

**UNIVERZITA PARDUBICE  
FAKULTA CHEMICKO-TECHNOLOGICKÁ  
KATEDRA POLYGRAFIE A FOTOFYZIKY**

**Senzorická analýza pro vyhodnocení pachu  
z potištěného ofsetového materiálu**

**Tereza Prudká**

**Bakalářská práce**

**2012**

**UNIVERSITY OF PARDUBICE**  
**FACULTY OF CHEMICAL TECHNOLOGY**  
**DEPARTMENT OF GRAPHIC ARTS AND PHOTOPHYSICS**

**Sensory analysis for odor evaluation  
of offset printed materials**

**Tereza Prudká**

**Bachelor Thesis**

**2012**

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracovala samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využila, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byla jsem seznámena s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle §60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 19. 06. 2012.

*Tereza Prudká*

Ráda bych poděkovala mému vedoucímu bakalářské práce Ing. Bohumilu Jašúrkovi Ph.D., za jeho vedení a cenné rady při psaní této práce. Dále bych chtěla poděkovat firmě MeadWestvaco Svitavy s.r.o., že mi umožnili zpracovat jejich metody vyhodnocování senzorické analýzy, jmenovitě paní Renatě Neumanové.

## **Anotace**

Tato bakalářská práce se zabývá problematikou vyhodnocování sensorické analýzy chuti a pachu z potištěného ofsetového materiálu. Cílem je stanovit jednotný postup provádění sensorických analýz v tiskárně MeadWestvaco Svitavy s.r.o. V teoretické části jsou shrnuty metody analýz, smyslové vnímání, posuzovatelé a vliv použitých materiálů na sensorickou analýzu. Následně v experimentální části jsou popsány jednotlivé zkoušky a jejich výsledky.

**Klíčová slova:** chuť, pach, posuzovatel, sensorická analýza.

## **Annotation**

This thesis deals with evaluation of sensory analysis taste and odor of printed offset's materials. The aim is to determine uniform process of sensory analysis in the MeadWestvaco Svitavy s.r.o. printing company. In the theory part methods of analysis, sensory perception, reviewers and effect of used materials on sensory analysis are summarized. Individual tests and their results are described in the experimental part of this thesis.

**Key words:** taste, odor (smell), reviewer, sensory analysis.

# Obsah

<b>1. Úvod</b> .....	<b>9</b>
<b>2. Teoretická část</b> .....	<b>10</b>
2.1 Smyslové vnímání .....	10
2.1.1 Chuť.....	10
2.1.2 Čich.....	12
2.2 Definice a význam sensorické analýzy .....	13
2.3 Metody sensorické analýzy.....	14
2.3.1 Sensorická analýza chuti .....	15
2.3.2 Sensorická analýza pachu .....	17
2.4 Posuzovatelé.....	19
2.4.1 Typy posuzovatelů .....	19
2.4.2 Nábor, předběžný výběr a zasvěcení.....	20
2.4.3 Znalost a zdravotní stav .....	20
2.4.4 Výcvik.....	20
2.4.5 Odborní senzoričtí posuzovatele .....	22
2.4.6 Školení posuzovatelů.....	23
2.5 Sensorické pracoviště.....	23
2.5.1 Standardní atmosféra pro klimatizaci a zkoušení.....	23
2.5.2 Uspořádání sensorického pracoviště .....	24
2.5.3 Přípravný prostor .....	25
2.6 Ofsetový tisk .....	25
2.6.1 Ofsetové barvy .....	26
2.6.2 Migrace látek z tiskových barev.....	28
2.7 Charakteristika společnosti MWV Svitavy s.r.o. ....	30
<b>3. Experimentální část</b> .....	<b>31</b>
3.1 Materiál .....	31
3.1.1 Materiál pro sensorickou analýzu – chuť .....	31
3.1.2 Materiál pro sensorickou analýzu – pach.....	32
3.2 Posuzovatelé.....	32
3.3 Sensorická analýza – chuť.....	33

3.3.1 Stávající postup sensorické analýzy chuti v MWV Svitavy s.r.o.....	33
3.3.2 Experimentální výsledky sensorické analýzy – chuť.....	35
3.3.3 Navrhovaný postup sensorické analýzy chuti pro MWV Svitavy s.r.o.....	41
3.4 Sensorická analýza – pach .....	43
3.4.1 Stávající postup sensorické analýzy pachu v MWV Svitavy s.r.o.....	43
3.4.2 Experimentální výsledky sensorické analýzy – pach .....	44
3.4.3 Navrhovaný postup sensorické analýzy pachu pro MWV Svitavy s.r.o.....	52
<b>4. Závěr.....</b>	<b>54</b>
<b>Seznam použité literatury .....</b>	<b>55</b>

# 1. Úvod

Ve společnosti MeadWestVaco (MWV) Svitavy s.r.o. tisknou zejména obaly na potraviny a tabákové výrobky. Kromě samotné kvality tisku a dokončovacího zpracování výrobku je významným parametrem obalu ovlivnění sensorických vlastností pachu a chuti balených produktů vlastním obalem. Snahou výrobce je maximální eliminace tohoto negativního vlivu. V laboratořích tiskárny MWV Svitavy s.r.o. se vyhodnocují dvě hlavní sensorické vlastnosti, a to chuť a pach. Používaná metoda poskytuje ukazatele vlastností potištěného materiálu. Metoda využívá schopnosti posuzovatelů vnímat pach a chuť na místo přístrojové techniky, která tyto vjemy nedokáže objektivně posoudit. Jedním z hlavních problémů vyhodnocování sensorických analýz je stanovení postupu metody a zpracování tak, aby byla správná, jednoznačná a srozumitelná posuzovatelům, kteří tuto zkoušku provádí. Posuzovatelé sensorické analýzy chuti a pachu ve společnosti MWV se při stanovení jednotlivých sensorických vlastností většinou nedokážou sjednotit na výsledcích svých posouzení. Tím se stává analýza neopakovatelná a nereprodukovatelná. Cílem této bakalářské práce je omezit na minimum tyto nedostatky pomocí popsáných metod přípravy, zpracování a vyhodnocení analýzy a stanovit jednotný postup provádění sensorických analýz v tiskárně MWV Svitavy s.r.o.



## 2. Teoretická část

### 2.1 Smyslové vnímání

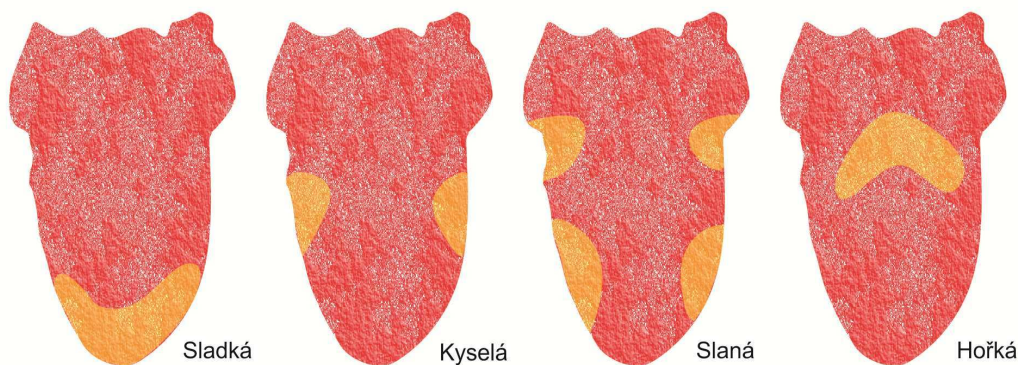
Smyslové vnímání je subjektivní schopnost poznávat své okolí. Člověk má pět smyslů: zrak, sluch, chuť, čich a hmat. Z toho odvozujeme pět smyslových vnímání a to zrakové, sluchové, chuťové, čichové a hmatové. Tato bakalářská práce se věnuje nejvíce čichovému a chuťovému smyslovému vnímání. [1]

#### 2.1.1 Chuť

Chuť je smysl, který dovoluje vnímat chemické látky rozpuštěné ve slinách anebo vodě. V ústní dutině jsou chuťové buňky – receptory, které se sdružují v chuťových pohárcích v jazyku a končí tenkými vlásky, které identifikují chuť v našich ústech. Životnost chuťových buněk je 7 dní. [2, 3]

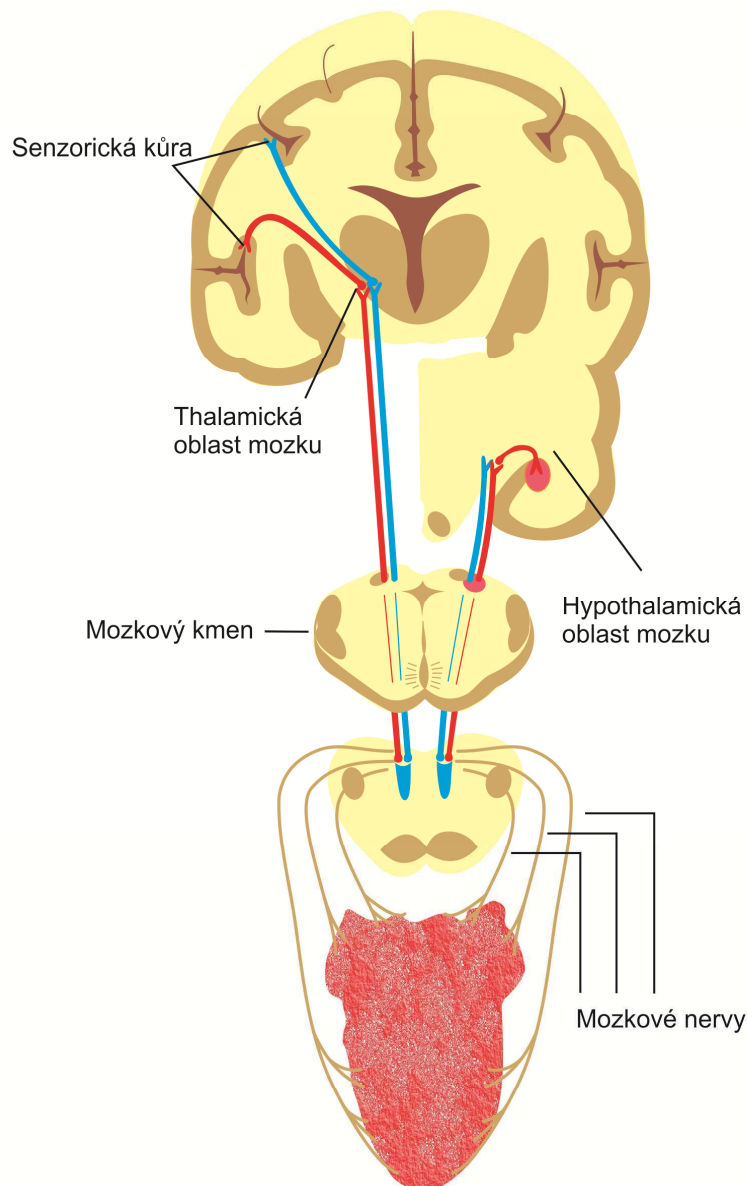
Nejvšestrannějším orgánem lidského těla je jazyk. Je nejsilnějším svailem, který dovoluje vykonávat v průběhu žvýkání, sání či polykání široké spektrum složitých pohybů. K tomu všemu má i důležitý úkol modulovat zvuky naší řeči. Hlavní role jazyka, mimo tyto funkce, spočívá v jeho mimořádné citlivosti na chuť. Jazyk je schopen zachytit pouze čtyři základní chutě: sladkou, kyselou, slanou a hořkou. Jejich nejrůznější vzájemné kombinace však umožňují vzniknout široké škále jemných odstínů jako např. odvozené chutě, kterými jsou kovová, trpká, pálivá a umami (masito-slaná chuť). [3, 4]

Každý typ chuti vnímá jiná oblast na povrchu jazyka (obr. 1), např. sladkou chuť detekují pohárky na špičce jazyka, hořkou chuť zachycují chuťové pohárky tvořící zónu ve tvaru písmene V v blízkosti kořene jazyka. [4]



Obr. 1 Znázornění oblastí citlivosti jazyka na různé chutě [4]

Chuťové buňky reagují na přítomnost potravy tím, že stimulují sousední senzoryká vlákna na jazyku. Impulsy vyvolávané v těchto vláknech ze tří částí jazyka pak putují ke třem párům mozkových nervů, nejprve do mozkového kmene. Odtud vedou spoje k podkorovým oblastem mozku, jako je hypothalamus, stejně jako k vyšším centřům v senzoryké oblasti mozkové kůry (obr. 2). [4]



Obr. 2 Zjednodušené schéma nervového spojení [4]

Chuťové vjemy dorážející do hypotalamu, pravděpodobně mohou za nevědomé neboli za instinktivní reakce. Typickým příkladem je způsob, jímž většina lidí instinktivně reaguje přednostně na sladkosti, zatímco hořké věci odmítají – pokud ovšem předtím úmyslně a cílevědomě netrénují své chuťové buňky, které pak preferují hořké či pikantní chutě. [4]

### **Co preferujeme a co odmítáme**

Reakce člověka na individuální chutě je částečně ovlivněna tím, jakou potravu potřebujeme a můžeme přijímat. Avšak vedle toho s rozmyslem a záměrně vytváříme i určité preference, např. těhotné ženy se svými proměnnými chutěmi. Některé mechanismy preferencí jsou také vrozené např. ty, které nám velí dávat přednost silně soleným jídlům ve chvílích, kdy naše tělo trpí nedostatkem soli. Naše chuťové vjemy ovšem může ovlivnit i choroba a to několika způsoby. Některé choroby mohou ovlivňovat vjem chutí, ačkoliv chuťové receptory neovlivňují přímo. Projevuje se to při infekčních onemocněních narušujících čich. Potrava se zdá mdlá a bez chuti, třebaže chuťové pohárky nejsou nijak poškozeny ani narušeny, z celkového vjemu vypadla pouze složka vůně. Velmi důležitý proces je chuťová averze, která nás podvědomě nutí odmítat určité potraviny, jež se nám na základě dřívějších zážitků a zkušeností spojují např. s bolestí, žaludeční nevolností nebo onemocněním. [4]

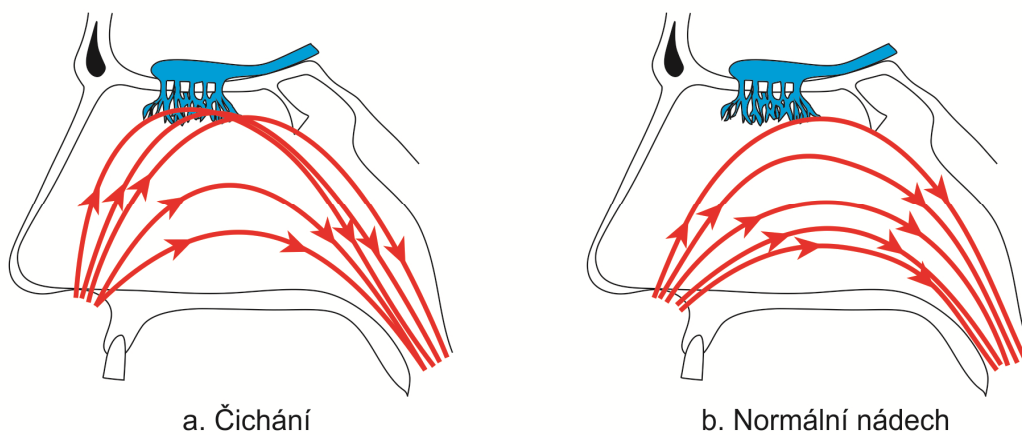
### **2.1.2 Čich**

Člověk je tzv. mikrosomat, což je živočich se slabě vyvinutým čichem. Oproti mnoha jiným živočichům je lidský čich zakrnělý, např. pes má 100krát citlivější čich než člověk. Objektem čichu je vůně nebo pach, ale k čichovým receptorům mohou pronikat i látky difundující z ústní dutiny. Při konzumaci stravy se tedy překrývají čichové a chuťové vjemy, přičemž čich je 30 000krát citlivější než chuť. [2, 5]

V oblasti nosní dutiny má člověk nervová zakončení tzv. řasinky, které zaznamenávají smyslový vjem ze všeho, co vydává nějaký pach (uvolněné molekuly). Získaný vjem se nám zpracovává v centrální nervové soustavě v mozku. [5]

Stěny nosní dutiny jsou pokryty respirační slizniční membránou. Ta obsahuje obrovské množství drobných buněk opatřených řasinkami, které ve vzájemné součinnosti způsobují postupné vlny hlenu, směřující k hrdlu. [4]

Během normálního dýchání prochází většina vzduchu nosem zcela volně a hladce, přičemž čichových receptorů se dotýká jen jeho malá část, avšak dost velká na to, aby nám ve vdechovaném vzduchu neunikla ani nejmenší vůně či zápach (obr. 3). Úmyslná snaha zachytit určitou vůni či pach usilovným čicháním způsobuje, že vzduch proudí nosem mnohem rychleji a zvyšuje se také jeho podíl směřující nahoru do čichových štěrbin. K receptorovým buňkám se tak dostává i mnohem více pachových molekul. [4]



Obr. 3 Průchod vzduchu nosní dutinou [4]

Při rýmě se produkce hlenů v dýchacím traktu oproti normálnímu stavu několikrát zvýší. Hleny mohou ucpat úzké otvory vedoucí k čichové tkáni, to brání vzduchu nesoucímu pachové molekuly proniknout k sensorickým membránám a buňkám – výsledkem je zhoršení nejen čichu, ale také chuti. [4]

## 2.2 Definice a význam sensorické analýzy

Senzorická analýza je důležitá vědní disciplína, která vyvolává, měří, analyzuje a následně interpretuje ty vlastnosti a charakteristiky potravin, pachů, textury, barvy a dalších, jež jsou postřehnutelné lidskými smysly – sluchem, zrakem, hmatem, čichem a chutí. [6]

Cílem sensorické analýzy je zjištění informací potřebných pro rozhodnutí o smyslových attributech výrobku, tj. o jeho vzhledu (barvě), chuti, vůni a konzistenci. Možnost využití lidských smyslů je dána jejich vysokou citlivostí. Dalším důvodem je schopnost lidských smyslů rozlišit a ohodnotit širokou škálu stimulů. Sensorická analýza také umožňuje měřit schopnost rozlišování sensorických schopností u lidí. [2]

Význam sensorického měření spočívá v tom, že nám poskytuje ukazatele, které není možno získat přístrojovou technikou. Sensorická analýza je tedy objektivní analytická metoda, při které se místo přístrojů používají školení posuzovatelé. [2, 7]

Jde také o způsob hodnocení potravin, či jakéhokoli výrobku, při němž je využito lidských smyslů jako přímých subjektivních orgánů vnímání, a to za takových podmínek, aby se při hodnocení dosáhlo objektivních, spolehlivých, přesných a opakovatelných výsledků. [8]

### **2.3 Metody sensorické analýzy**

Metody sensorické analýzy slouží k zjištění vlastností testovaných vzorků a patří proto do tzv. psychometrických metod, prostřednictvím nichž se nezjišťuje složení, nýbrž vztah mezi podnětem a pocitem určitého vjemu. K vyvolání smyslového vjemu je nutné, aby měl působící podnět určitou intenzitu, která se nazývá práh detekce. Ten je charakterizován jako nejmenší hodnota sensorického podnětu, potřebná k vyvolání počitku. [2]

Sensorické analýzy je možné provádět několika způsoby. Základní charakteristikou sensorických metod je získání objektivních výsledků o testovaných vzorcích na základě subjektivního názoru posuzovatelů. Nejčastěji se používají tři metody analýzy. [9]

#### **1. Rozlišovací zkoušky**

U této metody se stanovuje rozdíl mezi předkládanými vzorky. Obvykle se užívá dvou vzorků k posouzení a sleduje se, jestli se od sebe liší (tzv. párová porovnávací zkouška). Dále se využívá tzv. trojúhelníková zkouška, u které jsou předloženy tři vzorky. Dva jsou shodné a jeden odlišný a na posuzovateli je, aby rozhodnul, které dva jsou shodné a který se liší. Tyto zkoušky se mohou dělat i s několika testovanými vzorky.

#### **2. Zkoušky používající stupnice a kategorie**

Tyto zkoušky slouží k odhadnutí stupňů (kategorií), do nichž jsou vzorky zařazovány. Vzorky se zařazují do předem stanovených stupňů, bodů. Hodnotí se rozdíly mezi jednotlivými vzorky na základě různé intenzity jejich posuzovaných vlastností.

#### **3. Popisné zkoušky**

Metoda popisu je využívána k identifikaci zvláštních sensorických znaků přítomných ve vzorku. Cílem je získat popis, který by charakterizoval testovaný vzorek. Jednou z výhod této

metody je, že posuzovatel má volnost k vyjádření svého názoru a pocitu. V dnešní době se popisná metoda používá jen na doplnění jiného způsobu hodnocení sensorické analýzy. [8, 9]

### **Podmínky pro samotné vyhodnocování**

Senzorické hodnocení probíhá mezi 9–11 a 14–16 hodinou, posuzovatel při hodnocení chuti a pachu nemá být hladový ani přejedený. Normální doba trvání hodnocení je 2 až 3 hodiny. Pokud se provádí několik různých zkoušek, je vhodná přestávka mezi jednotlivými zkouškami 20–30 minut. Maximálně je zkoušeno 6 různých vzorků pro degustaci a 3 vzorky pro pach najednou. Mezi vzorky je stanovena 40–100 sekundová přestávka, kde si posuzovatel může neutralizovat chuť např. vodou, teplou vodou, slabým hořkým čajem, bílým chlebem, jablkem atd., nebo při pachové zkoušce se nadýchat čerstvého vzduchu.

### **2.3.1 Sensorická analýza chuti**

Tato kapitola popisuje co je podstatou sensorické analýzy chuti, jaké jsou obecné podmínky a co všechno by se mělo splnit pro její správné provedení. Dále je tu popsán způsob identifikace chuti (tzv. Robinsonův test) pro potištěné papíry a kartony na potravinové obaly, který je nejpoužívanějším standardem v Evropě.

#### **Podstata zkoušky**

Podstata zkoušky spočívá v identifikaci chutí. Každému posuzovateli je předkládán referenční vzorek a následně zkušební vzorky. Posuzovatel porovnává, jestli se referenční a testovaný vzorek od sebe liší. Výsledky jejich vnímání se hodnotí dle předem definovaných stupnic. Po každém ochutnání se zaznamenají výsledky od všech posuzovatelů, které se dále vyhodnotí. [10]

#### **Obecné podmínky zkoušky**

Obecná pravidla pro provedení sensorických zkoušek jsou uvedena v normě ISO 6658.

Z těchto pravidel je nejdůležitější aby:

- posuzovatelé ochutnávali každý vzorek plynule asi v 30 s intervalech,
- posuzovatelé užívali dostatečné množství a zaplnili tak celou ústní dutinu (asi 15 ml),
- posuzovatelé po ohodnocení každé chuťové série vyplachovali ústa vodou,
- vzorky a voda byly téže teploty kolem 20 °C (podle používaných klimatických podmínek). [11] Požadavky na zkušební místnost jsou uvedeny v kapitole 2.5.

## **Přístroje a pomůcky**

Nádobky (sklenky, kádinky) a pomůcky musejí být čisté, zdravotně nezávadné, nesmí přijímat vůně, chutě a pachy. Pro předkládání zkušebních vzorků by měly být čisté a suché. [8, 10]

## **Zkušební panel**

Zkušební panel (komise) se skládá z nejméně šesti vybraných posuzovatelů. Při vyhodnocování tímto panelem je snaha získat šest shodných výsledků. Rozdíl jednotlivých výsledků od střední hodnoty nemá být větší než 1,5. Posuzovatelé musí být cvičeni ve vyhodnocování chuti pocházející z papíru potištěného i nepotištěného. Posuzovatelé musí být v průběhu zkoušky v dobrém zdravotním stavu a nesmějí být nachlazení. [12, 13]

Stupnici pro posuzování vzorků si většinou firma vypracovává sama na základě požadavků a zkušebního vzorku. Nejpoužívanější stupnice pro Robinsonův test je pětibodová (0–4).

Stupnice rozdílu posuzovaného vzorku od referenčního vzorku:

- 0 – žádný rozdíl,
- 1 – těžko postřehnutelný rozdíl (velmi malý, ale vnímatelný),
- 2 – nevýrazný rozdíl (malý vnímatelný rozdíl),
- 3 – jednoznačný rozdíl (rozdíl jednoznačně vnímatelný),
- 4 – velmi výrazný rozdíl (významná pachůť).

## **Identifikace chutí (Robinsonův test)**

Nepříjemné vůně jsou jedním z hlavních důvodů, proč zákazníci odmítají potravinářské produkty. Tyto vůně mohou mít původ v jídle samotném, v prostředí, dopravním prostředku, skladišti nebo obalu. Tyto nepříjemné vůně mohou významně ovlivnit chuť výrobků a tím i jejich prodejnost. Současná metoda detekce přenosu vůně na chuť pro obalové materiály je tzv. Robinsonův test. Princip této metody spočívá ve vyhodnocení změny chuti mezi testovaným a referenčním vzorkem. Zkoušený vzorek je potištěný materiál, který je v určitém rozměru poskládán do uzavíratelné sklenice s mléčnou čokoládou tak, aby se čokoláda a vzorek vzájemně nedotýkaly. Takto připravený vzorek je uložen na 48 hodin, při teplotě 20 °C a relativní vlhkosti 75 % na temném místě. Teplota a relativní vlhkost závisí na používané klimatizaci v laboratoři. Po uplynutí této doby jsou porovnány chutě testovaného vzorku oproti referenčnímu, což je čerstvá čokoláda. [14, 15]

Při identifikaci organizátoru testu připraví tolik sérií vzorků, kolik je posuzovatelů. Všechny vzorky se označí kódy, které jsou známy pouze organizátoru zkoušky. Každý posuzovatel současně obdrží sklenku vody k vyplachování úst. [10]

### **Stanovení**

Posuzovatelům se nepředkládají všechny nádoby najednou, ale hodnotí obsah každé samostatně, přičemž je dodržováno pořadí předkládání a nevracejí se k dříve hodnoceným nádobkám. Po každém ochutnání každý posuzovatel zaznamená své hodnocení do dotazníku (tabulky). Výsledky jsou posuzovány individuálně, neboť každý posuzovatel má osobitou citlivost, která se může s časem měnit. [10]

K zabránění sensorické únavy se doporučuje, aby během jednoho sezení bylo hodnoceno nejvýše šest chutí. Je však nezbytné opakovat hodnocení jedné nebo více chutí během několika sezení. [8, 12]

### **2.3.2 Senzorická analýza pachu**

V této kapitole je popsána metoda zkoušení pro posouzení pachu uvolněného vzorkem potíštěného materiálu (obalu), který je nejčastěji používán pro styk s potravinami bez rozdílu, jestli se jedná o primární (přímý styk s výrobkem) nebo sekundární (nepřímý styk, druhý obal, který se nedotýká výrobku) obal.

#### **Podstata zkoušky**

Zkušební vzorky zkoušeného materiálu se uchovávají ve skleněných nádobách po dobu 20 až 24 hodin na tmavém místě při teplotě  $23 \pm 2$  °C. Pach vzduchu v nádobách se zkoumá vybranými posuzovateli. Ti posuzují intenzitu pachu a hodnotí ji používanou pětibodovou stupnicí od 0 do 4. [12]

Stupnice rozdílů posuzovaného vzorku od referenčního vzorku:

- 0 – žádný vnímatelný pach,
- 1 – pach právě zachytitelný (obtížný definovat),
- 2 – slabý pach,
- 3 – zřetelný pach,
- 4 – silný pach. [12]



### **Zkušební panel**

Zkušební panel se skládá z nejméně šesti vybraných posuzovatelů. Při vyhodnocování tímto panelem je snaha získat šest shodných výsledků. Rozdíl jednotlivých výsledků od střední hodnoty nemá být větší než 1,5. Posuzovatelé musí být cvičeni ve vyhodnocování pachu pocházející z papíru potištěného i nepotištěného. Posuzovatelé musí být v průběhu zkoušky v dobrém zdravotním stavu a nesmějí být nachlazení. [12, 13]

### **Zařízení**

Všechna používaná zařízení musí být bez zápachu a používaná pouze pro senzoricou analýzu. Pro čištění se používají čisticí prostředky s co nejmenším zápachem. Je nutno dbát na to, aby se víčka, uzávěry a vložky nestaly zdrojem zápachu. [12]

### **Zkušební podmínky**

Vyhodnocování se provádí při  $23 \pm 2$  °C v klidné, dobře větrané místnosti, v níž není žádný zápach. Popis senzorickeho pracoviště je více popsán v kapitole 2.5.

### **Odběr a uchování vzorku**

U zkušebních vzorků je nutno zajistit, aby odebrané vzorkové archy reprezentovali získaný vzorek. Odběr vzorků a jejich uchování se musí provádět tak, aby se vyloučila kontaminace vzorku. Vnější vrstvy stohu nebo kotouče se musí vyřadit. Vzorek se ihned po odběru musí zabalit do několika vrstev nelakované hliníkové fólie, aby se předešlo přijetí nebo ztrátě zapáchajících látek. [12]

### **Příprava vzorku**

Veškeré manipulace se vzorkem se provádějí v místnosti nebo skříni bez zápachu. Ze vzorku se vyříznou proužky v množství zkušebního vzorku, optimálně  $6 \text{ dm}^2$ . Minimální rozměr proužků je  $1 \times 5 \text{ cm}$ . [12]

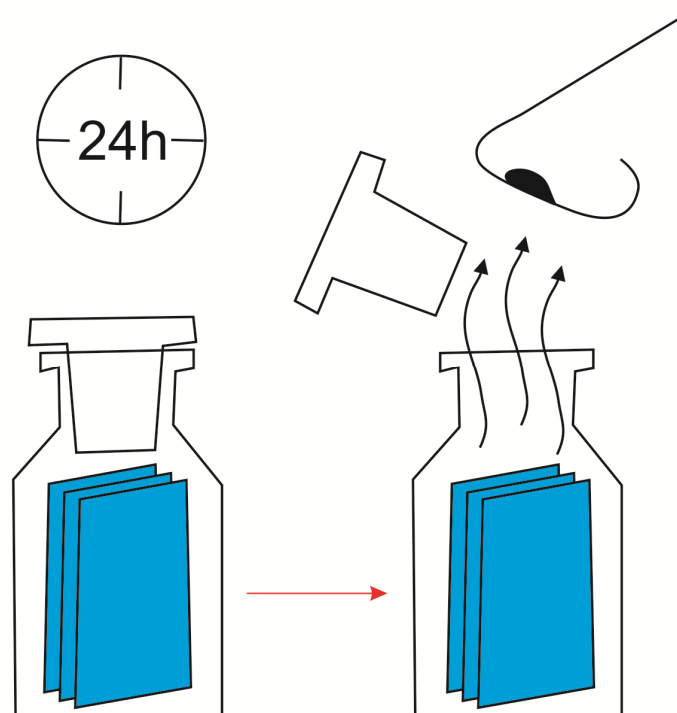
### **Postup**

Zkušební vzorky ( $6 \text{ dm}^2$ ) se volně vloží do láhví s plochým dnem. Je nutné, aby povrchy zkušebních vzorků byly volné. Láhve se uzavřou a udržují se 20 až 24 hodin ve tmě při  $23 \pm 2$  °C. [12]

## Vyhodnocení zkoušky

Každý posuzovatel dostane svou vlastní zkušební láhev a prázdnou láhev s nulovým pachem. Posuzovatel zatřese láhví, otevře ji a přičichne k obsahu ihned po otevření nádoby (obr. 4). Pokud je nutné opakování, nádoba se musí uzavřít na dobu nejméně 2 minut. Posuzovatel zaznamená intenzitu vnímaného zápachu. [12]

Kvůli smyslové únavě se doporučuje, aby se po sobě neprovádělo více než 5 zkoušek. Aby se předešlo adaptačním vlivům, doporučuje se, aby posuzovatelé měli mezi každou zkouškou přestávku po dobu 1 až 2 minut. [8, 12]



Obr. 4 Schéma senzorickeho testu pachu [24]

## 2.4 Posuzovatelé

Senzoriční posuzovatelé či hodnotitelé jsou ti, kdo se účastní senzoricke analyzy. Senzoricke zkoušky provádí panel, což je skupina posuzovatelů vybrána k účasti v senzoricke zkoušce. Aby byli posuzovatelé dostatečně způsobilí, musí své smysly trénovat. [6]

### 2.4.1 Typy posuzovatelů

**1. Posuzovatelé** – tzv. „laiční posuzovatelé“ – nevztahují se na ně žádná kritéria, nebo již „zasvěcení“ posuzovatelé, kteří se již v minulosti účastnili senzoricke zkoušek.

**2. Vybraní posuzovatelé** – posuzovatelé, kteří byli vybráni a vycvičeni pro sensorické vyhodnocování.

**3. Experti** – jsou rozděleni na dva typy a to „experti“ posuzovatelé, kteří již prokázali zvláštní citlivost v práci a mají vyvinutou dlouhodobou paměť nebo „specializovaní experti“ posuzovatelé, kteří získali dodatečné znalosti v jednotlivých oblastech sensorického měření. [16]

#### **2.4.2 Nábor, předběžný výběr a zasněžení**

Pro sensorické hodnocení se využívají náborů kandidátů, které probíhají z externích zdrojů nebo interních mezi zaměstnanci. Každý nemůže být kandidátem, doporučuje se vyhnout výběru těch osob, které jsou příliš zainteresovány na výrobcích. Není žádoucí, aby komise pracovala s méně než 10 vybranými posuzovateli. Je nutné provést nábor alespoň dvojnásobku až trojnásobku počtu osob skutečně potřebného pro vytvoření konečné komise. Ze zkušenosti se ukázalo, že po náboru vyloučí výběrové postupy přibližně polovinu lidí z důvodů, jako je citlivost jejich smyslů chuti, pachu a jiných důvodů. [16]

#### **2.4.3 Znalost a zdravotní stav**

Senzorické vnímání kandidátů vyžaduje určité fyzikální a intelektuální schopnosti, zejména schopnost koncentrace a odolnost před ovlivněním vnějšími vlivy. Kandidáti musí být v dobrém zdravotním stavu. Nesmějí trpět žádnou nezpůsobilostí, která může ovlivňovat jejich smysly, nebo žádnými alergiemi nebo nemocemi a nesmějí užívat léky, které by mohly zhoršovat jejich sensorické schopnosti a ovlivňovat tak spolehlivost jejich posudků. Kandidáti se zubními protézy, které mohou mít vliv na hodnocení, nemusí být nejvhodnější při určitých typech hodnocení, včetně textury, vůně a chuti. Při náboru mohou být ku prospěchu další informace, jako je věková skupina, pohlaví, národnost, vzdělání, zaměstnání a zkušenost v sensorické analýze. Může být rovněž zaznamenáno kouření, avšak kandidáti, kteří kouří, nesmí být pro tento důvod vyloučeni. [8, 16]

#### **2.4.4 Výcvik**

Při výcviku vybraných posuzovatelů se musí neustále zdůrazňovat nutnost objektivity a nepřihlížení k vlastním oblíbám a nechutím. O výsledcích se musí diskutovat a posuzovatelům musí být dána příležitost znovu posoudit vzorky a zkontrolovat jejich

výsledky tam, kde se vyskytuje neshoda. Posuzovatelé musí být instruováni, aby nepoužívali parfémy před nebo v průběhu posuzování vzorků. Musí se rovněž vyhnout styku s tabákem nebo s výraznými chutěmi a pachy nejméně 60 minut před posuzováním vzorků. Mýdlo použité k mytí nesmí zanechat na ruce žádný pach. Dále musí být posuzovatelům zdůrazněno, že jestliže vnesou do zkušebního prostoru nějaký pach, mohou být zkoušky neplatné. [6, 16]

### **Postup hodnocení**

Na začátku hodnocení jsou posuzovatelé seznámeni se správným postupem hodnocení vzorku. Při všech hodnoceních musí být před každým úkolem pečlivě přečteny instrukce a během analýzy dodržovány. Například při posuzování pachu musí být posuzovatelé naučeni vdechovat spíše krátce než dlouze a nepřilíš často, aby nebyli zmateni a unaveni. Jak u tekutých, tak u pevných vzorků musí být posuzovatelům předem oznámena potřebná velikost vzorku (při posuzování ústy), přibližná doba, po kterou má být vzorek ponechán v ústech, počet žvýkání a zda má být, či nemá být polknut. Každý konečně dohodnutý postup musí být ještě formulován, aby všichni posuzovatelé posuzovali výrobky stejným způsobem. Interval mezi vzorky musí být dostatečně velký, aby umožňoval regeneraci, ale ne zase tak dlouhý, aby posuzovatelé ztratili rozlišovací schopnost. [16]

Vzorky musí být předkládány v množství a při teplotách, které se obvykle vyskytují na trhu nebo při použití. Musí se dbát na to, aby nedošlo k sensorické únavě způsobené nadměrným počtem vzorků.

### **Používání stupnice ve výcviku**

Posuzovatelé musí být seznámeni s pojmy stupnice, zařazení, klasifikace (intervalové a poměrové) nejprve pomocí seřazení série jednotlivých podnětů pachu a chuti s ohledem na intenzitu určité vlastnosti. Členové komise vytváří profily tak, že je jim předkládána řada jednoduchých výrobků a jsou vyzváni, aby vytvořili slovníky pro popis jejich sensorických vlastností v termínech, které umožňují rozlišování vzorků. Tento seznam musí být používán k vytváření profilů výrobků, a to nejprve přiřazením vhodných termínů ke každému vzorku a následně obodováním jejich intenzit s použitím různých typů stupnic, (např. kovová chuť, mléko, barva, kyselost, hořkost, ...). Organizátor měření musí vytvořit profily výrobků

s použitím těchto výsledků pro ilustraci hodnoty popisné analýzy. Význam intenzitních stupnic musí být prodiskutován pro každou vlastnost a racionalizován s odkazem na aktuální vzorky. [13, 16]

### **Zařazování a bodování**

Vybrání posuzovatelé musí mít odpovídající výkon a musí být schopni rozlišit vzorky. Při bodování významná variace mezi posuzovateli ukazuje na přítomnost chyb, to znamená, že jeden nebo více posuzovatelů dává stále vyšší nebo nižší body, než ostatní. Významná interakce ukazuje, že dva nebo více posuzovatelů mají různé vnímání rozdílů mezi dvěma nebo více vzorky.

### **Sledování činnosti vybraných posuzovatelů**

Posuzovatelé jsou vybráni na základě jejich výkonu při různých cvičeních. Účinnost a výkon vybraných posuzovatelů je nezbytné periodicky kontrolovat. Cílem kontroly je zjistit výkon, a zdali je posuzovatel schopen dosahovat vhodné a reprodukovatelné výsledky. [16]

## **2.4.5 Odborní senzoričtí posuzovatele**

Norma ČSN EN ISO 8586 určuje kritéria pro výběr lidí se zvláštními senzoričtými schopnostmi. Pro splnění těchto požadavků není nezbytné, aby senzoričtí experti měli specifické znalosti o výrobcích a materiálech. Každý vybraný posuzovatel, který vykazuje dobrou opakovatelnost, výraznou přesnost nebo zvláštní nadání týkající se specifických vlastností u skupiny materiálů, by měl být uvažován pro využití jako expert.

**Podmínky reprodukovatelnosti** – podmínky pozorování, kdy nezávislé výsledky zkoušek (měření) se získají toutéž metodou na identické zkoušené (měřené) jednotce v různých zkušebních nebo měřicích zařízeních, různými operátory používajícími různé vybavení. Toto opakování může zahrnout i odlišný čas zkoušky, odlišné prostředí nebo posuzovatele. [13]

**Podmínky opakovatelnosti** – podmínky pozorování, kdy nezávislé výsledky zkoušek (měření) se získají toutéž metodou na identické zkoušené (měřené) jednotce v tomtéž zkušebním nebo měřicím zařízení, tímtéž operátorem používajícím totéž vybavení v rámci krátkého časového úseku. Tato opakování znamenají stejnou dobu hodnocení, stejné prostředí a stejné posuzovatele. [13]

### **Požadované charakteristiky kandidátů zahrnují:**

1. Paměť pro sensorické vlastnosti.
2. Schopnost komunikovat s ostatními experty.
3. Schopnost popsat výrobky. [13]

### **2.4.6 Školení posuzovatelů**

Jedním z cílů je optimalizovat technické znalosti expertů všeobecným školením a vývojem jejich sensorického potenciálu, znalost chuti a vůně. Zvláště je pak cílem naučit posuzovatele zapamatovat si sensorické profily (opakovatelnost, pravdivost, rozlišovací schopnost) a jejich intenzity. Expert potřebuje výše zmíněné nadprůměrné schopnosti, aby si v paměti udržel sensorický vjem. Zkouška používaná pro školení a výběr vybraných posuzovatelů spoléhá na krátkodobou sensorickou paměť, zatímco dlouhodobá sensorická paměť je nezbytná pro experty. [8, 13]

Kontrola sledováním a ověřováním práce posuzovatele vyhodnocuje, zda jsou jeho hodnocení opakovatelná, rozlišující, stejná a reprodukovatelná. Princip sledování je vytvoření profilu výrobku nebo materiálu během jednoho nebo více opakování při jednom nebo více hodnocení.

### **Motivace posuzovatelů**

Je důležité udržet motivaci skupiny tím, že jsou jejich výsledky využity. Zároveň je třeba dávat pozor, aby nebyla ovlivněna jejich další práce. [13]

## **2.5 Sensorické pracoviště**

Nejen hodnocený vzorek a posuzovatel může ovlivnit výsledky sensorické analýzy. Aby se dosáhlo co nejpřesnějších výsledků, mělo by i sensorické pracoviště odpovídat určitým požadavkům.

### **2.5.1 Standardní atmosféra pro klimatizaci a zkoušení**

Fyzikální vlastnosti papíru jsou podstatně ovlivňovány obsahem vlhkosti, která však závisí na vlhkosti okolní atmosféry. Hlavními požadavky na pracoviště je teplota a relativní vlhkost (r. v.), což je poměr skutečné vlhkosti vzduchu k maximální vlhkosti při dané teplotě a tlaku.

Po řadu let se obecně používaly tři standardní zkušební atmosféry a to 20 °C při 65 % r. v., 23 °C při 50% r. v. a 27 °C při 65 % r. v. Pro zkoušení vláknin, papíru a lepenky je používanou standardní atmosférou podle ČSN ISO 187 23 °C s tolerancí  $\pm 1$  °C a  $50 \pm 2$  % r. v. V tropických zemích se může použít atmosféra 27 °C a 65 % r. v. se stejnou tolerancí. [17]

Kdykoli se zjistí, že se zkušební atmosféra dostala mimo dané meze a je možnost, že obsah vlhkosti vzorku se může takovým výkyvem změnit, musí se před prováděním dalších zkoušek všechny vzorky reklimatizovat (vzorky archů se musí umístit tak, aby klimatizovaný vzduch měl volný přístup ke všem povrchům archů, aby se vlhkosti vzorků udržovali v rovnovážném stavu s vlhkostí atmosféry). [17, 18]

## **2.5.2 Uspořádání senzorického pracoviště**

Zkušební místnosti by měli být navrženy tak, aby senzorické hodnocení probíhalo za známých a kontrolovatelných podmínek s minimem rušivých vlivů a tak, aby byly omezeny vlivy, které mohou mít vliv na lidský úsudek.

Typické zkušební prostory zahrnují podle normy ČSN ISO 8589 zkušební prostor umožňující vykonávat činnost jednotlivě v kójiích nebo ve skupinách, přípravný prostor, šatnu a toalety, skladovací místnost pro provozní materiál, skladovací místnost pro vzorky, místnost pro posuzovatele. Z vyjmenovaných jsou minimální požadavky zkušební prostor a přípravný prostor. [17]

### **Všeobecné požadavky**

Prostory by měly být uspořádány tak, aby byly snadno přístupné pro úklid a byly zajištěny dobré hygienické podmínky.

#### **1. Umístění**

Zkušební prostor by měl být umístěn blízko přípravného prostoru. Prostory by měly být blízko sebe, aby se zjednodušilo předkládání vzorků, ale měly by být oddělené, aby se snížily možnosti ovlivnění senzorického hodnocení z pachů nebo hluku. Posuzovatelé by neměli vstupovat nebo opouštět zkušební prostor přes přípravný prostor, protože by to mohlo ovlivnit výsledky zkoušky.

## **2. Teplota a relativní vlhkost**

Teplota i relativní vlhkost zkušebního prostoru musí být regulovatelná, pokud může ovlivnit výrobek během hodnocení (viz. kapitola 2.5.1).

## **3. Hluk**

Hladina hluku během zkoušení musí být minimální.

## **4. Pachy**

Zkušební prostor musí být udržován přiměřeně bez pachů např. instalací vzduchové ventilace s uhlíkovými filtry nebo vytvořením mírného přetlaku.

Ve zkušebním prostoru musí být použity materiály, které se snadno čistí a nepohlcují pachy. Využití materiálů s látkovými potahy by mělo být omezeno. Nábytek a zařízení nesmí vydávat pachy, které by mohly ovlivňovat hodnocení.

## **5. Malba**

Barva stěn musí být barevně neutrální, aby nebyla ovlivněna barva vzorků. Doporučované barvy jsou matná bílá nebo světle šedá.

## **6. Bezpečnostní předpisy**

V úvahu by se měly brát všechny bezpečnostní specifické předpisy vhodné pro daný typ laboratoře. [18]

### **2.5.3 Přípravný prostor**

Laboratoř pro přípravu vzorků musí být umístěna blízko zkušebního prostoru. Posuzovatelé by neměli procházet přes tento prostor do zkušebního prostoru. Je důležité účelné uspořádání práce v obou těchto prostorech a mezi nimi. Prostor musí být dobře větraný, aby byly odstraňovány pachy z přípravy a cizí prachy. Materiály vybrané pro podlahy, stěny, stropy a nábytek musí umožňovat snadnou údržbu a nesmí vydávat ani přijímat pachy. [18]

## **2.6 Ofsetový tisk**

Ofsetový tisk se vyvinul na základě techniky litografie (kamenotisku). Úspěšně se rozšiřoval hlavně od 60. let 20. století, postupně vytlačoval do té doby dominující knihtisk a v současnosti je hlavní tiskovou technikou. [19]



Ofsetový tisk je nepřímá tisková technika, při které se barva z tiskové formy přenáší na potiskovaný materiál přes ofsetový válec s pryžovým potahem. Jádrem ofsetové jednotky je soustava tří tiskových válců – formového, ofsetového a tlakového – a válců pro nanášení barvy a vlhčícího roztoku na tiskovou formu.

### **Ofsetový archový tisk**

U archového tisku proces zasychání závisí na složení pojidla, druhu potiskovaného materiálu, teplotě a přístupu vzduchu. U archových barev rozlišujeme fyzikální zasychání zapíjením rozpouštědel a chemické zasychání oxypolymerací a působením UV záření. Archový tisk se používá pro potiskování různě velkých a silných archů papíru, kartonů, lepenek, ale i různých fólií. [19]

### **Ofsetový tisk typu Heat-set**

Heatsetový tisk je proces, při kterém se barva suší ihned po nanesení barvy v tiskové jednotce na papír průchodem přes sušící tunel. Při průchodu sušícím tunelem dochází k odpaření rozpouštědel. Po přechodu tisku sušícím tunelem prochází tiskovina přes chladicí válec. [20]

### **Ofsetový tisk typu Cold-set**

Coldsetový tisk je proces, při kterém barva zasychá prostřednictvím zapíjení rozpouštědel a barvy do papíru. Tento typ tisku se nejčastěji používá na papír bez povrchové úpravy, jako je novinový papír. [21]

Jak heat-set tak i cold-set jsou tiskové techniky, které se používají pro kotoučový tisk. Nejčastěji se používá pro tisk časopisů, katalogů a novin. [21]

## **2.6.1 Ofsetové barvy**

Ofsetové tiskové barvy se rozdělují na archové a kotoučové heat-setové a cold-setové barvy. Jedná se o pastózní (pastovité), rovnoměrně roztíratelné vysoko viskózní barvy. Tisková forma používaná pro ofsetový tisk má relativně malou kapacitu pro nanesení tiskové barvy z barevníku, ale i přesto má tento tisk velkou sytost barev. [22]

Obecně se tyto barvy skládají především z pigmentů, tvrdé pryskyřice, alkydové pryskyřice, rostlinného oleje, minerálního oleje a aditiv (vosky, sušidla, antioxidanty,...). Složení jednotlivých typů ofsetových barev je uvedeno v tabulce 1.

Tabulka 1. Složení ofsetových barev. [22]

	Ofsetové barvy [%]		
	Archové	Heat-set	Cold-set
Pigmenty	15-25	15-25	20-25
Tvrdé pryskyřice	20-25	25-35	8-12
Alkydové pryskyřice	20-30	5-15	0-12
Rostlinné oleje			
Minerální oleje	20-25	25-40	60
Aditiva (vosky, sušidla,...)	5-10	5-15	1-5

**Pigmenty** dodávají tiskové barvě požadovaný barevný tón. Dělí se na anorganické a organické. V dnešní době pestré ofsetové barvy obsahují téměř výhradně jen organické pigmenty. Z anorganických pestrých pigmentů se občas užívá chromová žluť a feroxyanidová modř. Ofsetové barvy obsahují vysoký počet jemných pigmentů, které se dispergují v pojidle. Pro doladění barevného odstínu pigmentu se mohou přidávat barviva. Je známo, že pigmenty pro ofsetové barvy mají dobrou světlostálost. [22, 23]

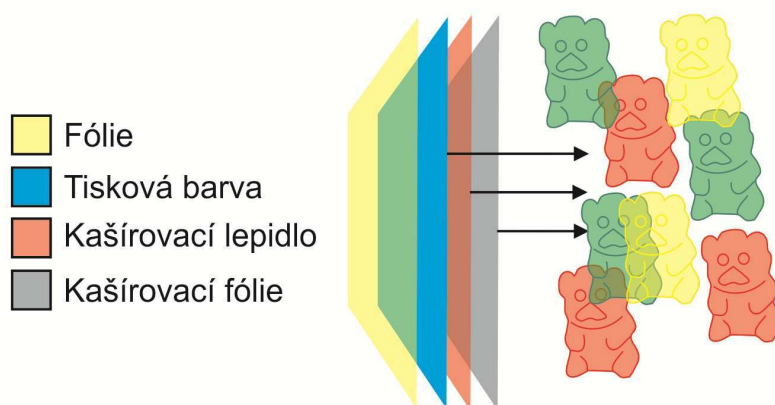
**Filmotvorné látky** jsou další součástí každé tiskové barvy. Umožňují přenos tiskové barvy na potiskovaný materiál a po přenesení přidrží pigmenty na jeho povrchu. Ve výrobě tiskových barev se filmotvorné látky uplatňují buď samotné, nebo rozpuštěné v rozpouštědlech. V prvním případě je pouze součástí pojidla, tj. pojivem. Pojivem je např. pryskyřice, která po rozpuštění v toluenu nebo jiném rozpouštědle tvoří pojidlo tiskové barvy. Tyto směsi obecně napomáhají schnutí nebo tvrzení barev.

Filmotvorné látky se dělí na tři hlavní části, a to na tvrdé pryskyřice, alkydové pryskyřice a rostlinné oleje. Z tvrdých pryskyřic se používají chemicky modifikované kalafuny a to tvrdá kalafuna, estery kalafuny a maleinové pryskyřice. Dále se ve výrobě tiskových barev používají modifikované alkydové pryskyřice. Jejich základní komponenty jsou anhydrid kyseliny ortoftalové, kyselina izoftalová nebo vícemocné alkoholy např. glycerín. Alkydy by měli být rozpustné ve lněném a minerálním oleji. Mezi vysychavé, rostlinné oleje patří lněný, dřevný, konopný, sójový a ricínový olej. U ofsetových tiskových barev minerální oleje s bodem varu 200–400 °C jsou využívány jako rozpouštědla. Nejčastěji se používají složky ropné frakce, hlavně alifatické uhlovodíky. [19, 23]

**Aditiva** jsou látky, které se do tiskových barev dodávají v malém množství. Upravují vlastnosti barev jak v kapalném stavu, tak i po zaschnutí. V ofsetových barvách jsou nejdůležitější aditiva vosky (syntetický polyetylen, polypropylen a polytetrafluoretylen), které zlepšují odolnost vůči oděru a kluznosti. Pro urychlení zasychání barev oxypolymerací se používají sušidla a to soli kovů Mn, Co, Zn a organické kyseliny jako jsou vyšší mastné kyseliny. Tyto sušidla se však nepřidávají do heatsetových barev. Dále se přidávají antioxidanty, které působí proti tvrdnutí (zasychání) barev při skladování. K dobré dispergaci pigmentů přispívají dispergátory. Aditiva také upravují reologické vlastnosti tiskové barvy. [19, 23]

### 2.6.2 Migrace látek z tiskových barev

Při tisku obalů, které přicházejí do styku s potravinami, jsou stanoveny přísné normy zabývající se ochranou před kontaminací potravin obalem a na něj použité materiály (např. STN P ENV 1186-12 Materiály a předměty přicházející do styku s potravinami). Jednou ze sledovaných veličin je migrace látek tiskových barev. Barvy a laky pro tisk obsahují mnoho substancí. Migrace u obalů spočívá v tom, že uvolněné nízkomolekulární látky tiskových barev a laků mohou proniknout přes potiskovaný materiál a tím i projít do zabaleného produktu (obr. 5). Proto obaly pro potraviny mají určitou funkční bariéru. Jednou z těchto funkčních bariér jsou sekundární obaly (chrání primární obal, kterým je výrobek zabalen). U sekundárních obalů běžně k migraci nedochází. Při hodnocení senzorické analýzy je proto důležité jestli se jedná o primární (tzv. spotřební obal, který je v přímém kontaktu s baleným výrobkem) nebo sekundární obal (není v přímém kontaktu s výrobkem a slouží k tomu, aby se nepoškodil primární obal). [24]



Obr. 5 Migrace látek přes potištěný materiál [24]

## **Funkční bariéry**

Bariéry představují v zásadě ochranu proti migrujícím látkám, např. z tiskových barev. Permanentní bariérou jsou sklo a kovy (např. hliníková fólie její tloušťka musí být minimální 7  $\mu\text{m}$ ). U těchto typů bariér je migrace vyloučená. Jako specifické bariéry se mohou považovat fólie reps. vrstvy syntetických hmot. Syntetické hmoty mají pro rozdílné látky velmi rozdílné schopnosti bránit migraci, např. orientované polypropylenové folie jsou dobrou bariérou proti pachům, vzdušné vlhkosti, ale nejsou odolné proti látkám tiskových barev (minerálním olejům, fotoiniciátorům). Prostup látek je závislý na struktuře syntetické vrstvy a také na teplotě. Obal z papíru jako funkční bariéra nevytváří žádnou bariéru proti migrujícím nízkomolekulárním látkám tiskových barev.

Při správném zvolení funkční bariéry je pro daný výrobek možné zabránit migraci nežádoucích látek z tiskových barev. [24, 25]

## **Faktory ovlivňující migraci**

Migraci látek ovlivňuje potiskovaný materiál. Ten musí odpovídat nárokům na obaly, být vhodný pro příslušný tiskový proces a neměl by vykazovat žádné výrazné senzorycké vlastnosti. Forma a design obalu musí zohledňovat vhodný tiskový proces a možný migrační potenciál. Migraci ovlivňuje i množství tiskové barvy nanesené na obal a okolní podmínky působící na obal (teplota, vlhkost, větrání, jako i případné látky v okolí s výraznou vůní). Pro snížení migrace je zásadní vyměňovat si informace ve výrobních procesech o možných rizicích. Pro materiály platí, že musí být daná zpětná kontrola surovin použitých při výrobě obalů. Při výrobě obalů na potraviny bez bariéry je dovolené používat jen tiskové barvy s nízkou migrací. Lepidla hrají při kombinovaných materiálech rozhodující úlohu a musí být vhodná pro toto specifické využití, neboť i z lepidel mohou migrovat nežádoucí látky ovlivňující senzorycké vyhodnocení. [24]

## **Způsob měření migrace**

Pro zjištění migrujících látek z tiskové barvy se používají různé způsoby měření. Mezi ně patří např. kontrola senzoryckých vlastností Robinsonovým testem, stanovení migrujících látek plynovou nebo kapalnou chromatografií ve spojení s hmotnostní spektroskopií, měření migrace na základě hmotnostního úbytku vzorku, atd. [24]

## **2.7 Charakteristika společnosti MWV Svitavy s.r.o.**

Společnost MeadWestvaco (MWV) byla založena v roce 2002 v Richmondu ve Virginii v USA, která dále expandovala do států v Evropě. Pod tuto mateřskou společnost patří také MeadWestvaco Svitavy s.r.o.

Výstavba nového závodu MeadWestvaco Svitavy s.r.o. byla zahájena v červenci 1994 a v srpnu 1995 v něm byla započata nová výroba. V lednu 2012 byla společnost MeadWestvaco Svitavy s.r.o. rozdělena na MWV Svitavy s. r. o. a MWV CZECH s. r. o.

Hlubotisk a ofset jsou dvě hlavní výrobní technologie, které tato firma používá. Jako dokončovací zpracování je zde možno využít horkou foliovou ražbu, plochý nebo rotační výsek, reliéfní ražbu, rozřezávání a lepení.

Hlavními produkty jsou obaly pro tabákové výrobky, tisk etiket na nápoje, obaly pro kosmetiku, cukrovinky a farmacii. [26]

### **3. Experimentální část**

Společnost MWV Svitavy s.r.o. se zaměřuje především na výrobu (tisk) obalů. Jedním z důležitých testů, kterým se hodnotí výsledky produkce, jsou sensorické analýzy chuti a pachu. Cílem této práce bylo vytvořit jednotný postup provádění sensorických analýz chuti a pachu v MWV Svitavy s.r.o. tak, aby výsledky měření byli opakovatelné a reprodukovatelné. V rámci experimentální části byl v první fázi analyzován stávající stav (postup) hodnocení vzorků sensorickou analýzou. Po částečných úpravách stávajícího postupu měření se zpracoval experiment sensorických analýz chuti Robinsonovým testem a pachu. Následně po zpracování výsledků byl navržen modifikovaný postup měření a popsány doporučení jak zlepšit postup a vyhodnocení sensorických analýz chuti a pachu.

#### **3.1 Materiál**

Byly provedeny sensorické analýzy pachu a chuti vzorků vytištěných rozdílnými tiskovými technikami (ofset a hlubotisk). Jako ofsetový tiskový stroj byl použit stroj Speedmaster CD 102 od firmy Heidelberg a jako hlubotiskový stroj Bobst Champlain Lemanic 820.

##### **3.1.1 Materiál pro sensorickou analýzu – chuť**

Při sensorické analýze se použily čtyři druhy různých kartonů a lepenek. Vzhledem k tomu, že cílem bylo hodnocení posuzovatelů (jejich citlivosti), tak tato různorodost použitých materiálů není pro experiment směrodatná. Přesto základní parametry jsou zde uvedeny.

Všechny vzorky vytištěné na hlubotiskovém stroji (vzorky č. 5, 8, 14, 17, 24 a 26) byly tištěny na karton Koppargloss. Koppargloss má gramáž  $200 \text{ g/m}^2$  a tloušťku  $320 \text{ }\mu\text{m}$ . Z jedné strany je potažen vlákny a ze zadní strany kartonu je bez potažení. Jedním z hlavních využití tohoto kartonu je potisk na tabákové obaly.

Za čistý nepotištěný vzorek (vzorky č. 3, 9, 12 a 23) se použil pevný, bělený Crescendo C1S karton. Má gramáž  $230 \text{ g/m}^2$  a tloušťku  $305 \text{ }\mu\text{m}$ .

KlaFold lepenka byla použita pro vzorky č. 2, 4, 10, 11, 15, 16, 18, 19, 21, 27 a 29 potištěné ofsetovým tiskem. KlaFold má gramáž  $185 \text{ g/m}^2$  a tloušťku  $260 \text{ }\mu\text{m}$ . Je oboustranně potažen nebělenými dlouhými vlákny dodávající této lepence pevnost a tuhost. Je používán pro tisk obalů.

Vzorky č. 1, 6, 7, 13, 20, 22, 25 a 30 byly vytištěny na hladkém kartonu Printkote. Printkote má gramáž 280 g/m<sup>2</sup> a tloušťku 381 μm. Má bílý, lesklý povrch s opticky zjasňující vlastnosti na tiskové straně a hladký bez povlaku povrch na zadní straně. Je vhodný pro všechny typy obalů a aplikace tisku.

Společnost MWV Svitavy s.r.o. z důvodu utajení některých technologických postupů neposkytla všechny potřebné technické údaje. A proto v této práci nejsou uvedeny použité barvy pro tisk vzorků.

Vzorky č. 1, 10, 20 a 22 měly základní odstín červené přímé barvy, vzorky č. 4, 15, 18 a 28 měly základní odstín modrý a zeleným odstínem byly charakteristické vzorky č. 11 a 27. Ostatní vzorky byly tisknuty CMYK barvami.

Použité láhve pro tuto analýzu byly prachovnice se zabroušenou zátkou, jejichž objem byl 500 ml.

K hodnocení Robinsonova testu byla použita mléčná čokoláda od firmy Milka.

### 3.1.2 Materiál pro senzickou analýzu – pach

Z důvodů změny organizátora měření senzické analýzy pachu, došlo ke ztrátě informací o použitých materiálech papíru a o použitých barvách. Vzhledem k tomu, že cílem bylo hodnocení posuzovatelů, tak tato ztráta informací významně neovlivnila experiment.

Použité láhve pro tuto analýzu byly skleněné s plastovým uzávěrem, jejichž objem byl 500 ml.

### 3.2 Posuzovatelé

Senzické analýzy chuti a pachu se zúčastnili zkušení i nezkušení posuzovatelé (tab. 2 a 3) ve věkovém rozhraní od 25 do 50 let (průměrný věk posuzovatelů byl 37 let).

Tabulka 2. Posuzovatelé pro senzickou analýzu – chuť

Posuzovatelé	Zdravotní stav	Zkušenost	Pohlaví
Posuzovatel 1	Dobrý	Ano	Žena
Posuzovatel 2	Dobrý	Ano	Žena
Posuzovatel 3	Dobrý	Ano	Muž
Posuzovatel 4	Nemoc	Ne	Žena
Posuzovatel 5	Dobrý	Ne	Žena
Posuzovatel 6	Nemoc	Ano	Muž

Tabulka 3. Posuzovatelé pro sensorickou analýzu – pach

Posuzovatelé	Zdravotní stav	Zkušenost	Pohlaví
Posuzovatel 1	Dobrý	Ne	Žena
Posuzovatel 2	Dobrý	Ano	Žena
Posuzovatel 3	Dobrý	Ano	Muž
Posuzovatel 4	Dobrý	Ano	Žena
Posuzovatel 5	Dobrý	Ano	Muž
Posuzovatel 6	Dobrý	Ne	Muž

### 3.3 Sensorická analýza – chuť

Hlavním důvodem provádění sensorické analýzy chuti je zjištění a následné minimalizování změny chuti konečného výrobku.

#### 3.3.1 Stávající postup sensorické analýzy chuti v MWV Svitavy s.r.o.

Sensorická analýza pro vyhodnocení chuti se ve společnosti MeadWestvaco Svitavy s.r.o. prováděla v předešlých letech pomocí Robinsonova testu následujícím způsobem.

##### Příprava vzorku

Důležitým krokem je správný odběr archu pro vytvoření zkušebního vzorku a to z právě vytištěných archů z konkrétní tiskové palety pro daný testovaný výrobek. Arch by neměl být odebrán ze tří prvních ležících archů ve stohu, jinak na jeho poloze nezáleží. Po odebrání se arch ihned přenesse do laboratoře, která splňuje požadované podmínky pro vyhodnocování sensorické analýzy (teplota  $23\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$  a relativní vlhkost  $50\% \pm 2\%$ ).

Z přeneseného potištěného archu se připraví 5 ks výseků o rozměrech  $20 \times 10\text{ cm}$  (celkem  $1000\text{ cm}^2$ ). Dále se do malé Petriho misky o výšce 10 mm a průměru 50 mm nastrouhá mléčná čokoláda do cca 2/3 jejího objemu. Petriho miska se následně vloží i s čokoládou do uzavíratelné nádoby s víkem a nad ní se umístí shora 5 ks poskládaného vzorku tak, aby se jí ani čokolády nedotýkaly. Nakonec se nádoba s miskou čokolády a vzorkem pevně uzavře.

##### Skladování

Posuzovaný vzorek se uskladní na 48 hodin v laboratorních podmínkách.



### **Příprava referenčního vzorku**

Těsně před testem se nastrohá čerstvá mléčná čokoláda do Petriho misky o výšce 45 mm a průměru 80 mm jako referenční vzorek. Tato miska s čokoládou se zabalí do neprodyšného obalu a uskladní se v chladícím zařízení.

### **Postup pro senzorické provádění testu chuti**

Hodnocení se účastní 3 až 6 posuzovatelů (optimálně 6).

Posuzovaný vzorek se hodnotí po 48 hodinách. Každý posuzovatel pomocí nerezové lžičky ochutnává nejprve referenční vzorek a poté analyzovaný vzorek. Je nutné dbát na to, aby se lžička nedotýkala úst. Při kontaktu jazyka s nerezovou lžičkou by se mohla ovlivnit chuť posuzovatele.

### **Vyhodnocení**

Každý posuzovatel po ochutnávce vzorků provede jejich hodnocení na pěti bodové stupnici (od 0 do 4). Výsledek je naznačen pomocí prstů jedné ruky. Pokud se výsledky dvou posuzovatelů výrazně liší (např. 1 a 3), je třeba test opakovat.

### **Stupnice rozdílů zkoumaného a referenčního vzorku:**

0. žádný rozdíl proti referenčnímu,
1. právě postřehnutelný rozdíl proti referenčnímu (nepopsatelný),
2. nevýrazný rozdíl (právě popsateľný),
3. jednoznačný rozdíl (snadno popsateľný),
4. velmi výrazný rozdíl.

Je vhodné, když pozorovatelé doplní svá hodnocení krátkým komentářem. Subjektivní dojem posuzovatele o druhu pachuti (např. olej, barva, lak, aceton, ...).

Takto získaná data se zpracují pomocí mediánu, jehož hodnota nesmí být větší nebo rovna hodnotě 2,5.

Nejvýše možnou hodnotu mediánu určuje zákazník. Jestliže si zvolí nejvýše možný výsledek 1,5 a při vyhodnocení senzorické analýzy chuti se vyhodnotí medián 2, celá zkouška se musí opakovat.

### 3.3.2 Experimentální výsledky senzoričké analýzy – chuť

Posouzení opakovatelnosti (jestli posuzovatel dokáže tentýž vzorek ohodnotit stejným bodem) a reprodukovatelnosti (jestli posuzovatelé dokážou stejně ohodnotit tentýž vzorek) vzorků posuzovateli byl cílem experimentu.

Vzorky č. 1, 2, 4, 6, 7, 10, 11, 13, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 22, 25, 27, 28, 29 a 30 byly vytištěny ofsetovým strojem. Hlubotiskovou technologií byly zhotoveny vzorky č. 5, 8, 14, 17, 24 a 26. Vzorky č. 3, 9, 12 a 23 byly nepotištěné, čisté kartony.

U senzoričké analýzy chuti pomocí Robinsonova testu byla hodnocena opakovatelnost a reprodukovatelnost výsledků jednotlivých posuzovatelů. Pro toto vyhodnocení se použila ordinální (stupňovitá) data, tzv. atributní (nespojité) data. Pro zpracování bylo nutné, aby každý posuzovatel vyhodnotil 30 vzorků. Jako první byl připraven test ze šesti sad po pěti vzorcích (tab. 4). Druhý test byl zhotoven pro posouzení opakovatelnosti výsledků posuzovatelů (tab. 5). Vzorky byly připraveny dle stávajícího postupu (viz. kapitola 3.3.1) a uloženy na tmavé místo po dobu 48 hodin. Nejprve se hodnotila první sada s pěti vzorky a po 15 minutách pauzy se hodnotilo pro posouzení opakovatelnosti pět stejných vzorků v jiném pořadí. Takto se testovalo všech 6 sad po dobu tří dnů. Každý den dvě sady, jedna ráno od 9 do 11 hodin a druhá odpoledne od 14 do 16 hodin.

Tato metoda byla měřena šesti posuzovateli viz. kapitola 3.2, ale kvůli neúčasti celého hodnocení tří posuzovatelů (4, 5 a 6) nebyla zplněna podmínka, aby každý posuzovatel vyhodnotil 30 vzorků, proto bylo vyhodnoceno měření pouze pro tři posuzovatelé, kteří se zúčastnili celého měření.

V tabulce 4 jsou uvedeny hodnoty prvního vyhodnocování testu zhotoveného Robinsonovým testem za použití mléčné čokolády značky Milka. Při této zkoušce se vzorky č. 2, 5, 15, 27 a 29 považují za nevyhovující (rozdíl hodnocení mezi posuzovateli je vyšší nebo roven 2) a je žádoucí, aby se jejich zkouška znovu provedla od začátku. V opakovaném hodnocení (tab. 5) bylo sledováno, zda posuzovatelé mohou zopakovat své hodnocení. Vzorky č. 2, 5, 8 a 29 byly považovány za nevyhovující a jejich zkouška by se měla opětovně vyhodnotit. Opakování testů nebylo provedeno.

Posuzovatelé obdrželi při hodnocení tabulku s následujícími informacemi:

- nesmí se provádět více než 5 zkoušek následujících po sobě,
- mezi každou zkouškou by měla být přestávka po dobu 30 sekund,
- počínaje intenzitou 2 můžete uvést popis chuti,
- vyhněte se styku s tabákem nebo s výraznými chutěmi nejméně 60 minut před provedením testu.

Platí pravidlo, že při rozdílném hodnocení vzorků v testu o 2 a více bodů např. 1 a 3 by bylo žádoucí test s nevyhovujícími vzorky opakovat (tab. 4 a 5).

### **Stupnice hodnocení intenzity pachu**

0. žádný rozdíl proti referenčnímu,
1. právě postřehnutelný rozdíl proti referenčnímu (nepopsatelný),
2. nevýrazný rozdíl (právě popsateľný),
3. jednoznačný rozdíl (snadno popsateľný),
4. velmi výrazný rozdíl.

Tabulka 4. Vyhodnocení senzorycké analýzy chuti (Robinsonův test) – test 1.

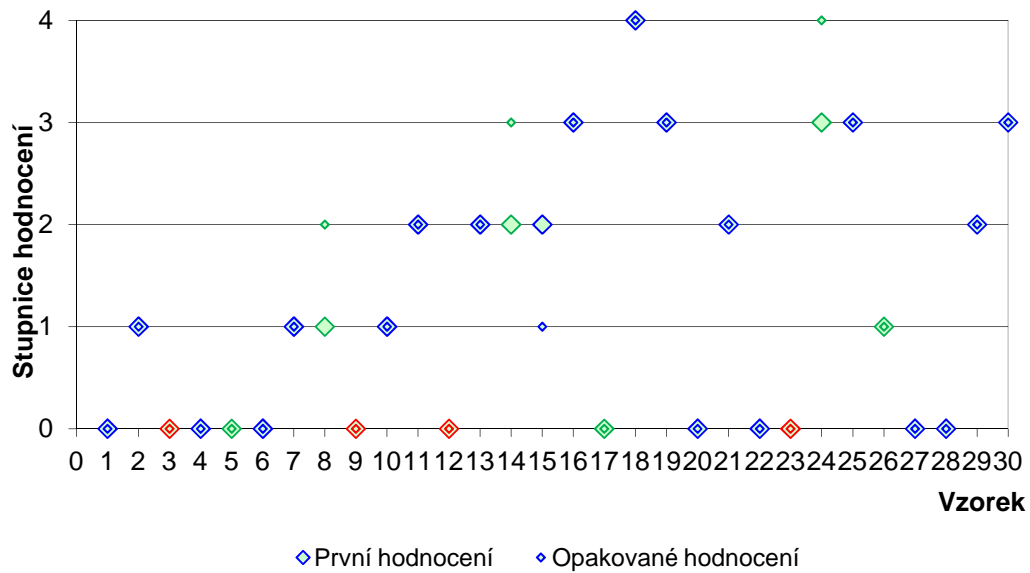
Vzorek	Posuzovatel 1	Posuzovatel 2	Posuzovatel 3	Min	Max	Rozdíl	Opakovat test
1	0	0	0	0	0	0	Ne
2	1	3	2	1	3	2	Ano
3	0	0	0	0	0	0	Ne
4	0	1	1	0	1	1	Ne
5	0	0	2	0	2	2	Ano
6	0	0	0	0	0	0	Ne
7	1	1	1	1	1	0	Ne
8	1	2	2	1	2	1	Ne
9	0	0	0	0	0	0	Ne
10	1	1	2	1	2	1	Ne
11	2	1	1	1	2	1	Ne
12	0	0	0	0	0	0	Ne
13	2	2	3	2	3	1	Ne
14	2	3	3	2	3	1	Ne
15	2	0	0	0	2	2	Ano
16	3	3	3	3	3	0	Ne
17	0	0	0	0	0	0	Ne
18	4	4	3	3	4	1	Ne
19	3	4	4	3	4	1	Ne
20	0	0	0	0	0	0	Ne
21	2	3	3	2	3	1	Ne
22	0	1	1	0	1	1	Ne
23	0	0	0	0	0	0	Ne
24	3	3	4	3	4	1	Ne
25	3	3	3	3	3	0	Ne
26	1	2	2	1	2	1	Ne
27	0	2	1	0	2	2	Ano
28	0	0	0	0	0	0	Ne
29	2	4	3	2	4	2	Ano
30	3	4	4	3	4	1	Ne

Tabulka 5. Opakování senzoričké analýzy chuti (Robinsonův test) – test 2.

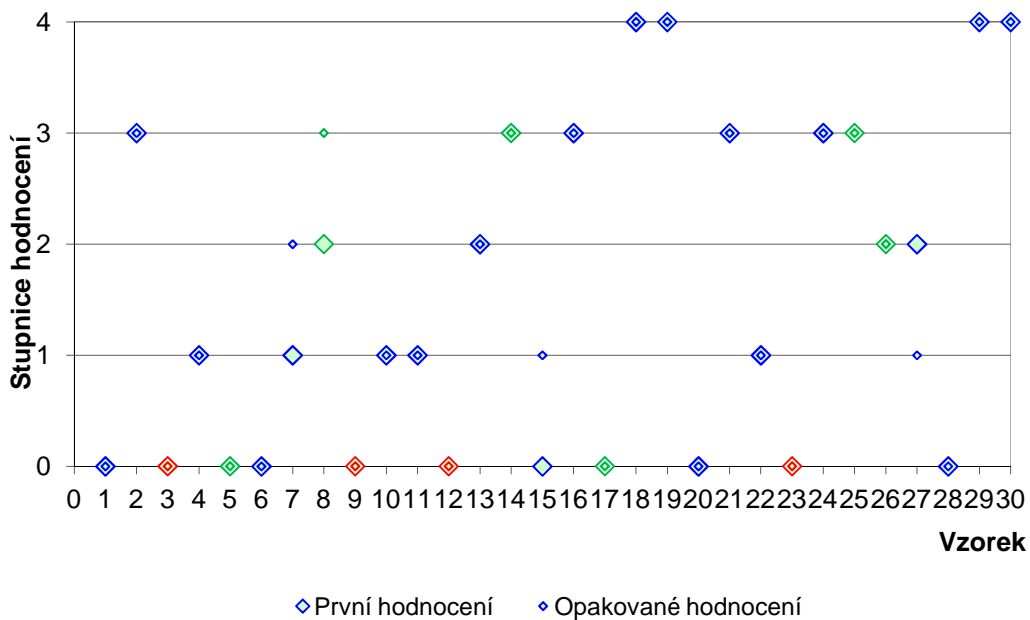
Vzorek	Posuzovatel 1	Posuzovatel 2	Posuzovatel 3	Min	Max	Rozdíl	Opakovat test
1	0	0	0	0	0	0	Ne
2	1	3	2	1	3	2	Ano
3	0	0	0	0	0	0	Ne
4	0	1	1	0	1	1	Ne
5	0	0	2	0	2	2	Ano
6	0	0	0	0	0	0	Ne
7	1	2	1	1	2	1	Ne
8	2	3	1	1	3	2	Ano
9	0	0	0	0	0	0	Ne
10	1	1	2	1	2	1	Ne
11	2	1	1	1	2	1	Ne
12	0	0	0	0	0	0	Ne
13	2	2	3	2	3	1	Ne
14	3	3	3	3	3	0	Ne
15	1	1	0	0	1	1	Ne
16	3	3	2	2	3	1	Ne
17	0	0	0	0	0	0	Ne
18	4	4	3	3	4	1	Ne
19	3	4	4	3	4	1	Ne
20	0	0	0	0	0	0	Ne
21	2	3	3	2	3	1	Ne
22	0	1	0	0	1	1	Ne
23	0	0	0	0	0	0	Ne
24	4	3	4	3	4	1	Ne
25	3	3	2	2	3	1	Ne
26	1	2	2	1	2	1	Ne
27	0	1	1	0	1	1	Ne
28	0	0	0	0	0	0	Ne
29	2	4	3	2	4	2	Ano
30	3	4	4	3	4	1	Ne

Z výsledků vyplývá, že při tomto testu byla opakovatelnost hodnocení posuzovatelů 86,67%. Aby byla opakovatelnost pro vyhodnocení senzoričké analýzy dostačující, je nutné získat výsledek hodnocení nejméně 85 %.

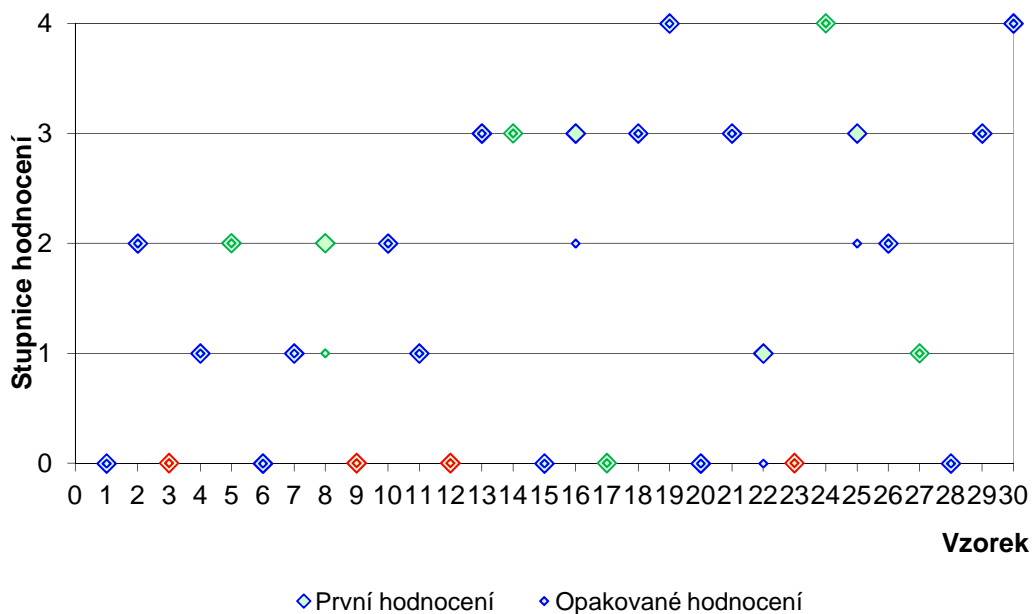
Na obr. 6, 7 a 8 jsou uvedeny výsledky jednotlivých posuzovatelů sensorické analýzy chuti Robinsonovým testem. Ofsetový tisk znázorňuje modrá barva, zelená je pro vzorky tištěné na hlubotiskovém stroji a čistý papír má červenou barvu.



Obr. 6 Vyhodnocení opakovatelnosti, Robinsonův test – posuzovatele 1



Obr. 7 Vyhodnocení opakovatelnosti, Robinsonův test – posuzovatele 2



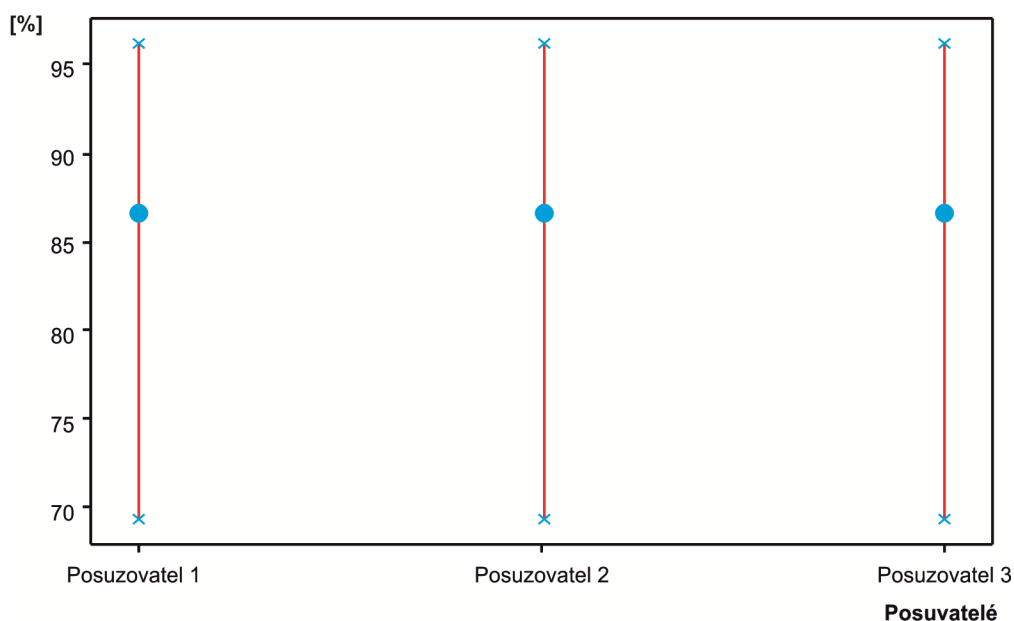
Obr. 8 Vyhodnocení opakovatelnosti, Robinsonův test – posuzovatele 3

Všichni tři posuzovatelé u vzorků s nepotištěným čistým papírem necítili na čokoládě žádný rozdíl oproti referenčnímu vzorku (čerstvé čokoládě) a ohodnotili je bodem 0 jak v prvním, tak i opakovaném hodnocení. Mezi vzorky potištěné hlubotiskovou technikou a na ofsetovém stroji byl nepoměr 6:20, a tak je obtížné stanovit, jestli metoda tisku (použitý druh barev) má v tomto případě vliv na chuť čokolády.

Z výsledků vyhodnocení reprodukovatelnosti je zřejmé, že se posuzovatelé dokážou shodnout v 26 hodnocení z 30 (tab. 6). Hodnota 95% intervalu spolehlivosti (95% IS) byla vypočítána programem Minitab a znázorňuje spolehlivost hodnocení (obr. 9). U všech posuzovatelů byla spolehlivost vyhodnocení vzorků minimálně 69,28% a maximální spolehlivost 96,24%.

Tabulka 6. Výsledky senzoričké analýzy chuti posuzovatelů

Posuzovatelé	Vzorků	Shoda	[%]	95 % IS
Posuzovatel 1	30	26	86,67	(69,28; 96,24)
Posuzovatel 2	30	26	86,67	(69,28; 96,24)
Posuzovatel 3	30	26	86,67	(69,28; 96,24)



Obr. 9 Vyhodnocení reprodukovatelnosti posuzovatelů

### 3.3.3 Navrhovaný postup senzorní analýzy chuti pro MWV Svitavy s.r.o.

V následujícím textu jsou uvedeny návrhy pro zlepšení stávajících postupů hodnocení vzorků pomocí Robinsonova testu ve společnosti MWV Svitavy s.r.o.

Pozornost ve společnosti MeadWestvaco Svitavy s.r.o. by měla být především zaměřena na samotné posuzovatele. Při vyhodnocování vzorků posuzovateli je ukazatel opakovatelnosti hodnocení a reprodukovatelnosti výsledků na minimální požadované hranici, to však neznamená, že by posuzovatelé nemohli dosahovat lepších výsledků.

V této společnosti nejsou vycvičení posuzovatele, ani nejsou přezkoušeni z citlivosti chutí. Bylo by tedy vhodné provést srovnávací zkoušky a cvičení zaměřená na identifikaci chuti a její intenzity. Pro samotné vyhodnocování je žádoucí mít stálý počet posuzovatelů (minimálně 6), kteří se budou účastnit hodnocení, aby nedošlo k rozdílným výsledkům díky malému počtu nebo příliš velkému počtu posuzovatelů.

Místnost pro senzorní vyhodnocování musí být bez zápachu a bez jakýchkoliv rušivých elementů, které by ztěžovaly nebo ovlivňovaly výsledky hodnocení. Těmito podmínkám nevyhovují stávající prostory sloužící k analýze vzorků. Vyhodnocování vzorků by bylo vhodné přesunout do klidnější místnosti např. kanceláře nebo konferenční místnosti, kde by byl klid a pro každého účastníka hodnocení i příjemnější podmínky.



### **Příprava vzorku**

Postup přípravy vzorku stávajícím postupem pro Robinsonův test je jednoduchý, srozumitelný a z hlediska dodržování normy ČSN ISO 3972 metodologie zkoumání chuti správný.

### **Příprava referenčního vzorku**

Jako referenční vzorek je zde používána obyčejná mléčná čokoláda, která je nastrouhána do Petriho misky. Pro správné vyhodnocování sensorické analýzy chuti by referenční vzorek měl být připraven stejným způsobem jako testovaný vzorek a dále uložen do uzavíratelné nádoby s víkem jako měřený vzorek.

### **Skladování**

Oba vzorky (testovací i srovnávací) se uskladní po dobu 48 hodin v temném, pachu prostém místě při laboratorních podmínkách.

Referenční vzorek by se měl uskladnit na stejnou dobu, jako je uskladněn zkoušený vzorek, aby nedošlo ke zkreslení vyhodnocení díky tomu, že se při zkoušce používá čerstvá čokoláda z chladicího zařízení, jak bylo prováděno dle stávajícího postupu.

### **Postup pro sensorické provádění testu chuti**

Hodnocení se zúčastní minimálně 6 posuzovatel. Pro jednu zakázku by bylo vhodné použít vždy stejný počet posuzovatelů. Po 48 hodinách se hodnotí posuzovaný vzorek. Každý posuzovatel dostane nerezovou lžičku a ochutnává vždy nejprve referenční vzorek a poté hodnocený vzorek. Je nutné dbát na to, aby se lžička nedotýkala úst a nezpůsobila tak zkreslení hodnocení kovovou chutí. Také by měl být vzorek dostatečně dlouho v ústní dutině, aby se zachytila chuť vzorku na chuťových pohárkách v ústech.

### **Vyhodnocení**

Současný způsob vyhodnocování pomocí prstů není příliš vhodný, protože se hodnocení provádí skupinově a může dojít k ovlivnění dalších posuzovatelů. Při vyhodnocení každý posuzovatel dostane svoji vlastní tabulku, kde zapisuje své hodnocení dle pěti bodové stupnice (viz. níže) hned po ochutnání vzorku a po ukončení testu ji odevzdá.

Organizátor testu pak výsledky všech posuzovatelů vyhodnotí najednou. Při odlišném hodnocení mezi dvěma posuzovateli (např. 1 a 3) se test opakuje.

### **Stupnice rozdílů zkoumaného a referenčního vzorku:**

Upravený popis charakterizující rozdíl mezi jednotlivými stupni pro lepší ohodnocení vzorku.

0. žádný rozdíl,
1. těžko postřehnutelný rozdíl (velmi malý, ale vnímatelný),
2. nevýrazný rozdíl (malý vnímatelný rozdíl),
3. jednoznačný rozdíl (rozdíl jednoznačně vnímatelný),
4. velmi výrazný rozdíl (významná pachůť).

### **3.4 Senzorická analýza – pach**

Hlavním důvodem proč se tato analýza provádí je snaha zabránit, nebo aspoň minimalizovat změny pachu daného výrobku při balení do potištěného obalu. I zde, jak v sensorické analýze chuti, je důležité zda se jedná o primární nebo sekundární obal.

#### **3.4.1 Stávající postup sensorické analýzy pachu v MWV Svitavy s.r.o.**

##### **Příprava vzorku**

Postup odebrání a přenesení vzorku do laboratoře se provádí stejným způsobem jako u předchozí sensorické analýzy chuti. Laboratoř by měla splňovat požadované podmínky pro vyhodnocování sensorické analýzy (teplota  $23\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$  a relativní vlhkost  $50\% \pm 2\%$ ).

Z přeneseného potištěného archu se připraví 5 ks výseků o rozměrech  $20 \times 10\text{ cm}$  (celkem  $1000\text{ cm}^2$ ). Vzorek se vloží do uzavíratelného hliníkového sáčku, který je inertní vůči pachům. Takto připravený vzorek se uloží na 24 hodin do temného, pachu prostého místa.

##### **Příprava referenčního vzorku**

Za stejných laboratorních podmínek se uloží typově stejný, prázdný, pachu prostý hliníkový sáček do temného místa.

##### **Postup pro sensorické provádění testu pachu**

Vyhodnocení se provádí po 24 hodinách. Hodnocení se účastní 3 až 6 posuzovatelů (optimálně 6).

Posuzovatelé hodnotí pachové vjemy postupně a nezávisle na sobě. Nejdříve se hodnotí referenční vzorek, přičichnutím k otevřenému sáčku. Stejným způsobem se hodnotí pachový vjem sáčku se vzorkem. Každý posuzovatel si po otevření sáčku okamžitě čichne a ihned ho uzavře a předá dalšímu hodnotiteli.

Ve společnosti MWV Svitavy s.r.o. je stanoveno pro lepší ohodnocení vzorku používat navíc druhou část hodnocení, kdy se tentýž vzorek hodnotí tak, že každý posuzovatel dvakrát až třikrát otevře sáček, aby se do něj dostal vzduch, a pak k němu přičichne. Po nadechnutí sáček okamžitě uzavře a podá dalšímu posuzovateli.

### **Vyhodnocení**

Každý posuzovatel po čichnutí ukáže na prstech připravovateli testu výsledek svého hodnocení, dle 5 bodové stupnice (od 0 do 4). Při výrazně odlišném hodnocení (např. 1 a 3) se test opakuje.

### **Stupnice rozdílů zkoumaného a referenčního vzorku:**

0. žádný rozdíl proti referenčnímu,
1. právě postřehnutelný rozdíl proti referenčnímu (nepopsatelný),
2. nevýrazný rozdíl (právě popsateľný),
3. jednoznačný rozdíl (snadno popsateľný),
4. velmi výrazný rozdíl.

Výsledky je vhodné doplnit krátkým komentářem. Subjektivní dojem posuzovatele na testovaný vzorek o druhu pachu (např. mléko, krém, parfém, ...).

Vyhodnocení je zpracováno mediánem, který nesmí být roven nebo větší než 2,5. Jak tomu bylo i při sensorické analýze chuti tak i u pachu nejvýše možnou hodnotu mediánu určuje zákazník. Jestliže si zvolí nejvýše možný výsledek 1,5 a při vyhodnocení sensorické analýzy pachu se vyhodnotí medián 2, celá zkouška by se měla opakovat.

### **3.4.2 Experimentální výsledky sensorické analýzy – pach**

Cílem experimentu sensorické analýzy pachu bylo vyhodnotit opakovatelnost a reprodukovatelnost vzorků šesti posuzovateli. I zde pro vyhodnocení se použila ordinální (stupňovitá) data, tzv. atributní (nespojité) data. Pro zpracování bylo nutné, aby každý posuzovatel vyhodnotil 30 vzorků. Jako první byl připraven test z šesti sad po pěti vzorcích (tab. 7). Druhý test byl zhotoven pro posouzení opakovatelnosti (tab. 8). Vzorky byly vloženy do láhví, které se uzavřeli plastovým víkem, a následně se láhve obalily alobalem a vložily na 24 hodin do tmavého místa. Nejprve se hodnotilo ráno od 9 do 11 hodin všech šest sad s pěti vzorky, po každé sadě bylo 15 minut pauzy. Odpoledne od 14 do 16 hodin se hodnotila opakovatelnost všech šesti sad z pěti stejných vzorků v jiném pořadí.

V tabulce 7. jsou zaznamenány hodnoty prvního vyhodnocování testu pro senzorickou analýzu pachu. Platí pravidlo, že při rozdílném hodnocení o 2 a více bodů např. 1 a 3 by se test měl opakovat (tab. 7 a 8). V této zkoušce vzorky č. 2, 3, 4, 6, 8, 9, 10, 15, 16, 17, 18, 21, 22, 25, 28 a 29 nebyly vhodné a jejich zkoušku by bylo vhodné opakovat. V tabulce 8. jsou uvedeny výsledky opakovaného měření, které mělo za cíl prokázat, zda posuzovatelé dokážou zopakovat své předchozí hodnocení vzorků. Vzorky v této části byly z větší části nevyhovující senzorické analýze. U vzorků č. 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 13, 14, 15, 16, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 28, 29 a 30 by se celá zkouška měla opakovat.

Posuzovatelé obdrželi při hodnocení tabulku s následujícími informacemi:

- nesmí se provádět více než 5 zkoušek následujících po sobě,
- mezi každou zkouškou by měla být přestávka po dobu 1 – 2 minut,
- počínaje intenzitou 2 můžete uvést popis chuti.

#### **Stupnice hodnocení intenzity pachu**

0. žádný vnímatelný pach,
1. pach právě zachytitelný (obtížně definovatelný),
2. slabý pach,
3. zřetelný pach,
4. silný pach.

Tabulka 7. Vyhodnocení senzorické analýzy pachu – test 1.

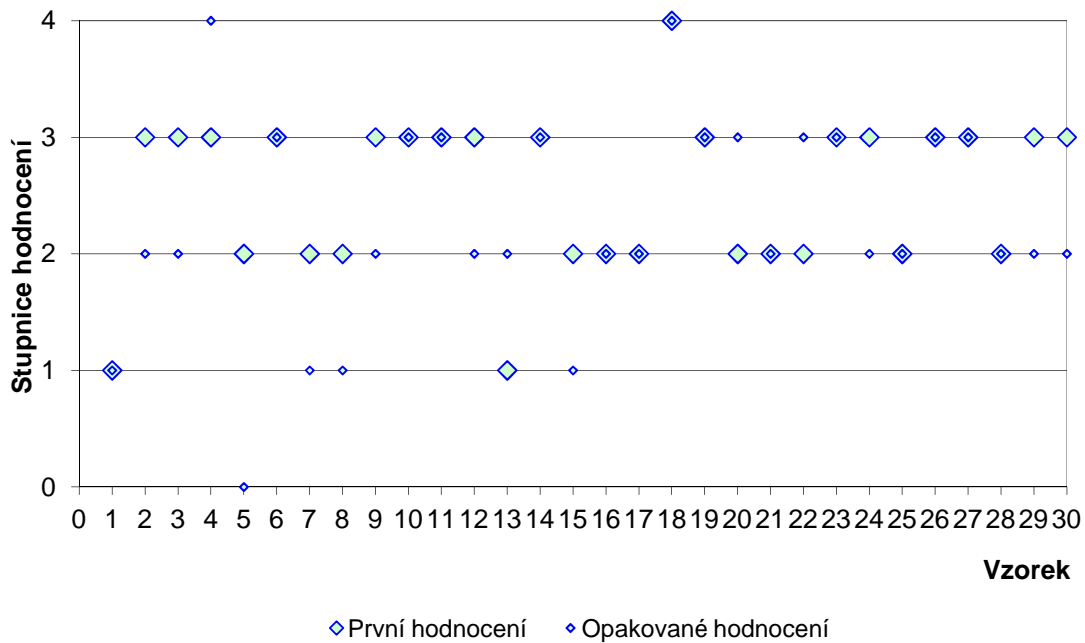
Vzorek	Pos. 1	Pos. 2	Pos. 3	Pos. 4	Pos. 5	Pos. 6	Min	Max	Rozdíl	Opakovat test
1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	Ne
2	3	1	4	2	1	3	1	4	3	Ano
3	3	4	1	3	4	4	1	4	3	Ano
4	3	4	2	3	2	4	2	4	2	Ano
5	2	2	2	2	2	1	1	2	1	Ne
6	3	2	2	4	2	4	2	4	2	Ano
7	2	2	2	2	3	3	2	3	1	Ne
8	2	4	2	3	4	4	2	4	2	Ano
9	3	2	2	4	2	2	2	4	2	Ano
10	3	3	3	3	1	2	1	3	2	Ano
11	3	3	3	3	2	2	2	3	1	Ne
12	3	4	3	3	3	3	3	4	1	Ne
13	1	2	1	1	1	1	1	2	1	Ne
14	3	4	4	4	3	4	3	4	1	Ne
15	2	2	2	4	4	1	1	4	3	Ano
16	2	2	1	2	1	3	1	3	2	Ano
17	2	1	2	2	1	0	0	2	2	Ano
18	4	3	2	3	3	3	2	4	2	Ano
19	3	3	3	4	3	4	3	4	1	Ne
20	2	3	2	3	3	3	2	3	1	Ne
21	2	4	3	3	4	3	2	4	2	Ano
22	2	3	1	4	2	3	1	4	3	Ano
23	3	3	4	4	3	3	3	4	1	Ne
24	3	3	3	4	4	4	3	4	1	Ne
25	2	4	2	4	2	2	2	4	2	Ano
26	3	3	3	4	3	4	3	4	1	Ne
27	3	3	2	2	3	2	2	3	1	Ne
28	2	3	2	2	4	2	2	4	2	Ano
29	3	4	3	3	2	1	1	4	3	Ano
30	3	4	3	3	4	3	3	4	1	Ne

Tabulka 8. Opakování sensorické analýzy pachu – test 2.

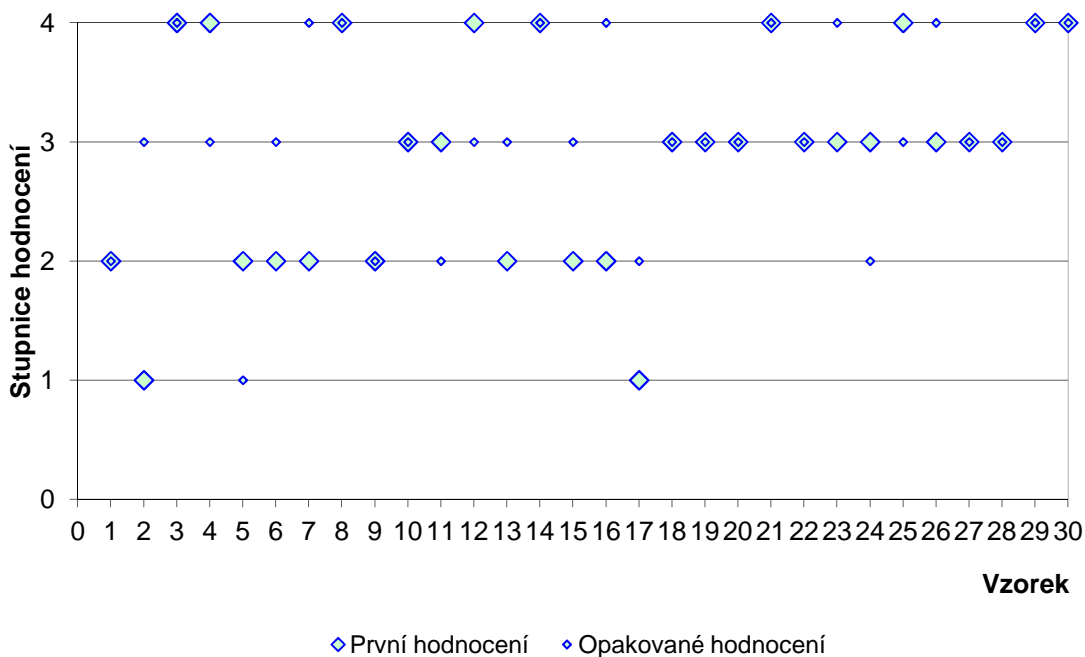
Vzorek	Pos. 1	Pos. 2	Pos. 3	Pos. 4	Pos. 5	Pos. 6	Min	Max	Rozdíl	Opakovat test
1	1	2	1	2	1	1	1	2	1	Ne
2	2	3	4	2	2	3	2	4	2	Ano
3	2	4	2	2	2	4	2	4	2	Ano
4	4	3	3	2	3	2	2	4	2	Ano
5	0	1	1	2	1	0	0	2	2	Ano
6	3	3	2	4	2	3	2	4	2	Ano
7	1	4	2	1	2	4	1	4	3	Ano
8	1	4	1	2	4	4	1	4	3	Ano
9	2	2	2	1	2	2	1	2	1	Ne
10	3	3	3	2	3	1	1	3	2	Ano
11	3	2	2	3	2	2	2	3	1	Ne
12	2	3	3	3	2	2	2	3	1	Ne
13	2	3	1	0	2	0	0	3	3	Ano
14	3	4	3	4	2	4	2	4	2	Ano
15	1	3	2	1	1	1	1	3	2	Ano
16	2	4	1	0	2	3	0	4	4	Ano
17	2	2	2	2	2	1	1	2	1	Ne
18	4	3	3	3	2	2	2	4	2	Ano
19	3	3	3	3	3	2	2	3	1	Ne
20	3	3	2	2	1	2	1	3	2	Ano
21	2	4	4	3	3	1	1	4	3	Ano
22	3	3	2	3	1	2	1	3	2	Ano
23	3	4	3	4	2	2	2	4	2	Ano
24	2	2	1	4	4	4	1	4	3	Ano
25	2	3	2	3	1	2	1	3	2	Ano
26	3	4	3	4	3	3	3	4	1	Ne
27	3	3	3	3	3	2	2	3	1	Ne
28	2	3	1	1	3	2	1	3	2	Ano
29	2	4	2	2	2	3	2	4	2	Ano
30	2	4	3	4	2	2	2	4	2	Ano

Z výsledků je zřejmé, že posuzovatelé často nedokážou zopakovat svém hodnocení vzorků s odstupem času. Nejlepšího výsledku dosáhl nezkušený posuzovatel 6, který se shodl v 16 vzorcích z 30, což je 53,33% a nejhorších výsledků dosahoval posuzovatel 4, který měl shodu výsledků pouze 33,33%. Na obr. 10, 11, 12, 13, 14 a 15 jsou uvedeny shody jednotlivých posuzovatelů při opakovaném hodnocení stejných vzorků (podávány v jiném pořadí). Posuzovatelé vzorků by měli získat nejméně 85%, aby byla opakovatelnost sensorické

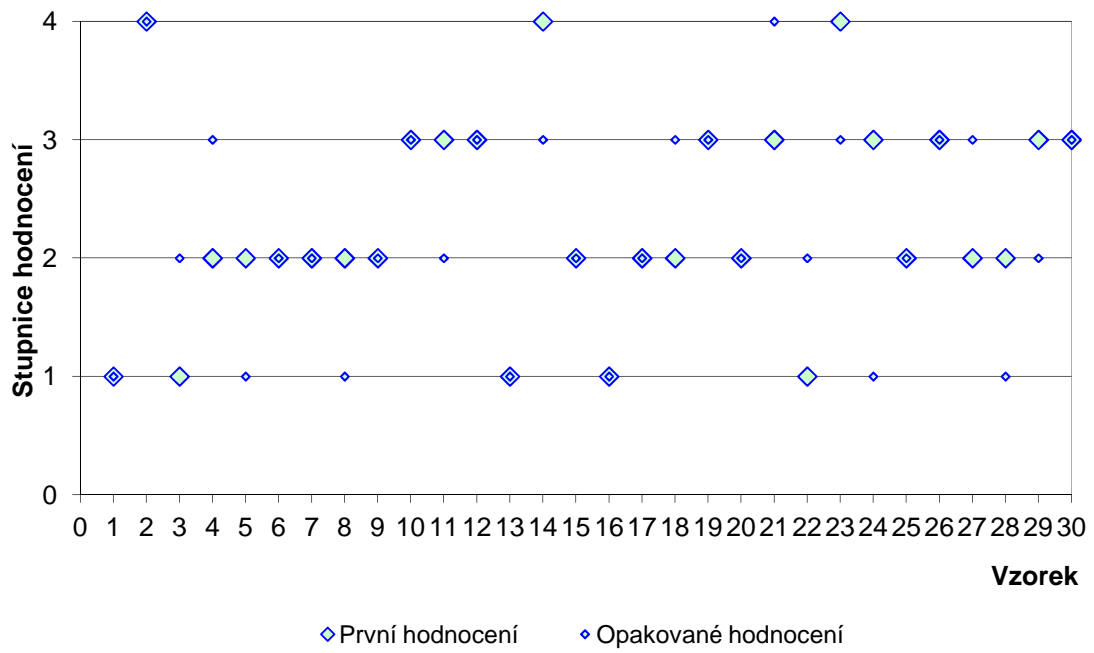
analýzy dostačující a správná. Výsledky ukazují, že ani jeden posuzovatel nesplnil toto kritérium.



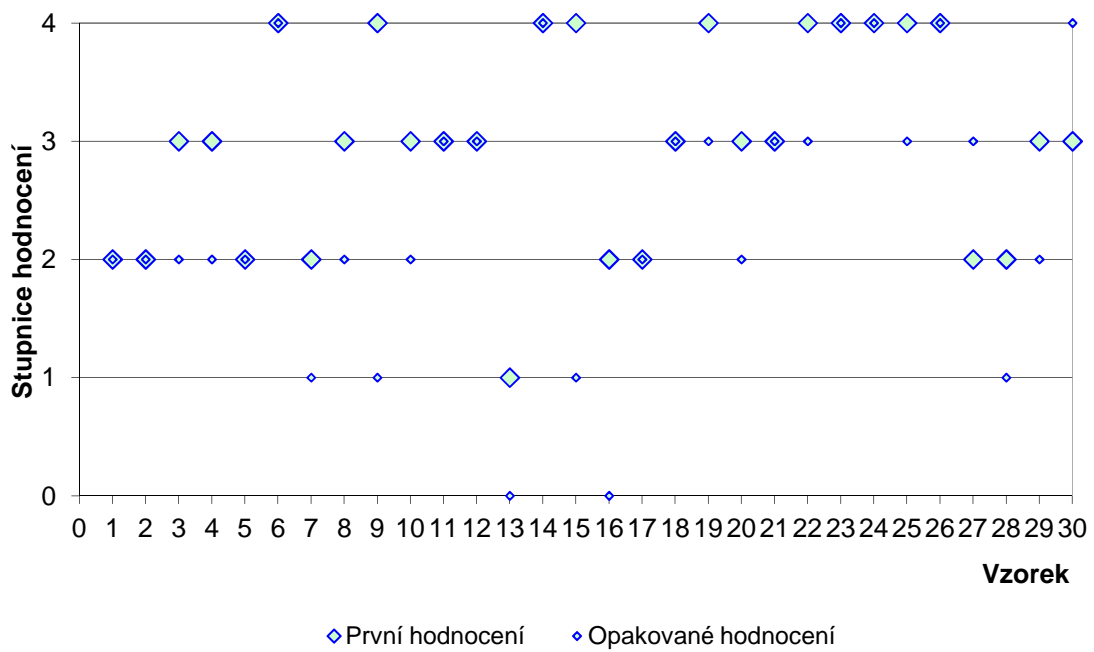
Obr. 10 Vyhodnocení opakovatelnosti, pachový test – posuzovatele 1



Obr. 11 Vyhodnocení opakovatelnosti, pachový test – posuzovatele 2

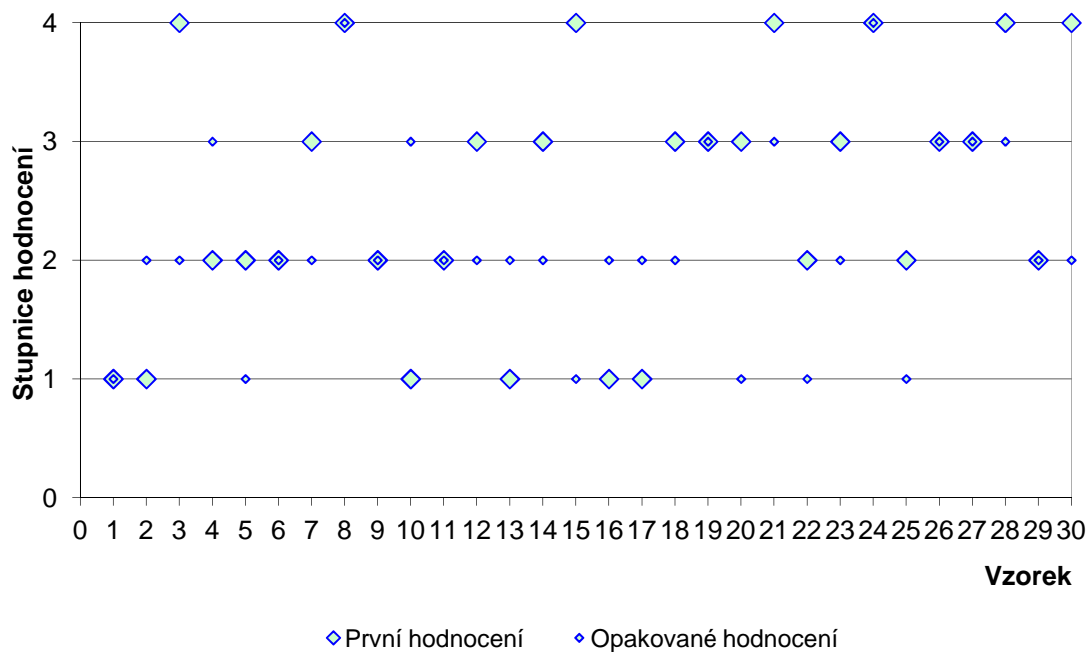


Obr. 12 Vyhodnocení opakovatelnosti, pachový test – posuzovatele 3

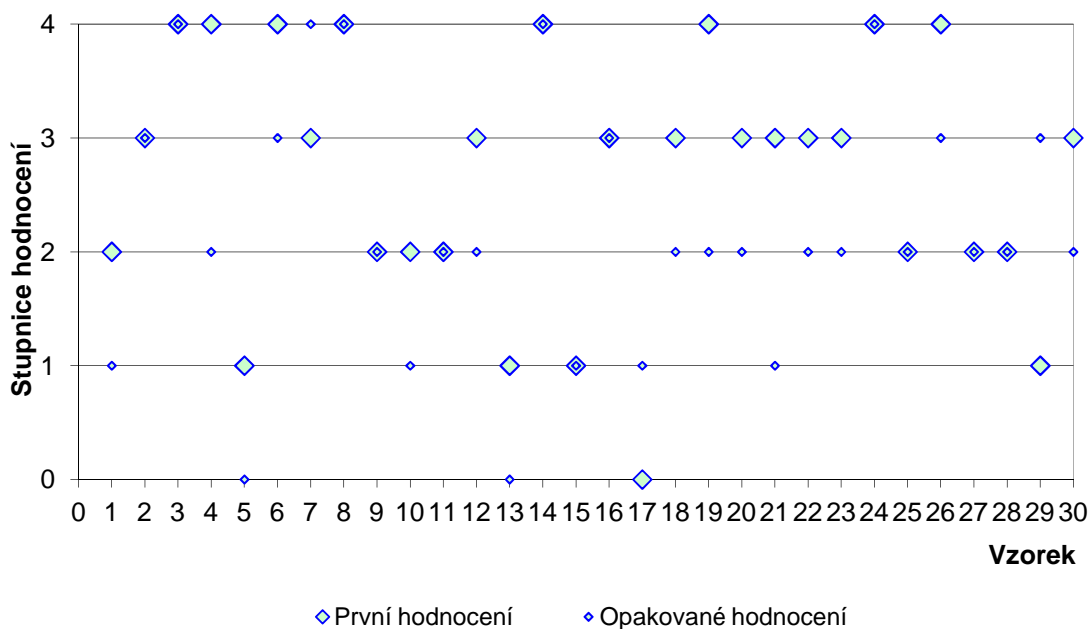


Obr. 13 Vyhodnocení opakovatelnosti, pachový test – posuzovatele 4





Obr. 14 Vyhodnocení opakovatelnosti, pachový test – posuzovatele 5



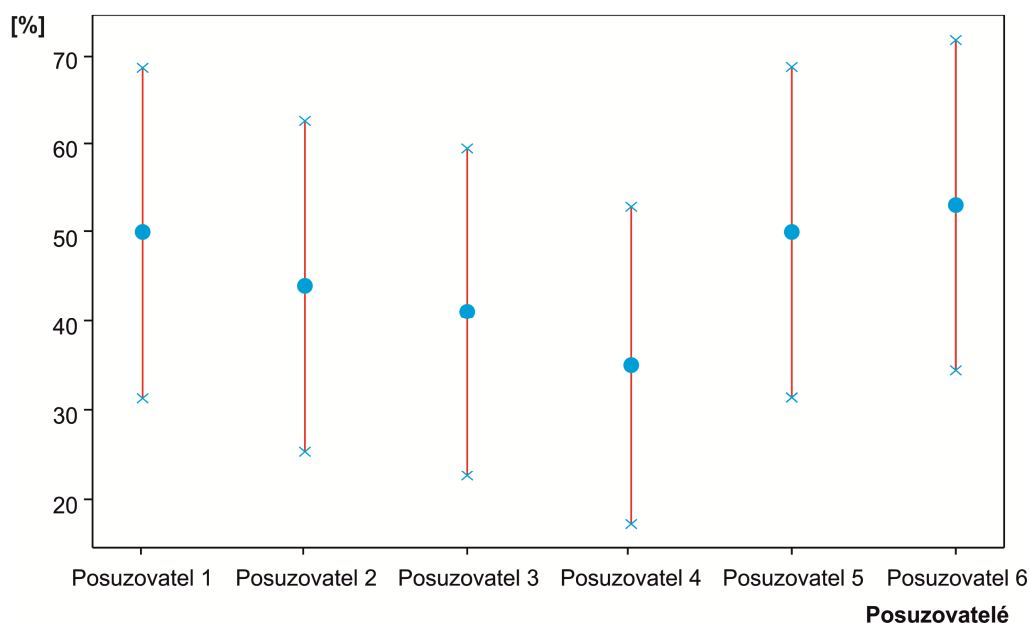
Obr. 15 Vyhodnocení opakovatelnosti, pachový test – posuzovatele 6

Reprodukovatelnost analýzy zde nebyla jednoznačná, nevyšších hodnot a podobnosti hodnocení dosáhli posuzovatelé 1, 5 a 6 (obr. 16). Stejně jako v předchozí metodě hodnota

95% intervalu spolehlivosti (95% IS) byla vypočítána programem Minitab a určuje nám spolehlivost hodnocení. Nejvyšších hodnot dosáhl posuzovatel 6, jeho minimální spolehlivost odpovídá 34,33% a maximální spolehlivost hodnocení vzorků 71,66% (tab. 9). Z těchto výsledků je zřejmé, že tato metoda je negativně ovlivněna zejména nezkušeností posuzovatelů. Z experimentu vyplynulo, že opakovatelnost hodnocení posuzovateli je velmi nízká, což může být způsobeno neznalostí postupu, necvičeným posuzovatelem. Možným aspektem neshod je i vyvětrání při použití jedné láhve se vzorkem pro všech šest posuzovatelů (např. první posuzovatel ohodnotí 4 a poslední 2). Při opakování testu to pak může hrát velkou roli. Při prvním testu posuzovatel ohodnotí 3 a při opakování 1.

Tabulka 9. Výsledky sensorické analýzy pachu posuzovatelů

Posuzovatelé	Vzorků	Shoda	[%]	95 % CI
Posuzovatel 1	30	15	50,00	(31,30; 68,70)
Posuzovatel 2	30	13	43,33	(25,46; 62,57)
Posuzovatel 3	30	12	40,00	(22,66; 59,40)
Posuzovatel 4	30	10	33,33	(17,26; 52,81)
Posuzovatel 5	30	15	50,00	(31,30; 68,70)
Posuzovatel 6	30	16	53,33	(34,33; 71,66)



Obr. 16 Vyhodnocení reprodukovatelnosti posuzovatelů

### **3.4.3 Navrhovaný postup senzorické analýzy pachu pro MWV Svitavy s.r.o.**

Podobně jako v senzorické analýze chuti v MWV by bylo vhodné stanovit stálý počet posuzovatelů pro jednu zakázku a změnit místnost pro samotné vyhodnocování. Posuzovatelé ve společnosti MeadWestvaco Svitavy s.r.o. nedokážou výsledky vzorků při vyhodnocování opakovat ani reprodukovat. Z tohoto důvodu by bylo vhodné posuzovatele proškolit a informovat o správném vyhodnocení.

#### **Příprava vzorku**

Příprava vzorku se ve firmě MWV Svitavy s.r.o. shoduje s předpisem daným normou ČSN EN 1230-1. Jedinou výjimkou představuje použití hliníkového sáčku na místo skleněné láhve. V láhvi jsou proužky vzorku archu volné a neatírají se o stěny. Otěr potištěného vzorku o sáček může ovlivnit výsledky, neboť způsobuje vyšší migraci látek z potištěného papíru. Vzorky by proto měli být umísťovány do skleněných lahví.

#### **Příprava referenčního vzorku**

Tato příprava se provádí za stejných laboratorních podmínek jako u zkoušeného vzorku, a to při teplotě  $23\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$  a r.v.  $50\% \pm 2\%$ . Prázdňá, uzavíratelná skleněná láhev se uskladní na 20–24 hodin v tmavém a pachu prostém místě.

#### **Postup senzorického testu pachu**

Vyhodnocení se provádí po 20 až 24 hodinách. Hodnocení se účastní nejméně 6 posuzovatelů. Pro jednu zakázku by bylo vhodné použít vždy stejný počet posuzovatelů. Posuzovatelé hodnotí pachové vjemy postupně a nezávisle na sobě. Nejdříve by každý posuzovatel měl dostat svůj referenční vzorek (prázdňou láhev), kterou ohodnotí přičichnutím k jejímu prázdňému obsahu. Stejným způsobem pak postupovat i při hodnocení zkoumaného vzorku. Tedy každý posuzovatel by měl dostat svou vlastní láhev se vzorkem (v původní metodě jeden sáček pro všechny posuzovatele), ke které si přičichne a svůj vjem okamžitě zaznamená do předem připravené tabulky s možností uvést i případný komentář. Druhá část stávajícího hodnocení není nejvhodnější pro vyhodnocování. Odvětráním původního obsahu sáčku se vzorkem dochází k znehodnocení vzorku – vyčichnutí. Druhé kolo hodnocení by tedy mělo probíhat následovně. Nejprve každý z pozorovatelů přičichne ke srovnávacímu vzorku. Dále protřepá láhvi s testovaným vzorkem, aby došlo k jeho

provzdušnění. Poté nosem krátce vdechne obsah láhve a okamžitě ji uzavře. Na závěr zaznamená své hodnocení.

Sáček při vyhodnocování není vhodný, protože vzorky s potiskem se mohou otírat o stěny sáčku a tím napomáhat migraci látek.

### **Vyhodnocení**

Hodnocení vjemů ze vzorku pomocí prstů není vhodné z důvodů uvedených v předchozí kapitole 3.1.2 a proto příprava tabulky, do které by se zapisovaly výsledky hodnocení, je vhodnějším řešením. Ve společnosti MWV Svitavy s.r.o. pro přesnější hodnocení zvolili místo pěti bodové stupnice zavedení sedmibodové stupnice (od 1 do 7).

### **Stupnice rozdílů zkoumaného a referenčního vzorku:**

Upravený popis charakterizující rozdíl mezi jednotlivými stupni pro lepší ohodnocení vzorku.

1. žádný rozdíl,
2. těžko postřehnutelný rozdíl (obtížně vnímatelný rozdíl),
3. postřehnutelný (prchavě vnímatelný rozdíl),
4. nevýrazný rozdíl (vnímatelný rozdíl),
5. jednoznačný rozdíl (jednoznačně vnímatelný),
6. velmi výrazný rozdíl (výrazně vnímatelný, nepřesahující hranici zápachu),
7. nepříjemný zápach.

I u nové stupnice platí, že v případě velké neshody posuzovatelů při hodnocení např. 3 a 5 se musí celý test opakovat.

Výsledky je vhodné doplnit krátkým komentářem o subjektivním dojmu posuzovatele o druhu pachu (např. mléko, krém, parfém,...).

## 4. Závěr

Ovlivnění sensorických vlastností balených produktů je negativním jevem, který je způsoben migrujícími nízkomolekulárními látkami především z tiskových barev. Pro zajištění kvalitní tiskové produkce obalových materiálů je zapotřebí mít zvládnutý nejen proces přípravy dat, samotného tisku a dokončujícího zpracování, ale též problematiku migrace látek z tiskových barev a obalů a způsob jejího stanovení a hodnocení.

Hlavním cílem této bakalářské práce bylo vytvoření jednotného postupu provádění sensorických (smyslových) analýz chuti a pachu pro hodnocení výrobků vytištěných ofsetovou technologií ve společnosti MWV Svitavy s.r.o.

Byly provedeny testy sensorické analýzy chuti a pachu vzorků vytištěných ofsetovým tiskem a hlubotiskem. Z analýzy výsledků vyplynulo, že mezi hlavní nedostatky stávajícího postupu hodnocení vzorků sensorickou analýzou v MWV Svitavy s.r.o. patří nedokonalé zvládnutí metody posuzovateli a stejně tak schopnost ohodnotit jednotlivé vzorky při jednom měření natož při opakovaném měření.

Na základě zjištěných nedostatků stávajícího postupu byl navržen modifikovaný postup, který by měl přinést zlepšení ve vyhodnocování dle norem ČSN ISO 3972, ISO 6658 a ČSN EN 1230-1. Významným faktorem ovlivňujícím dosažené výsledky je nezkušenost posuzovatelů. Pro zlepšení by bylo vhodné, aby posuzovatelé prošli výcvikem, kurzem, ve kterém by mohli zlepšit své sensorické schopnosti (jejich hodnocení, sensorickou paměť, atd.). Kurz by mohl být připraven buď odpovědnými pracovníky zabývajícími se sensorickou analýzou v tiskárně MWV Svitavy s.r.o. nebo by posuzovatelé mohli navštěvovat kurz např. Institut celoživotního vzdělání nabízející kurzy pro sensorickou analýzu. Tyto kurzy jsou vhodné pro oblasti zabývající se výrobou, zpracováním, skladováním, manipulací a přepravou potravinářských výrobků, tedy i v oblasti výroby obalů pro potraviny a jiné výrobky. Po absolvování tohoto kurzu získají posuzovatelé praktické znalosti a dovednosti k správnému vyhodnocení vzorků pro obaly na potraviny lidskými smysly.

## Seznam použité literatury

- [1] ŠPAČEK, O. Teorie smyslového poznání Francisca Suáreze ve světle teorie Tomáše Akvinského: diplomová práce. Brno. Masarykova univerzita, Fakulta filosofická, 2011.
- [2] KAŇOKOVÁ, L. Senzorická analýza potravin: diplomová práce. Zlín. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta technologická, 2010.
- [3] Anon. Chuť [online]. [cit. 2012-06-11]. Dostupné z: <[primat.cz/vscht/predmety/senzoricka-analyza-q598/chut-m49593/nelzestahnout/](http://primat.cz/vscht/predmety/senzoricka-analyza-q598/chut-m49593/nelzestahnout/)>
- [4] Ford, B. J. Lidské tělo, Gemini spol. s.r.o. Bratislava. 1992, ISBN 80-85265-59-1
- [5] Anon. Čich [online]. [cit. 2012-04-11]. Dostupné z: <[primat.cz/vscht/predmety/senzoricka-analyza-q598/cich-m49595/nelzestahnout/](http://primat.cz/vscht/predmety/senzoricka-analyza-q598/cich-m49595/nelzestahnout/)>
- [6] KOTKOVÁ, M. Zpracování experimentální náplně testů pro sensorickou analýzu potravin: diplomová práce. Zlín. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta technologická, 2010.
- [7] UHEREK, D. Senzorické hodnocení a vady čokoládových výrobků: diplomová práce. Zlín. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta technologická, 2011.
- [8] Anon. Senzorická analýza [online]. [cit. 2012-03-24]. Dostupné z: <[www.ksz.af.czu.cz/kvalitamas/pps/11senzorika.pps](http://www.ksz.af.czu.cz/kvalitamas/pps/11senzorika.pps)>
- [9] HASIL, R. Využití umělého nosu v sensorické analýze: bakalářská práce. Zlín. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta technologická, 2011.
- [10] ČSN ISO 3972 – Senzorická analýza – Metodologie – Metoda zkoumání citlivosti chuti. Český normalizační institut, Praha. 2001.
- [11] ISO 6658. Sensory analysis - Methodology --General guidance. 1985.
- [12] ČSN EN 1230-1 – Papír a lepenka určená pro styk s poživatinami – Senzorická analýza – Část 1: Pach. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha. 2010.
- [13] ČSN EN ISO 8586-2 – Senzorická analýza – Obecná směrnice pro výběr, výcvik a sledování činnosti posuzovatelů – Část 2: Odborní senzoričtí posuzovatelé. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha. 2010.
- [14] SKELLEY, D. S. Nové diagnostické možnosti díky elektronickému nosu: Chemické senzory. Automatizace. 2008.
- [15] Anon. Food wrappings - Organoleptic test: Principle [online]. 2007 [cit. 2012-06-10]. Dostupné z: <[www.ibebevi.be/index.php?lang=2&openpage=244&leftmenuSel=2&leftmenuSelColor=3&submenuSel=submenu244\\_196](http://www.ibebevi.be/index.php?lang=2&openpage=244&leftmenuSel=2&leftmenuSelColor=3&submenuSel=submenu244_196)>
- [16] ČSN ISO 8586-1 – Senzorická analýza – Obecná směrnice pro výběr, výcvik a sledování činnosti posuzovatelů – Část 1: Vybraní posuzovatelé. Český normalizační institut, Praha. 2002.
- [17] ČSN ISO 187 – Papír, lepenka a vlákniny. Standardní atmosféra pro klimatizaci a zkoušení. Metoda řízení atmosféry a klimatizace vzorků. Český normalizační institut, Praha. 1990.
- [18] ČSN ISO 8589 – Senzorická analýza – Obecné pokyny pro uspořádání sensorického pracoviště. Český normalizační institut, Praha. 2008.

- [19] KAPLANOVÁ, M. a kolektiv. Moderní polygrafie, Praha. 2009, ISBN 978-80-254-4230-2
- [20] Anon. Weboffset printing company: Heatset Offset Printing. [online]. [cit. 2012-06-11]. Dostupné z: <[weboffsetprint.com/coldset-vs-heatset-offset-printing.html](http://weboffsetprint.com/coldset-vs-heatset-offset-printing.html)>
- [21] Anon. Weboffset printing company: Coldset Offset Printing. [online]. [cit. 2012-06-11]. Dostupné z: <[weboffsetprint.com/coldset-vs-heatset-offset-printing.html](http://weboffsetprint.com/coldset-vs-heatset-offset-printing.html)>
- [22] Anon. Polygrafické materiály: Ofsetové barvy. Univerzita Pardubice. Katedra polygrafie a fotofyziky. Pardubice.
- [23] HUDEČEK, K. Tiskové barvy na papír a ostatní materiály. 1. vyd. Praha. Knižnice Typografia, 1975.
- [24] Anon. Tlačové farby na potlač obalov na potraviny: InKformation [online]. Bratislava. Bratislavská papierenská spoločnosť, spol. s r. o. [cit. 2012-06-11]. Dostupné z: <[www.brp.sk](http://www.brp.sk)>
- [25] THOMA, P. Nízkomigrační barvy: Press. Svět tisku [online]. [cit. 2012-06-15]. Dostupné z: <[www.svettisku.cz/buxus/generate\\_page.php?page\\_id=6142](http://www.svettisku.cz/buxus/generate_page.php?page_id=6142)>
- [26] Anon. Obecné informace o společnosti. Firemní material firmy MeadWestvaco Svitavy s.r.o.
- [27] Střelec, J. Ishikawa diagram [online]. [cit. 2012-06-20]. Dostupné z: <[www.vlastnicesta.cz/akademie/system-kvality/kvalita-metody/ishikawa-diagram/](http://www.vlastnicesta.cz/akademie/system-kvality/kvalita-metody/ishikawa-diagram/)>