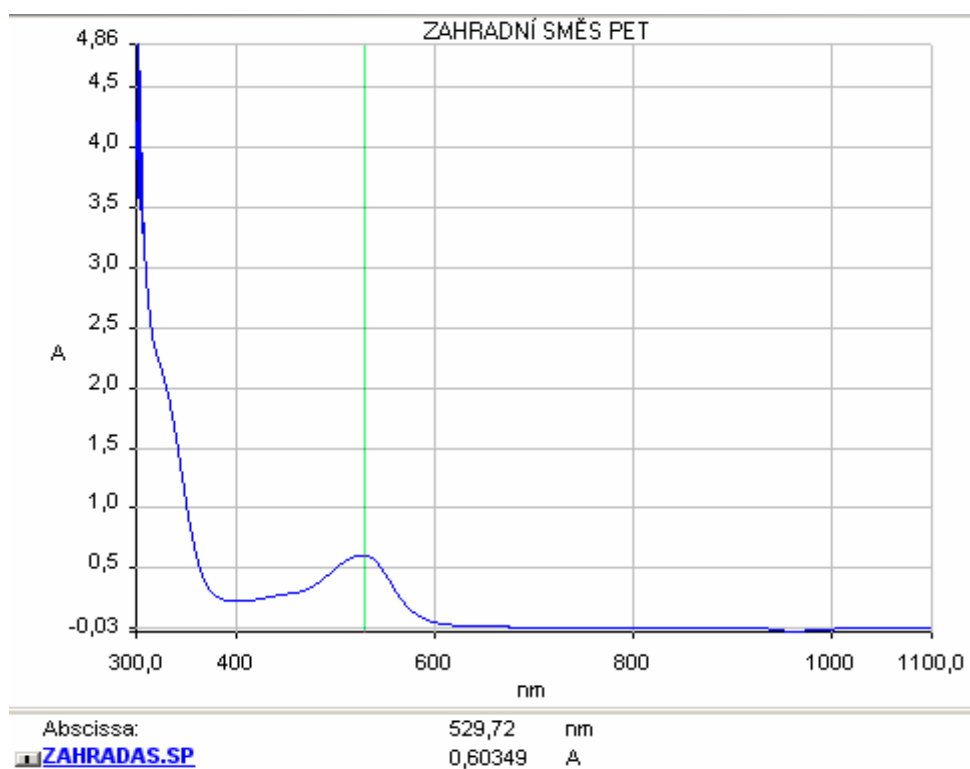
Graf. 36. Spektrum kalibračních roztoků barviva esarot



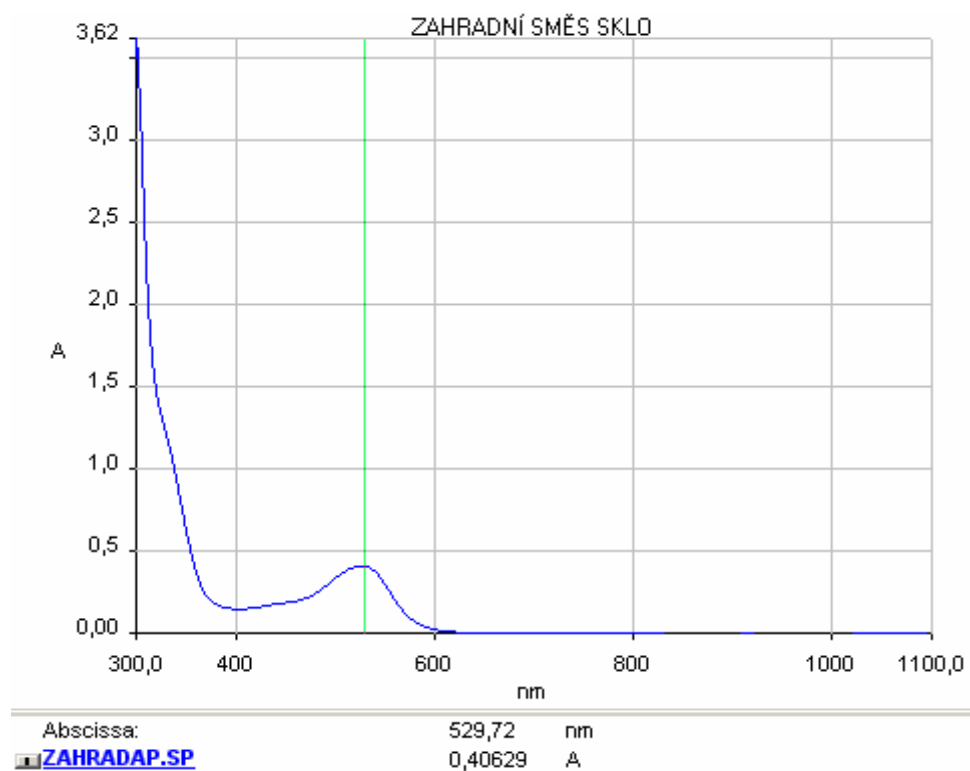
Graf. 37. Spektrum kalibračních roztoků barviva esablaurot



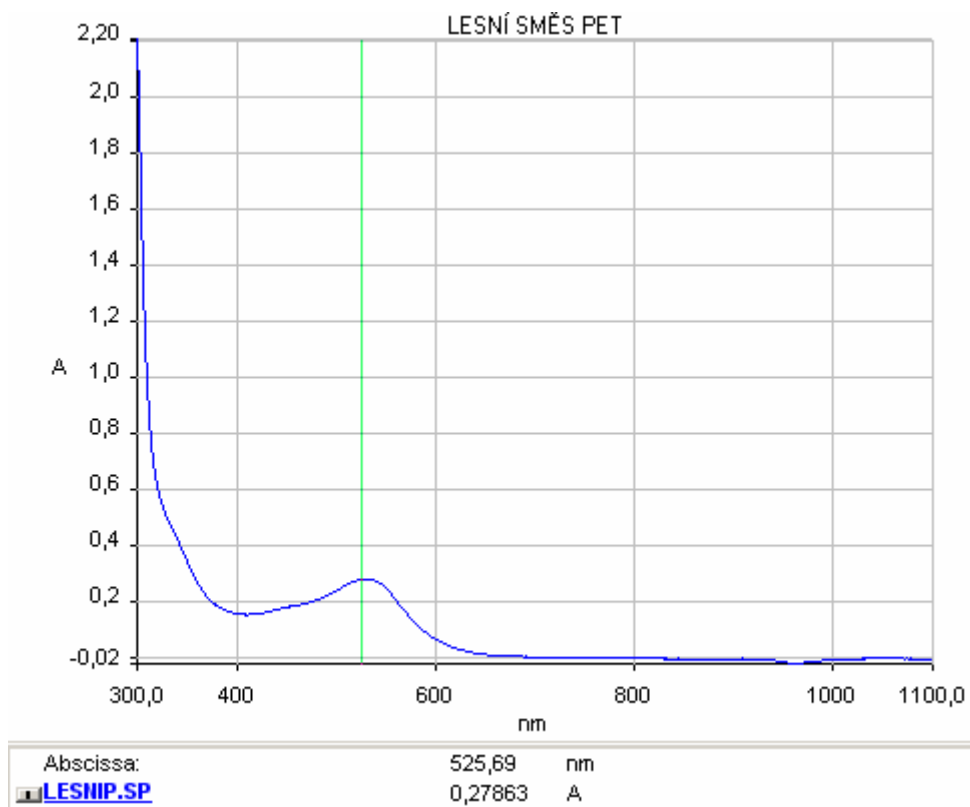
## PŘÍLOHA VIII: CELÁ SPEKTRA VZORKŮ SIRUPŮ



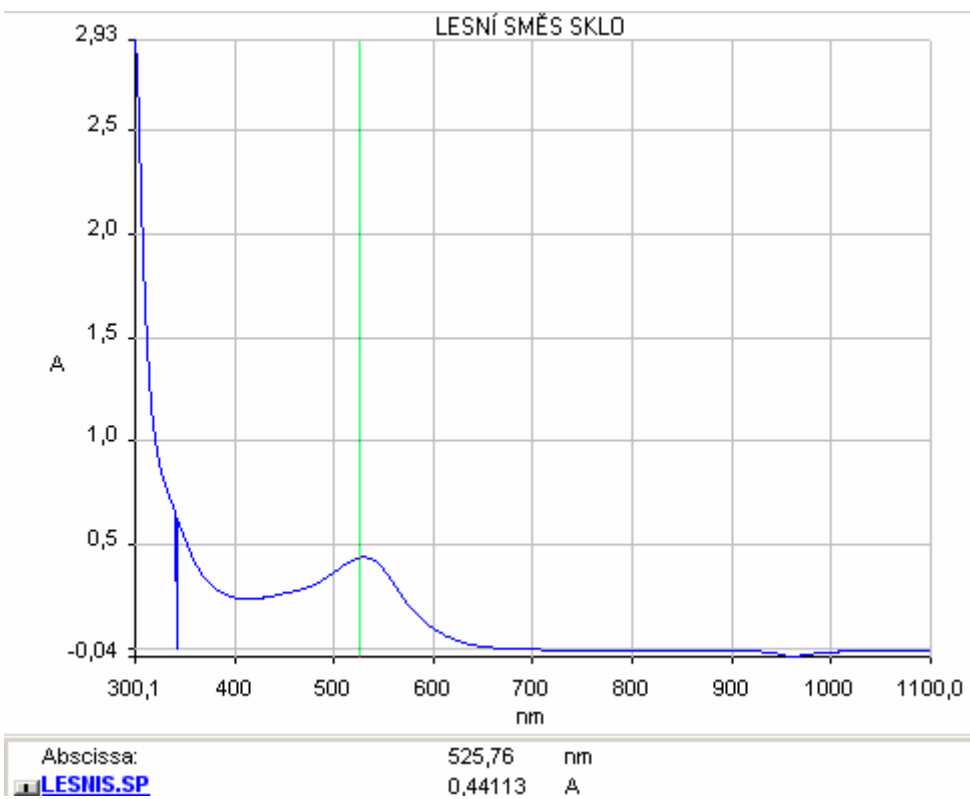
Graf. 38. Celé spektrum vzorku Zahradní směs PET



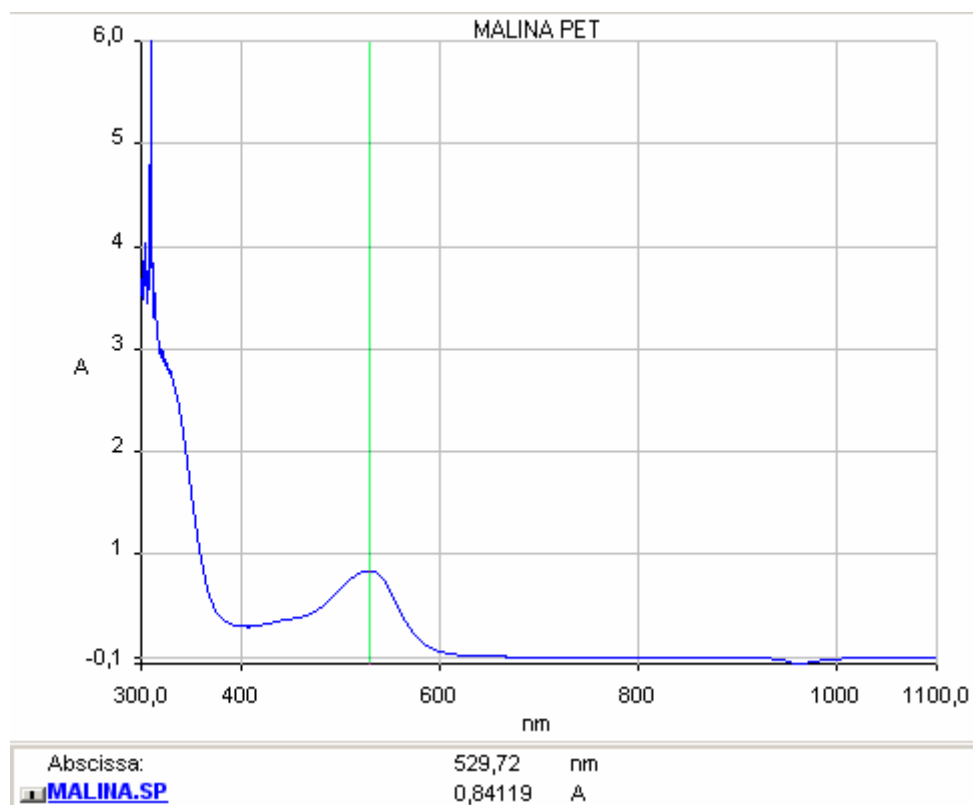
Graf. 39. Celé spektrum vzorku Zahradní směs SKLO



**Graf. 40. Celé spektrum vzorku Lesní směs PET**



**Graf. 41. Celé spektrum vzorku Lesní směs SKLO**



**Graf. 42. Celé spektrum vzorku Malina PET**

## PŘÍLOHA IX: DOTAZNÍK HODNOTITELE

### Senzorické hodnocení dětských výživ - jahoda

(složení: jablečná dřev, jahodová dřev 20%)

Jméno a příjmení:

Datum:

Zdravotní stav:

Čas:

1. Senzoricky vyhodnoťte **barvu** u tří předložených vzorků. Každý vzorek zaznačte pouze jedenkrát uvedením znaku X do příslušné kolonky v tabulce.

Barva	Vzorek A	Vzorek B	Vzorek C
<b>Výborná</b> - typická barvě použité suroviny, výrazná			
<b>Velmi dobrá</b> - odpovídající barvě použité suroviny			
<b>Méně dobrá</b> - méně charakteristická, méně odpovídající barvě použité suroviny			
<b>Nepřijatelná</b> - nevhodná, pozměněná, neodpovídající použitým surovinám			

2. Senzoricky vyhodnoťte **vůni** u tří předložených vzorků. Každý vzorek zaznačte pouze jedenkrát uvedením znaku X do příslušné kolonky v tabulce.

Vůně	Vzorek A	Vzorek B	Vzorek C
<b>Výborná</b> - výrazná, čistá, ovocná, odpovídající použitým surovinám, příjemně sladká			
<b>Velmi dobrá</b> - čistá, vcelku výrazná, odpovídající použitým surovinám			
<b>Méně dobrá</b> - málo výrazná, méně připomínající použitou surovinu, méně harmonická			
<b>Nepřijatelná</b> - neodpovídající deklarované surovině, nevýrazná, pozměněná			

3. Sensoricky vyhodnořte **chut'** u tří předložených vzorků. Každý vzorek označte pouze jedenkrát uvedením znaku X do příslušné kolonky v tabulce.

<b>Chut'</b>	<b>Vzorek A</b>	<b>Vzorek B</b>	<b>Vzorek C</b>
<b>Výborná</b> - výrazná, čistá, jahodová, ovocná, příjemně sladkokyselá			
<b>Velmi dobrá</b> - čistá, vcelku výrazná, méně připomínající použité suroviny			
<b>Méně dobrá</b> - nevýrazná, méně připomínající použitou surovinu,			
<b>Nepřijatelná</b> - neodpovídající použitým surovinám			

4. Sensoricky vyhodnořte **konzistenci** u tří předložených vzorků. Každý vzorek označte pouze jedenkrát uvedením znaku X do příslušné kolonky v tabulce.

<b>Konzistence</b>	<b>Vzorek A</b>	<b>Vzorek B</b>	<b>Vzorek C</b>
<b>Výborná</b> - kašovitá jemná, rovnoměrná, polotekutá			
<b>Velmi dobrá</b> - méně kašovitá, spíše řidší, rovnoměrná			
<b>Méně dobrá</b> - příliš řídká, hrubší, nerovnoměrná			
<b>Nepřijatelná</b> - spíše tekutá, s hrubými částicemi			

5. Tři předložené vzorky uspořádejte dle Vašich preferencí:  
(1 - nejvíce preferovaný, 3 - nejméně preferovaný)

<b>Vzorek A</b>	<b>Vzorek B</b>	<b>Vzorek C</b>

# PŘÍLOHA X: SPECIFIKACE BARVIVA ESAROT

## PRODUKTSPEZIFIKATION

Produktnummer: **522222**

Produktbezeichnung: **esarot**

Zubereitung für Lebensmittel

### Anwendung(en) und empfohlene Dosierung(en)

Alkoholfreie Getränke 3,5 kg : 1000 l

### Eigenschaften

Aussehen: klare Flüssigkeit  
Farbe: rot  
Geruch und Geschmack: produktspezifisch  
Ethanolgehalt (berechnet): 0,0 g/kg

### Parameter

	<b>Wert (ca.)</b>
Aussehen, Farbe; visuell:	entspricht dem Standard
Geruch, Geschmack; organoleptisch:	entspricht dem Standard

Brix; refraktometrisch (20°C) [°Bx]: 55,0  
Relative Dichte; Biegeschwinger (d20/20): 1,259  
Gesamtsäure (ber. als Zitronensäure-  
monohydrat); titrimetrisch (pH 8,1) [% mas]: 7,5  
pH-Wert; potentiometrisch (20°C): 3,5

### Lagerung / Mindesthaltbarkeiten (ab Lieferdatum)

Gekühlt (2° - 8°C): 90 Tage

Trocken, lichtgeschützt, original verschlossen lagern.

Die angegebenen Mindesthaltbarkeiten sind Empfehlungen ab Lieferdatum im ungeöffneten Originalgebinde bei konstanten Lagerbedingungen. Das MHD stellt kein Verfallsdatum dar. Bei Produkten jenseits des MHD oder Lagerung im geöffneten Gebinde obliegt es der Sorgfaltspflicht des Verwenders zu prüfen, ob die relevanten Eigenschaften noch vorhanden sind.

Spezielle Transportbedingung: max. 3 Tage bei Umgebungstemperatur

Produkte vor Entnahme mischen (nicht relevant für Aseptik-Container). Teilentnahmen vermeiden. Geöffnete Gebinde sind unmittelbar nach Gebrauch wieder zu verschließen. Angebrochene Gebinde sind umgehend zu verarbeiten.

## **Zusammensetzung**

### **Zutaten (in absteigender Reihenfolge)**

färbende(s) Frucht- und Pflanzenkonzentrat(e):

Karottenkonzentrat, Granatapfelsaftkonzentrat; Wasser; Säuerungsmittel: Zitronensäure E 330

Die angegebenen Werte sind anhand der Rezeptur berechnete Werte und weisen nicht die analytisch nachweisbaren Gehalte aus. Einige der genannten Stoffe können aus einem carry over resultieren. Zusatzstoffe, technische Hilfsstoffe und Stoffe, die als Lösungsmittel oder Träger von Zusatzstoffen und Aromen verwendet werden, müssen nicht weiter deklariert werden, falls sie im Endprodukt keine signifikante technologische Wirkung haben. Zur Kennzeichnung dieses Produktes in speziellen Anwendungen kann auf Anfrage Unterstützung gegeben werden.

Gegebenenfalls müssen Allergene gemäß **esarom Allergeninformation** bei der Kennzeichnung berücksichtigt werden.

### **GVO Status**

Entsprechend den Informationen unserer Lieferanten und unserem derzeitigen Kenntnisstand enthält das Produkt keine Zutaten, die GVO enthalten oder daraus bestehen oder aus GVO hergestellt werden und ist somit nicht kennzeichnungspflichtig gemäß EU-Verordnung 1829/2003 und 1830/2003.

### **Bestrahlung Status**

Entsprechend den Informationen unserer Lieferanten und unserem derzeitigen Kenntnisstand wurde das Produkt und dessen Zutaten nicht mit ionisierenden Strahlen behandelt.

### **Allgemeine Hinweise**

Das Produkt entspricht den derzeit geltenden lebensmittelrechtlichen Bestimmungen Österreichs und der Europäischen Union. Das Produkt ist bei bestimmungsgemäßer Verwendung für den menschlichen Verzehr geeignet und kann für die Herstellung von Lebensmitteln verwendet werden.

Alle Angaben wurden sorgfältig zusammengestellt und entsprechen unserem derzeitigen Kenntnisstand. Sie können jedoch nicht als Garantie herangezogen werden. Anwender müssen ihre eigenen Prüfungen insbesondere bezüglich der Anwendbarkeit der Informationen und der Eignung für ihren Einsatzzweck machen. Für die Verwendung und Kennzeichnung der damit hergestellten Produkte sind die nationalen lebensmittelrechtlichen Bestimmungen vom Anwender eigenverantwortlich zu prüfen und zu beachten.

Dieses Dokument wurde EDV-technisch erstellt, gilt ohne Unterschrift und ersetzt alle vorherigen Versionen.

Erstellt von: FS / Qualitäts- und Rechtsmanagement

Erstellt am: 16.02.2011

Version: 2

# ALLERGENINFORMATION EU

Produktnummer: **522222**

Produktbezeichnung: **esarot**

Allergene Substanzen (gemäß Richtlinie 2000/13/EG in der geltenden Fassung, Anhang IIIa)

	<b>vorhanden</b>
<b>Allergenquelle</b>	
Glutenhaltige Getreide [1] und daraus gewonnene Erzeugnisse	nein
Krebstiere und daraus gewonnene Erzeugnisse	nein
Eier und daraus gewonnene Erzeugnisse	nein
Fische und daraus gewonnene Erzeugnisse	nein
Erdnüsse und daraus gewonnene Erzeugnisse	nein
Sojabohnen und daraus gewonnene Erzeugnisse	nein
Milch und daraus gewonnene Erzeugnisse (einschließlich Laktose)	nein
Schalenfrüchte [2] und daraus gewonnene Erzeugnisse	nein
Sellerie und daraus gewonnene Erzeugnisse	nein
Senf und daraus gewonnene Erzeugnisse	nein
Sesamsamen und daraus gewonnene Erzeugnisse	nein
Lupinen und daraus gewonnene Erzeugnisse	nein
Weichtiere und daraus gewonnene Erzeugnisse	nein
Schwefeldioxid und Sulphite [3], ausgedrückt als SO <sub>2</sub>	0,0 mg/kg

[1] Weizen, Roggen, Gerste, Hafer, Dinkel, Kamut oder deren Hybridstämme

[2] Mandeln (*Amygdalus communis L.*), Haselnüsse (*Corylus avellana*), Walnüsse (*Juglans regia*), Kaschunüsse (*Anacardium occidentale*), Pecannüsse (*Carya illinoensis (Wangenh.) K. Koch*), Paranüsse (*Bertholletia excelsa*), Pistazien (*Pistacia vera*), Macademianüsse und Queenslandnüsse (*Macadamia ternifolia*)

[3] Kennzeichnungspflichtig in Konzentrationen von mehr als 10 mg/kg oder 10 mg/l im verzehrfertigen Lebensmittel

**Anmerkung:** Mit \* gekennzeichnete Zutaten/Inhaltstoffe sind allgemein oder für bestimmte Anwendungen von der Kennzeichnungspflicht ausgenommen.

Alle Angaben wurden sorgfältig zusammengestellt und entsprechen unserem derzeitigen Kenntnisstand. Die Kennzeichnung der mit unseren Produkten hergestellten Lebensmittel ist vom Verwender eigenverantwortlich zu prüfen.

Dieses Dokument wurde EDV-technisch erstellt, gilt ohne Unterschrift und ersetzt alle vorherigen Versionen.

Erstellt von: MFi / Qualitäts- und Rechtsmanagement

Erstellt am: 02.11.2009

Version: 1