

# Využití umělého nosu v senzorické analýze

Radim Hasil

---

Bakalářská práce  
2011



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav technologie a mikrobiologie potravin

akademický rok: 2010/2011

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Radim HASIL

Osobní číslo: T080193

Studijní program: B 2901 Chemie a technologie potravin

Studijní obor: Chemie a technologie potravin

Téma práce: Využití umělého nosu v senzorické analýze

Zásady pro vypracování:

1. Nové trendy ve vývoji umělého nosu
2. Možnosti využití umělého nosu
3. Rozčlenění dle generací vývoje umělého nosu
4. Princip stanovení senzoricky aktivních látek pomocí umělého nosu

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

- [1] SNOPOK, BA. KRUGLENKO, IV. Multisensor systems for chemical analysis: state-of-the-art in Electronic Nose technology and new trends in machine olfaction. Thin Solid Films, 2002, vol. 418, no. 1, p. 21-41.  
[2] Identifying natural and artificial odours through noise analysis with a sampling-and-hold electronic nose. Sensors and Actuators B, 2001, vol. 77, p. 312-315  
[3] Tan T Lucas Q, Moy L, Gardner JM and Bartlett P N, 1995. The electronic nose-A new instrument for sensing vapors. LC GC INT 8(4): 218-225.  
[4] Pearce T.C., Gardner J.W., Friel S., Barlett P.N., Blair N. (1993) Electronic nose for monitoring the flavour, Analyst 118, 371-377.

Vedoucí bakalářské práce:

**doc. Ing. Miroslav Fišera, CSc.**  
Ústav biochemie a analýzy potravin

Datum zadání bakalářské práce:

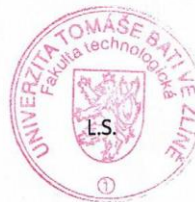
**11. února 2011**

Termín odevzdání bakalářské práce:

**30. května 2011**

Ve Zlíně dne 12. dubna 2011

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



  
doc. Ing. Jan Hrabě, Ph.D.  
*ředitel ústavu*

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby <sup>1)</sup>;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 <sup>2)</sup>;
- beru na vědomí, že podle § 60 <sup>3)</sup> odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 <sup>3)</sup> odst. 2 a 3 mohu užit 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.

Hasil

Ve Zlíně 4. 8. 2011

.....  
Podpis studenta

---

<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 nevýdělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

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

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

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

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

Bakalářská práce se zabývá historií a principem fungování umělého nosu v senzorické analýze. Cílem bakalářské práce je srovnání senzorické analýzy pomocí elektronického nosu a lidských smyslů člověka. Dále se bakalářská práce zabývá směrem vývoje elektronických nosů.

Klíčová slova: nos, jazyk, senzor, chromatografie, senzorická analýza

## **ABSTRACT**

Bachelor's thesis deal about into the history and principles of functioning of the artificial nose in sensory analysis. The goal of this paper was to compare sensory analysis using the electrical nose with the actual experience of human senses. Also the future development of electrical noses is discussed.

Keywords: nose, tongue, sensor, chromatography, sensory analysis

Tímto bych chtěl poděkovat svému vedoucímu bakalářské práce doc. Ing. Miroslavu Fišerovi, CSc. za odborné vedení a velmi cenné rady a připomínky během zpracování bakalářské práce.

Dále patří moje poděkování rodině, Veronice Škrabalové a přátelům za všestrannou pomoc a podporu při studiu.

Prohlašuji, že odevzdaná bakalářská práce a verze elektronická do IS/STAG jsou totožné. Dále tímto prohlašuji, že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků, je-li to uvedeno na základě licenční smlouvy, budu uveden jako spoluautor.

Ve Zlíně 4.8.2011



.....

Podpis studenta

# OBSAH

<b>OBSAH</b> .....	<b>8</b>
<b>ÚVOD</b> .....	<b>10</b>
<b>TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>11</b>
<b>1 HISTORIE ELEKTRONICKÉHO NOSU</b> .....	<b>12</b>
1.1 DŮLEŽITÁ DATA V HISTORII A VÝVOJI ELEKTRONICKÉHO NOSU.....	12
1.2 LIDSKÝ NOS.....	13
1.3 ELEKTRONICKÝ NOS .....	14
1.4 ELEKTRONICKÝ JAZYK.....	15
1.4.1 ANALYZÁTOR ELEKTRONICKÉHO JAZYKU .....	15
1.4.2 VYUŽITÍ ELEKTRONICKÉHO JAZYKU .....	15
<b>2 SENZORICKÁ ANALÝZA POTRAVIN</b> .....	<b>16</b>
2.1 PODMÍNKY PRO SENZORICKÉ HODNOCENÍ .....	16
2.2 MÍSTNOSTI.....	16
2.3 NÁDOBÍ A NÁČINÍ.....	17
2.4 POSUZOVATELÉ .....	17
2.5 VLASTNÍ SENZORICKÉ HODNOCENÍ.....	19
2.6 ZKOUŠENÍ SCHOPNOSTÍ POSUZOVATELŮ K SENZORICKÉ ANALÝZE .....	19
2.6.1 VŠEOBECNÉ POŽADAVKY .....	19
2.6.2 ZKOUŠKA NA URČENÍ PRAHOVÉ CITLIVOSTI ZÁKLADNÍCH CHUTÍ.....	20
2.6.3 ZKOUŠKA NA URČENÍ CHUŤOVÉ PAMĚTI .....	21
2.6.4 ZKOUŠKA NA ROZEZNÁNÍ DRUHŮ VŮNĚ .....	21
2.6.5 ZKOUŠKA NA URČENÍ PRAHOVÝCH ROZDÍLŮ INTENZITY VŮNĚ.....	22
2.7 VÝBĚR METODY SENZORICKÉ ANALÝZY.....	22
2.8 HLAVNÍ METODY SENZORICKÉ ANALÝZY .....	22
2.8.1 ROZLIŠOVACÍ ZKOUŠKY .....	22
2.8.2 PREFERENČNÍ ZKOUŠKY .....	24
2.8.3 ZKOUŠKA NA SROVNÁNÍ SE STANDARDEM .....	25
2.9 PROFILOVÉ METODY .....	26
2.10 POPISNÉ METODY .....	27



2.11 HODNOCENÍ JAKOSTI A ZAŘAZENÍ DO JAKOSTNÍCH TŘÍD .....	27
2.12 SPOTŘEBITELSKÉ POSOUZENÍ (KONZUMENSTKÉ ZKOUŠKY).....	27
2.13 ZJIŠŤOVÁNÍ DOPLŇUJÍCÍCH INFORMACÍ DOTAZNÍKOVÝMI AKCEMI .....	28
<b>3 MOŽNOSTI VYUŽITÍ UMĚLÉHO NOSU .....</b>	<b>29</b>
3.1 PRINCIP ELEKTRONICKÉHO NOSU .....	30
3.2 CHEMICKÝ SENZOR .....	30
3.3 RECEPTORY CHEMICKÝCH LÁTEK PRO STANOVENÍ JSOU NÁSLEDUJÍCÍ SENZORY: .....	30
3.3.1 SENZORY S POLOVODIČI NA BÁZI OXIDŮ KOVŮ (NAPŘ. OXIDŮ CÍNU).....	31
3.3.2 SENZORY S VODIVÝMI POLYMERY .....	31
3.3.3 PIEZOELEKTRICKÉ SENZORY .....	31
3.3.4 TRANZISTORY S CHEMICKÝM SENZOREM (CHEMFET).....	31
3.3.5 SENZORY S VLÁKNOVOU OPTIKOU. ....	31
3.3.6 NESELEKTIVNÍ SENZORY .....	31
<b>4 PRINCIP STANOVENÍ SENZORICKY AKTIVNÍCH LÁTEK .....</b>	<b>32</b>
4.1 NEURONOVÁ SÍŤ.....	32
4.2 PRINCIP FUNGOVÁNÍ UMĚLÝCH NOSŮ.....	32
4.2.1 HMOTNOSTNÍ SPEKTROMETRIE.....	33
4.2.2 PLYNOVÁ CHROMATOGRRAFIE.....	34
4.3 PROVOZNÍ PARAMETRY PŘI STANOVENÍ POMOCÍ ELEKTRONICKÉHO NOSU: .....	35
4.4 SMĚR VÝVOJE UMĚLÝCH NOSŮ .....	36
4.5 TYPY APLIKACÍ ELEKTRONICKÉ NOSU V POTRAVINÁŘSTVÍ.....	36
<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>37</b>
<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>38</b>
<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....</b>	<b>42</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>43</b>
<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>44</b>

## ÚVOD

V posledních letech jsou kladeny čím dál větší nároky na výživu obyvatelstva a kvalitu surovin. Proto dochází i ke zdokonalování výrobních procesů a zároveň je požadována vyšší kvalita a jakost vyrobených potravin. K tomu mimo jiné může sloužit umělý jazyk nebo umělý nos, o kterém je i tato bakalářská práce. Když si člověk řekne pojem sensorická analýza tak jej málo kdy napadne, že jí lze uskutečnit i pomocí přístroje zvaného elektronický nos. Sensorická analýza je velmi důležitá v potravinářském průmyslu, jelikož se tato metoda využívá u každé vyrobené šarže. Protože při narůstajícím objemu výroby nelze pomocí sensorické analýzy hodnotit každou šarži, je možné na hodnocení vybraných parametrů využít umělého nosu. Hodnocení je poté objektivní a přesnější. Elektronický nos nachází uplatnění tam, kde jde o chemickou analýzu sloučenin, různých směsí a sloučenin, nebo posouzení kvality produktů přírodních, umělých nebo látek v produktu, které můžeme zachytit jen nosem. V chemické oblasti to jsou zejména těkavé organické a anorganické sloučeniny. Pomocí elektronického nosu lze kontrolovat čistotu různých rozpouštědel, ale také přítomnost těkavých kyselin v barvách, plastech, atd. Lze provádět i kontrolu kvality ovzduší v pracovních prostorách. Elektronický nos má obrovský rozptyl využití, dokonce i v astronautice, kde na orbitální stanici dlouhodobě prováděl kontrolu kvality ovzduší.

Mezi nejznámější výrobce umělých nosů patří firmy: Alpha M.O.S., Toulouse, Francie, NEOTRONICS Ltd., Takeley, Bishops Stortford, UK, AROMA Scan, Crewe, UK, EEV Ltd., Chelmsford, UK, Lenartz Electronic, Tubingen, Německo, Kamina Karlsruhe Německo.

## **TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 HISTORIE ELEKTRONICKÉHO NOSU

Je velmi složité zjistit přesné datum, "kdy a jak" byla přijata myšlenka na vymyšlení systému, který může napodobit lidský nos [1]. Pokrok elektroanalytické chemie je zcela spjat s dostupností stále dokonalejších, zejména citlivějších a selektivnějších čidel. Hitem let šedesátých byly nesporně iontově selektivní elektrody (ISE), které doznaly všeobecného použití s odstupem času, avšak tento rozvoj více méně ochabnul a za nejspolehlivější a nejpoužívanější se považuje ISE fluoridová (mezi stále používané ISE elektrody nutno ovšem zařadit i elektrodu skleněnou) [28].

Ve stejném období probíhal i výzkum těchto čidel i ve variantě polovodičové. Šedesátá léta představují také začátek intenzivního výzkumu v oblasti biosenzorů a to ať již:

- založené na rozpoznávacím členu: u nichž dochází v průběhu měření k metabolickým dějům (tj. enzymové elektrody nebo elektrody mikrobiální)
- čidla se zakotveným rozpoznávacím členem afinitního typu (imunosenzory: reakce antigen + protilátka) [28].

Výzkum je stále více pozornosti věnován dalšímu typu biosenzorů- typu rekombinačnímu se zakotvenou DNA, kde v průběhu reakce dochází k adsorpci nebo interakci sledovaných látek do šroubovice DNA, nebo jejímu porušení, nebo i vyhledání podobnému fragmentu řetězce DNA [4].

Z důvodu saturace degustátorů byla tato myšlenka ještě vývojově podpořena. Tato zařízení poskytují lepší pochopení toho, jak postupovali k návrhu zařízení-stroje čichu (MOD) systému [1]. MOD konstrukce vedly nakonec k vyvinutí a vyrobení elektronického nosu.

Jméno MOD tudíž pokrývají zařízení, jako jsou zařízení elektronického nosu, tj. s více senzory, stejně jako zařízení s jedním senzorem - nebo ta zařízení, která fungují na různých principech [1, 2, 10].

### 1.1 Důležitá data v historii a vývoji elektronického nosu

1. První plynový senzor, Hartman 1954 [3]
2. Konstrukce řady 6 termistor (měření teploty), Moncrief 1961- sestavena řada šesti čidel pro kontrolu měření teploty [4].

3. První elektronický nos, Persaud a Dodd 1982- byl uveden na trh první elektronický nos [4].
4. Ikegami (Hitachi Research Laboratory, J) 1985- sestava pro kontrolu kvality pachu [20]

Samotný název "elektronický nos", použitý poprvé v roce 1988 vstoupil do běžného zvyku "jako obecný termín pro řadu plynových senzorů chemických součástí umělého olfaction zařízení". V roce 1991 probíhala na Islandu konference, zabývající se touto problematikou a následně začal postupný vývoj v různých odvětvích po celém světě [4, 5].

Z historického hlediska existují dva různé typy elektronických nosů:

- pomocí dodání statického nebo neměného pachu
- pomocí hmotnostního průtokoměru [4]

## 1.2 Lidský nos

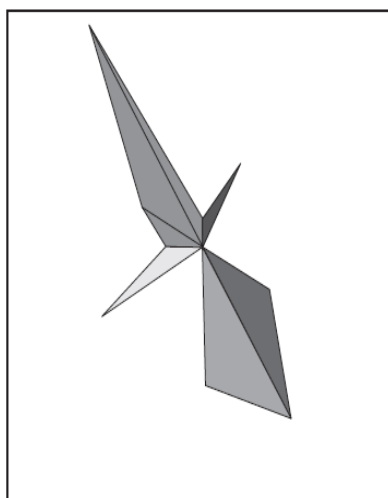
Lidský čichový orgán se skládá ze dvou základních částí: čichových buněk v nosní sliznici a čichového centra v mozku. Molekuly detekované chemické látky se nejprve musí dostat na nosní sliznici. Sliznice s čichovými buňkami je na počátku dýchacích cest a dech zajišťuje její neustálé ofukování analyzovaným vzduchem. Tvar nosní dutiny způsobuje, že proudění v nose je turbulentní [1]. Vzduch se v nosní dutině promíchává a vyrovnávají se koncentrace příměsí v něm. Přes vrstvu hlenu, která působí jako filtr, se detekovaná chemikálie dostává k čichovým buňkám. Zde musí molekula chemikálie prostoupit membránou receptoru. K tomu slouží přenašeče těkavé povahy-čich. Je jich několik druhů a každý má schopnost vázat jen některé molekuly. Přítomností přenašečů na membráně receptoru je dána citlivost receptoru k určité chemické látce. Molekula, která pronikne do receptoru, vyvolá jeho podráždění [2, 3]. Signál o druhu a úrovni podráždění je nervovými vlákny veden do čichového centra v mozku. Zde je teprve čichový vjem vyhodnocován. Vyhodnocení vjemu je poměrně složitý proces: přenesený signál musí být porovnán s tím, co již má člověk uloženo v paměti, aby byl nejen schopen říci, zda je mu vůně příjemná, ale také, co právě cítí nebo které ze známých vůní je to, co cítí, nejvíce podobné [11, 20].

Poslední, ale také důležitou fází detekce vůně či zápachu je očištění receptorů. To zajišťuje výdech, který odfukuje z nosní dutiny zbytky vdechnutého vzduchu [11].

### 1.3 Elektronický nos

Na rozdíl od lidského nosu, jehož sliznice obsahují sta tisíce až miliony receptorových buněk, elektronický nos obsahuje přibližně pět až sto chemických senzorů, které se můžou ručně vyměnit z důvodu stanovené látky, kterou chceme pomocí umělého nosu zjistit. Mozek tyto signály organizuje do vzorů a umožňuje lidem detekovat, identifikovat a pamatovat si různé pachy a vůně. Elektronický nos funguje obdobně, dokáže nejen detekovat pachy a vůně, ale také je identifikovat. Detektory obsahují např. čip s 32 senzory i více. Senzory jsou složeny z pravidelně rozmístěných vodivých částic v polymerové mřížce. Plyny, které interagují s těmito kompozitovými částmi, nutí polymer expandovat, a zvyšovat tak elektrický odpor kompozitu. Tato změna odporu vytváří charakteristický signál podobně jako signál, který vysílají do mozku čichové receptory. Pole senzorů vytvoří vzor z elektrických signálů. Ve srovnání s lidskýmnosem není možné snížit automaticky počet signálů k jednomu [6].

Pokud je složka uvolňující se ze zkoumané látky v databázi software zařízení, pak v reálném čase zpracování signálu může nastat. Na rozdíl od lidského nosu musí být elektronický nos adaptivní pro každou aplikaci. To může odhalit jednoduché molekuly, ale nemůže zjistit některé složité molekuly v nízké koncentraci [2].



Obrázek 1: Polární záznam vektorů získaného při analýze vůně bílého vína [6].

## 1.4 Elektronický jazyk

Pod názvem „elektronický jazyk“ je na trhu vyvinut analyzátor na principu plynové chromatografie, která studuje těkavé látky. Jazyk se zabývá analýzou chuti. Umělý jazyk je určený k senzorické analýze chuťových vjemů u kapalných vzorků nebo pevných látek rozpuštěných v kapalině [7]. Stejně jako lidský jazyk, poskytuje tento elektronický komplexní analyzátor senzorický chuťový vjem, tzv. „otisk chuti“ ve směsích organických a anorganických látek [21].

### 1.4.1 Analyzátor elektronického jazyku

Analyzátor elektronického jazyku se skládá ze tří hlavních částí:

- vzorkovací systém
- detekční systém
- sběr a zpracování dat pomocí patentovaného programu

Elektronický jazyk je specificky navržen pro analýzu chuti v oblasti výzkumu a vývoje a pro sledování procesů a kontroly kvality [8, 21].

### 1.4.2 Využití elektronického jazyku v senzorické analýze potravin

- Vývoj a výzkum elektronického jazyku byl vyvíjen s ohledem na chuťovou orientaci obyvatelstva – obyvatelstvo na každém světadílu má jinou chuťovou orientaci a tak dochází i k jinému nastavení umělého jazyku
- Minimalizace reklamací od zákazníků díky standardnímu chuťově - aromatickému profilu jednotlivých šarží
- Nastavení vnitřních organoleptických standardů- možné nastavení koncentrace různých látek při stanovení
- Časová a finanční úspora v závislosti na urychlení vývoje produktu- možnost průběžné senzorické analýzy během vývoje nových produktů [21].

## 2 SENZORICKÁ ANALÝZA POTRAVIN

Senzorické posuzování potravin je způsob hodnocení, při němž je využito lidských smyslů jako subjektivních orgánů, a to za takových podmínek, aby se při hodnocení dosáhlo objektivních, spolehlivých a přesných výsledků (opakovatelných i srovnatelných). Při sensorickém posuzování se využívá všech lidských smyslů, nejčastěji chuťového, čichového a zrakového smyslu. Posuzování vkládáním do úst se nazývá degustace a komplexní vjem s ní spojený se označuje jako „flavour“ [32, 35].

### 2.1 Podmínky pro sensorické hodnocení

Podmínky pro sensorické posuzování se volí takové, aby se co nejvíce odstranily rušivé vlivy a zlepšila se tak přesnost stanovení. Jsou určeny mezinárodními normami, kterými je definováno vybavení místností, způsob přípravy a předkládání vzorků. Dalšími normami je zvoleno používání správného názvosloví, zkoušení posuzovatelů a postup při jednotlivých metodách sensorické analýzy [35].

### 2.2 Místnost

Místnost určená pro hodnocení musí být čistá, dostatečně prostorná, dobře větratelná a bez jakýchkoliv pachů. Stěny místnosti mají být světlé, jasné barvy. Je vhodné, jestliže jsou stěny do výše asi 2 m od podlahy pokryté olejovým nátěrem, pokryté kachličkami nebo v podobné lehce čistitelné úpravě. Obrazy, nápisy a jiná úprava působí rušivě. Podlaha i pracovní stoly mají být pokryty hladkou, lehce omyvatelnou hmotou, bez spár a z materiálu, který neabsorbuje pachy [14]. Osvětlení místnosti má být rovnoměrné, o konstantní jasnosti, dostatečné intenzity a stálé barvy. Osvětlení nejlepší kvality odpovídá rozptýlenému dennímu světlu. Tam, kde by barva nebo vzhled ovlivňovaly posouzení vůně a chutě nebo hodnocení sensorické jakosti, volí se někdy tlumené světlo nebo barevné filtry. Při posuzování barvy se osvětlení přizpůsobí požadavkům zkoušky. V tom případě, že osvětlení denním světlem je nedostatečné, je třeba užít umělého osvětlení [26, 36].

Teplota místnosti má být stálá, nejlépe 18 až 23 °C. Během posuzování nemá být v místnosti průvan nebo otevřené okno. Vhodná je také klimatizace, umožňující stálou relativní vlhkost 75%. Pro posuzování jsou určeny kóje upravené tak, aby byl omezen zrakový styk s ostatními posuzovateli, proto jsou uzavřeny zepředu i ze stran. Prostor pro



hodnotitele nesmí být stísněný. Posuzovatel má mít při práci klid, proto je nutno vyloučit všechny vlivy, které by jej rozptylovaly, zvláště hluk, hovor, hudba, přecházení osob působí rušivě. Místnost na přípravu vzorků má být oddělena od zkušební místnosti určené k hodnocení. K podávání vzorků se nejlépe osvědčila okénka spojující přípravu s posuzovatelskými kóji. Osoba organizující hodnocení má být po celou dobu přítomna v místnosti, aby usměřňovala činnost hodnotitelů, podala potřebný výklad nebo vysvětlení a dohlížela na správný chod analýzy. Nesmí ovšem hodnotitele rušit. Během hodnocení není povolen vstup cizím osobám do sensorické laboratoře ani do přípravný [27, 32, 35].

### 2.3 Nádobí a náčiní

Používané nádobí musí být zdravotně nezávadné, bez vůně a pachu, ani nesmí přijímat cizí vůně a pachy. Nejvhodnějším materiálem je sklo, porcelán nebo keramika. Příbory mají být nerezové. Nádoby v jedné pokusné řadě mají mít stejný tvar, vzhled, velikost i barvu. Také označení nádob má být stejné. Pro některé druhy nápojů (např. lihoviny, víno, pivo, čaj) jsou předepsány degustační sklenky [36].

Jestliže vzorky mají mít teplotu odlišnou od teploty místnosti, mohou být vlastní nádoby se vzorkem podávány v ochranných obalech z tepelně izolujícího materiálu. Soubory několika vzorků jsou podávány na tácku. Jejich uspořádání hodnotitel nesmí bez povolení měnit [35].

### 2.4 Posuzovatelé

Před posouzením musí být osoby řádně instruovány o postupu při analýze. Podle stupně zaškolení dělíme posuzovatele na neškolené, krátce zaškolené, školené a experty. Do souboru stálých hodnotitelů je třeba vybírat pouze takové pracovníky, kteří mají potřebné teoretické a praktické znalosti v příslušném oboru a dávají záruku objektivního náhledu na posuzování. V mládí je citlivost největší, ale hodnotitelům chybějí zkušenosti a schopnosti vyjadřování. Mezi 18 – 40 lety bývá schopnost k sensorickému hodnocení nejvyšší. Vybrané osoby musí projít řadou zkoušek, kterými se prokáže jejich fyzická a psychická způsobilost k posuzování. Tyto zkoušky je třeba v pravidelných intervalech opakovat [14].

Pro preferenční zkoušky jsou vhodnější hodnotitelé bez předběžných zkušeností a odborných znalostí, protože se jejich odpověď více blíží názorům běžných spotřebitelů. I dostatečně vyškolený a zkušený hodnotitel může sensoricky analyzovat pouze tehdy, jestliže má dostatečné odborné znalosti a cítí se duševně a fyzicky disponován, např. nemá být nachlazen, pracovním přetížen nebo unaven, nesmí být pod vlivem léků, ani gravidní. Musí dbát na osobní hygienu, zachovávat střídmost a k posouzení přistupuje s vědomím odpovědnosti za výsledek. Hodnotitel nemá alespoň hodinu před degustací kouřit, jíst silně kořeněné pokrmy a pít alkoholické nápoje. Citlivost a schopnost posuzovat závisí značně na denní době. Nejvhodnější doba k sensorické analýze je asi za 2-3 hodiny po nástupu do zaměstnání nebo 1-2 hodiny po obědě. Až do ukončení analýzy se hodnotitelé nesmí vzájemně dorozumívat, ani se dorozumívat s obsluhujícími osobami [14].

Výsledky sensorické analýzy závisejí do určité míry na denní době. Jako nejvhodnější doba k posuzování se doporučuje doba od 9 do 11 hodin dopoledne a od 14 - 16 hodin odpoledne. Pokud to není nezbytně nutné, nemělo by posuzování trvat déle než 2 -3 hodiny denně. Mezi jednotlivými zkouškami se při degustacích doporučují přestávky 20 -30 minut, při posuzování barvy nebo textury mohou být kratší [36].

Počet podávaných vzorků se řídí složitostí úkolů:

- Jestliže jde o degustaci, nedoporučuje se podávat více než 4 až 6 vzorků najednou, při stanovení sensorických profilů nebo při jiných náročných úlohách jen 2 až 3 vzorky: mezi degustacemi dvou po sobě následujících vzorků je třeba počkat 40 – 100 vteřin, aby se zregenerovala schopnost chuťových receptorů.
- Při posouzení vůně lze předkládat až 10 – 15 vzorků (čekací doba 25 – 50 s)
- Při posuzování vzhledu nebo zákalu lze předkládat i 20 – 50 vzorků.

Při degustacích někdy chuť doznívá delší dobu (např. při posuzování hořkých nápojů, tuků, čokolády apod.), proto se mezi jednotlivými vzorky podává vhodný chuťový neutralizátor (nejčastěji voda, čaj, káva, aj.) [35].

Tabulka 1: Rozdělení hodnotitelů podle kvalifikace [35]

Označení hodnotitele	Stupeň zaškolení	Frekvence doškolování
Konzument	Žádné zaškolení	Žádné
Školený hodnotitel	Školení asi v rozsahu 1 měsíce	Nejméně 1 ročně
Expert	Školení nejméně 1 rok	Nejméně 2 ročně

## 2.5 Vlastní senzorní hodnocení

Vzorky je třeba upravit tak, aby posuzovatelé nebyli informováni o skutečnostech, které by mohly ovlivňovat jejich výsledek, např. jim nesmí být znám výrobce nebo složení výrobku. Balení (obal, etikety, uzávěry) je třeba hodnotit odděleně od vlastních vzorků. Vzorky potravinářských výrobků se překládají vytemperované na konzumační teplotu, popř. na teplotu, při níž se nejnápadněji projevují vady a rozdíly jakosti [36].

Převážně bývají hodnoceny vzorky, jejichž teplota odpovídá teplotě v místnosti. Mražené výrobky se hodnotí tak, že se část znaků posuzuje v mraženém stavu, další část znaků až po rozmrazení nebo ohřátí. Teplotu posouzení je třeba přesně dodržovat a evidovat, protože výsledky značně závisí na teplotě [12].

Těsně před předložením vzorků jsou hodnotitelé instruováni o svém úkolu a o použité metodě a jsou jim rozdány protokolové formuláře s pokyny. Hodnocení vůně předchází vždy před hodnocením chutě. Pokud hodnotíme vzorek kompletně, nejdříve posoudíme vzhled, barvu, vůni, pak teprve chuť a nakonec texturu [27].

Po skončení senzorní analýzy organizátor zkontroluje, zda jsou protokoly správně vyplněny a prodiskutuje s posuzovateli jejich výsledky a eventuální potíže při analýze [35, 36].

## 2.6 Zkoušení schopností posuzovatelů k senzorní analýze

### 2.6.1 Všeobecné požadavky

Posuzovatelé jsou předem přezkoušeni, zda splňují předepsané podmínky a mají fyzické a psychické předpoklady k tomu, aby zastávali tuto funkci. Slouží k tomu zkoušky

citlivosti chuti, čichu, zraku, popř. hmatu, podle potřeby i zkoušky odborné a psychické připravenosti a kontrola, zda posuzovatel porozuměl formuláři [30].

- U zkoušek chuti je zjišťována schopnost hodnotitelů rozlišovat tzv. základní chutě: sladkou, slanou, kyselou, hořkou, dále schopnost určení těchto chutí již při velmi nízkých koncentracích, schopnost překonávat únavu smyslových orgánů a schopnost několikanásobně opakovat určení téhož vzorku i kombinaci dvou nebo tří vzorků. Je také zkoušena schopnost posuzovatelů pamatovat si intenzitu znaků u hodnoceného vzorku po dobu potřebnou k posouzení přiměřených souborů a vzorků[31].
- Při zkoušení čichového smyslu je ověřována schopnost vybavit si konkrétně známou vůni, rozlišovat různé intenzity téže vůně. Někdy se hodnotí i schopnost pamatovat si určitou vůni.
- U zkoušky zraku je zjišťována schopnost rozlišit různé barevné tóny a různé intenzity zbarvení nebo zákalu.
- U zkoušek na citlivost hmatového smyslu (hodnocení konzistence nebo textury) se zjišťuje citlivost k poznání rozdílů v textuře (konzistenci) a schopnost opakovaně posoudit texturu (konzistenci) u řady standardních (přezkoušených) vzorků [36].

Zkoušky jsou voleny tak, aby měly vztah k oboru, ve kterém posuzovatelé pracují. Jako materiál ke zkoušení se volí jednak zkušební modelové vzorky, jednak i vzorky typických potravinářských výrobků nebo z nich připravených pokrmů. Hodnocené vzorky jsou předkládány v nádobách označených náhodně volenými znaky, které nemají být známy hodnotitelům ani osobám organizujícím hodnocení nebo obsluhujících posuzovatele. Zkouška má být opakována nejméně dvakrát, aby se eliminoval eventuální vliv špatného porozumění nebo vliv přechodné špatné indispozice nebo naopak vliv náhodného dosažení správného výsledku. Výsledky posouzení zaznamenává zkoušená osoba do vhodných blanketů, které mají být sestaveny tak, aby jejich text byl srozumitelný, aby vyplnění bylo co nejjednodušší a nemohlo dojít k nejednoznačnosti nebo záměně [35].

### **2.6.2 Zkouška na určení prahové citlivosti základních chutí a vůně**

Zkouška slouží ke stanovení nejnižší koncentrace, při níž je zkoušená osoba schopna postřehnout rozdíl intenzity chutě roztoku zkoumané látky od vody nebo správně předloženou základní chuť určit [33].

Ke zkoušce se přikládají řady vzorků jedné ze základních chutí. Používají se koncentrace 0 -14 g/l sacharosy pro sladkou chuť, 0 – 0,20 g/l kyseliny vinné nebo 0 -0,40 g/l kyseliny citrónové pro kyselou chuť, 0 – 3 g/l chloridu sodného pro slanou chuť a 0 – 0,06% kofeinu nebo 0 – 0,003 % chininhydrochloridu pro hořkou chuť [2].

Vzorky o stoupající intenzitě se předkládají posuzovateli postupně po jednom ze zvolené řady. Další vzorek je podán, teprve až posuzovatel ochutná předešlý vzorek, určí jeho chuť, zapíše výsledek do příslušného tiskopisu a vzorek odevzdá. Prahová koncentrace se označí jako koncentrace prvního vzorku v řadě, u něhož již byla příslušná chuť bezpečně prokázána [3].

I čistou destilovanou vodu často posuzovatelé vnímají jako roztok o určité chuti, zvláště pokud nejsou na její chuť zvyklí. Proto je jako první vzorek předkládána vždy destilovaná voda [9, 11, 24, 35].

### **2.6.3 Zkouška na určení chuťové paměti**

Zkouška slouží ke zjišťování paměti posuzovatele na chuťové vjemy. Rozdíly v koncentraci dvou roztoků stejné chuti jsou pro zkušené hodnotitele stejné jako u zkoušky na určení prahových rozdílů chutí. U začátečníků se osvědčilo vyzkoušet nejprve větší koncentrační rozdíl [27].

Při zkoušce se postupuje tak, že hodnotitel obdrží k ochutnání první neznámý vzorek páru. Ochutná jej, zapamatuje si intenzitu chutě, vzorek odevzdá a vypláchne si ústa. Přesně za tři minuty po ochutnání má za úkol určit, zda intenzita druhého vzorku je ve srovnání s prvním vzorkem stejná, větší nebo menší [36].

### **2.6.4 Zkouška na rozeznání druhů vůně**

Při této zkoušce se zjišťuje schopnost hodnotitelů určit charakter předložené vůně. Zkouší se zpravidla větší počet druhů vůní, které mají vztah k danému oboru. K přípravě vzorků se použije malých prachovnic na 50 -100 ml se zabroušenou zátkou, do nichž se vloží kousky vaty potřísněné zkoušenou látkou, aby vůně byla dostatečně zřetelná. Hodnotitel má za úkol správně určit druh předložené vůně. Po otevření prachovnice krátce prudce vdechne, a to z takové vzdálenosti, aby ještě bylo možné vůni přesně určit.

Nedoporučuje se provádět čichání u téhož vzorku příliš často v krátkých intervalech, neboť dochází k přizpůsobování [14].

Mezi jednotlivými vzorky je žádoucí odpočinek asi 30 - 60 s, případně vyvětrání místnosti nebo použití ventilátorů, pokud je jimi místnost vybavena [10].

### **2.6.5 Zkouška na určení prahových rozdílů intenzity vůně**

Tato zkouška slouží ke zjišťování schopnosti správně rozlišovat intenzity vůně blízkých koncentrací zkoumané látky. Ke zkoušce se připraví šestičlenná řada o stoupající intenzitě vůně. Zvolí se takový druh vůně, který má vztah pro dané odvětví. Posuzovatel má za úkol seřadit předložené vzorky v pořadí stoupající intenzity vůně [18].

## **2.7 Výběr metody senzorické analýzy**

Existuje mnoho metod senzorické analýzy, ale v praxi hodnotitel používá obvykle jen některé z nich. Výběr metody se tedy řídí nejen zadaným úkolem, ale také zkušenostmi s příslušnou metodou na pracovišti. Při výběru se přihlíží ke kvalitě hodnotitelů, obtížnosti úkolu, množství vzorků, druhu komodity a k jiným faktorům, takže je obtížné obecně doporučit určitou metodu. Čím kvalitnější je soubor hodnotitelů, tím náročnější metodu je možno zvolit. Pak je možno zmenšit počet nutných opakování analýzy pro dosažení spolehlivého výsledku [21].

Podnikové normy stanoví obvykle pro každý potravinářský výrobek hodnotitelské schéma a nejvhodnější metodu senzorické analýzy [26].

## **2.8 Hlavní metody senzorické analýzy**

### **2.8.1 Rozlišovací zkoušky**

Tyto zkoušky mají za cíl zjistit, zda mezi podanými vzorky existuje x senzorické jakosti nebo v některém jiném znaku rozdíl. Druh zkoušky se volí podle počtu a stupně zaškolení posuzovatelů a podle druhu posuzovaného materiálu. Před vlastní zkouškou je třeba stanovit hladinu pravděpodobnosti, se kterou má být výsledek zaručen (u rozlišovacích zkoušek 99 – 99,9 % pravděpodobnost).

- Párová zkouška

Je nejjednodušší z rozlišovacích zkoušek. Posuzovatel obdrží pár zkoumaných vzorků a má za úkol odpovědět, zda zjistil rozdíl mezi vzorky. Jestliže ano, má za úkol zjistit, který ze vzorků má větší intenzitu sledovaného znaku nebo kterému vzorku dává přednost z hlediska sensorické jakosti. Výhodou zkoušky je, že pro jednoduchost posouzení nevyžaduje důkladné zaškolení posuzovatelů. Nevýhodou je, že z 50% lze dosáhnout správného výsledku náhodným rozhodnutím, takže je zapotřebí značného počtu výsledků (obvykle 40 – 60 posudků), aby závěry byly dostatečně spolehlivé.

- Trojúhelníková zkouška

Princip trojúhelníkové metody spočívá v tom, že posuzovatel obdrží trojici vzorků, ve které dva vzorky jsou shodné, a třetí je rozdílný – jejich pořadí je náhodné. Posuzovatel zkouší postupně všechny vzorky a k jednomu hodnocenému vzorku se smí vracet. Jeho úkolem je rozhodnout, které dva vzorky v trojici jsou shodné a který je od nich odlišný. Zkouška je složitější než párová zkouška, vyžaduje zaškolení posuzovatele, jejichž paměť je lépe vycvičená. Na druhé straně, pravděpodobnost náhodného určení správného výsledku je jen 1/3, takže k dosažení spolehlivých závěrů stačí obvykle 25 – 40 výsledků [26].

- Zkouška duo – trio

Tato zkouška zahrnuje podání standardu. Posuzovatel obdrží tři vzorky, z nichž první je standard. Posuzovatel srovnává oba neznámé vzorky se standardem a k jednomu posouzenému vzorku se smí libovolně vracet. Jeho úkolem je rozhodnout, který vzorek z páru neznámých vzorků je shodný se standardem a který je rozdílný. Technika hodnocení je opět velmi jednoduchá, ale jako u párové zkoušky je 50% pravděpodobnost, že správný výsledek bude dosažen náhodným rozhodnutím. Je proto zapotřebí sad 40 – 60 vzorků, aby se dosáhlo spolehlivých závěrů. Nevýhodou zkoušky duo – trio je, že je zapotřebí velké množství vzorků a značné vynaložení síly na provedení zkoušky [26].

- Tetrádová zkouška

Tetrádová zkouška je náročnější než zkoušky předešlé a vyžaduje proto zkušenější posuzovatele, kteří obdrží čtveřici vzorků, z nichž první vzorek je standard, a tři vzorky jsou neznámé. Mezi těmito třemi vzorky jsou jeden nebo dva vzorky shodné se standardem a jeden nebo dva jsou odlišné od standardu. Posuzovatel má za úkol určit, které vzorky jsou shodné a které odlišné od standardu. Při této zkoušce je pravděpodobnost náhodného určení správného výsledku jen  $1/6$ , takže obvykle stačí 10 – 15 odpovědí k dosažení spolehlivých závěrů.

- Zkouška 2/5

Tato zkouška 2/5 je ještě složitější než předešlá, takže vyžaduje velmi zkušené posuzovatele. Každý posuzovatel obdrží sadu pěti vzorků, z nichž tři vzorky jsou stejné a zbývající dva jsou odlišné, ale navzájem stejné. Posuzovatel má za úkol rozdělit pěťici do dvou skupin stejných vzorků. Řešení vyžaduje dobrou paměť, i když je možné se k jedné ochutnaným vzorkům vracet. Výhodou je, že pravděpodobnost náhodného určení správného výsledku je pouze  $1/10$ , takže zpravidla 4 až 8 výsledků stačí, aby se získaly staticky průkazné závěry.

- Pořadová zkouška

Posouzení pořadovou zkouškou je výhodné tehdy, jestliže je úkolem porovnat větší počet vzorků než dva a zjistit, zda mezi nimi existují rozdíly. Posuzovatel obdrží řadu vzorků v náhodném uspořádání a má za úkol je seřadit podle intenzity zkoumaného vzorků. Počet vzorků činí 2 – 6 při posouzení chuti, 4 – 10 při posouzení vůně a 10 – 30 při posouzení barvy, podle stupně zaškolení posuzovatele. Při vyhodnocení výsledků se postupuje tak, že se pro každý vzorek zapíše pořadí u jednotlivých posuzovatelů a vypočte se součet pořadí. Tento součet se pak porovná s tabelárními hodnotami [18].

### 2.8.2 Preferenční zkoušky

Při těchto zkouškách nejde o určení, zda existuje rozdíl mezi vzorky, ale o určení, kterému vzorku dá posuzovatel přednost jako sensoricky kvalitnějšímu nebo přijatelnějšímu, příjemnějšímu.



Z používaných technik je u nezaškolených osob nebo jen krátkodobě zaškolených posuzovatelů nejběžnější párová zkouška, kdy posuzovatel obdrží dva vzorky a určí, kterému z nich dává přednost. Při vyhodnocování výsledků se většinou u preferenčních zkoušek volí hladina pravděpodobnosti 95%. Pro výpočet statické průkaznosti výsledků se spočítá celkový počet odpovědí pro jeden ze vzorků jako kvalitnější a ty se pak porovnávají s tabelovanou hodnotu.

Pro větší soubory vzorků je nejpoužívanější zkouška pořadová, kde má posuzovatel za úkol vzorky seřadit od nejkvalitnějšího k méně kvalitnímu. Protože v preferencích je vždy větší rozptyl výsledků než při určení rozdílů, je třeba větší soubor hodnotitelů k tomu, aby bylo dosaženo spolehlivých závěrů [18].

### 2.8.3 Zkouška na srovnání se standardem

Při těchto zkouškách obdrží posuzovatel určitý vzorek jako jakostní standard a má za úkol určit, zda neznámý vzorek odpovídá jakostně předloženému standardu nebo se od standardu liší.

Náročnějším úkolem je určení, nejen zda se vzorek liší od standardu, ale také jak velký je rozdíl mezi zkoumaným vzorkem a standardem.

Vhodné je předložit blankety s předtištěnými odpověďmi, aby se usnadnilo rozhodování. Posuzovatel z nich některou volí a výsledky se snadno statisticky zpracovávají.

Např. se použije stupnice:

A = vzorek je identický, totožný se standardem

B = vzorek se jen nepatrně liší od standardu

C = vzorek je málo odlišný od standardu

D = vzorek se dosti výrazně liší od standardu

E = vzorek se velice, podstatně liší od standardu

F = vzorek je standardu zcela nepodobný

Srovnávat se standardem lze i preferenčně (určíme, zda je vzorek lepší nebo horší než standard). Osvědčuje se i zde předložit řadu předtištěných odpovědí, z nichž si hodnotitel volí [35].

Např. se osvědčila u méně osob tato stupnice:

A = vzorek je o mnoho lepší než standard

B = vzorek je poněkud lepší než standard

C = vzorek je stejně kvalitní jako standard

D = vzorek je poněkud horší než standard

E = vzorek je o mnoho horší než standard

Jiné uspořádání zkoušky je takové, že se předloží několik standardů a hodnotitel má za úkol určit, kterému standardu se vzorek nejvíce podobá. Do sady posuzovaných vzorků je možné pro kontrolu anonymně zařadit i některé standardy. Srovnání se sadou standardů se nejčastěji používá při stanovení barvy, vzhledu nebo zákalu. Odlišnost vzorků od standardu lze také vyjádřit některou grafickou metodou [19].

## 2.9 Profilové metody

Jemné rozdíly v charakteru chutě a vůně se často posuzují profilovými metodami. Postupuje se tak, že si posuzovatel celkový vjem rozdělí na dílčí vjemy a určuje se buď intenzita dílčího vjemu (profily intenzitní) nebo se určí, jak by se intenzita měla upravit, aby se dosáhlo optimální jakosti (profily hédonické).

### ➤ Použití intenzitních profilů

Intenzity jednotlivých dílčích parametrů se stanoví s použitím bodové nebo grafické stupnice např.:

- 0 = neznatelná
- 1 = velmi slabá
- 2 = dosti slabá
- 3 = středně slabá
- 4 = dosti silná
- 5 = velmi silná

Kompletní vyjádření chutě a vůně (flavour) je velmi složité a bylo by třeba sledovat mnoho parametrů (např. pro potraviny 150 dílčích vjemů).

V praxi se však vybere jen 8 až 20 nejdůležitějších, u výběrových profilů pouze 2 až 4 nejdůležitější znaky s největší proměnlivostí. Tabelární vyjádření bývá příliš složité a nepřehledné. Sensorické profily se proto vyjadřují graficky: kruhovými, půlkruhovými nebo lineárními grafy [6].

## 2.10 Popisné metody

Popisná metoda je nejstarší technikou sensorické analýzy. Výhodou je, že posuzovatel má naprostou volnost, aby vyjádřil svůj názor, ovšem tato metoda je velmi subjektivní, závislá na stupni zaškolení, na zkušenostech, osobních vlastnostech a vyjadřovacích schopnostech posuzovatele [33].

Lepších výsledků se u popisné metody dosáhne, jestliže jsou možné varianty popisu předtištěny v protokolovém formuláři. V praxi se popisu používá jen na doplnění nebo vysvětlení závěru vyjádřeného jiným způsobem [14, 35].

## 2.11 Hodnocení jakosti a zařazení do jakostních tříd

Vyžaduje se velká zkušenost v hodnocení. Soubor posuzovatelů představuje obvykle malá skupina specializovaných odborníků s velkými zkušenostmi v hodnocení jakosti, znalostmi výrobků, surovin i technologie. Výsledky hodnocení výrobků jsou založeny na zařazení do kategorie podle standardizovaných schémat. Hodnotitelé se snaží porovnat organoleptické slastnosti výrobků s požadavky příslušné normy jakosti. Nejčastěji se posuzují znaky: vzhled, barva, vůně, chuť a textura. Řidčeji různé speciální znaky: sladkost, palčivost, kořenění, tvrdost. Výsledná jakost se někdy vyjádří jako součet jednotlivých znaků. Po zařazení do jakostní třídy je ovšem vedle sensorické jakosti rozhodující také výsledek fyzikálních a chemických analýz, mikrobiologického vyšetření, jakosti obalů a další ukazatele předepsané normou jakosti [22].

## 2.12 Spotřebitelské posouzení (konzumentské zkoušky)

Cílem konzumentských zkoušek je zjistit názor průměrných spotřebitelů na určitý výrobek. Získá se sledováním statistik spotřeby, pozorováním chování spotřebitelů,

přímými dotazy nebo experimentální sensorickou analýzou. Při experimentálním provedení se volí nahodile velký počet (několik set až tisíc) posuzovatelů bez jakéhokoliv předchozího školení z řad spotřebitelů. K hodnocení se předkládají obvykle 1 až 2 vzorky, které posuzovatel prohlédne, ochutná a výsledek vyjádří jednoduchým způsobem – hédonickou stupnicí (výborný – průměrný – špatný) nebo písemně zatržením jednoduchých odpovědí na otázky. Úspěch zkoušky závisí na dobré organizaci, na zkušenostech a schopnostech pracovníka řídicího hodnocení. Výsledky se zpracovávají speciálními statistickými metodami vypracovanými pro velké soubory čísel. Organizace konzumentských zkoušek vyžaduje zpravidla spolupráci potravinářského odborníka se sociopsychologem specializovaným na konzumentské zkoušky [6].

### **2.13 Zjišťování doplňujících informací dotazníkovými akcemi**

Informace o kvalitě nebo oblíbenosti potravin a pokrmů, o zvyklostech spotřebitelů nebo o možnostech odbytu potravinářských výrobků lze získat i na základě dotazníkových akcí. Odpovědi se zakládají na zkušenostech, paměti, postojích a názorech odpovídajících i bez přímého ochutnání.

K získání spolehlivých závěrů je nutný velký počet (minimálně 100, i několik tisíc) odpovědí. Vyhodnocuje se frekvence (četnost) jednotlivých odpovědí. Dotazník může obsahovat nejen otázky k organoleptickým vlastnostem produktu, ale také otázky týkající se konzumentských postojů, oblíby a bližší charakteristiky respondenta. Statistické zpracování těchto doplňujících údajů umožní přesnější předpověď chování spotřebitelů. Dotazníkové akce (ankety) jsou vhodné jako doplněk sensorického hodnocení potravin.

Při vývoji nových výrobků je účelné získat informace o spotřebě potravinářských výrobků a o jejím vývoji, o požadavcích a přáních spotřebitelů [8, 14].

### 3 MOŽNOSTI VYUŽITÍ UMĚLÉHO NOSU

Elektronické nosy jsou velmi sofistikované senzory, které umožňují tvorbu digitálních záznamů různých pachů a vůní. Mimo jiné obory nacházejí vzrůstající měrou uplatnění i v potravinářských výroбах při kontrole kvality současných a vývoje nových výrobků [4, 7].

Jedním z nejdůležitějších cílů ve výrobě potravin je dosažení stálé a vysoké kvality surovin i hotových produktů. Zpracovatelé ovoce mají zvláštní zájem na systematickém sledování zralosti plodů, neboť spotřebitelé většinou považují rozdíly ve zralosti za snížení kvality. Před nedávnou dobou byl vynalezen "elektronický nos", který odpověděl na otázku zpracovatelům ovoce i obchodníkům s ovocem. Vyřešil problém, jak průběžně kontrolovat jakost ovoce. Na rozdíl od tradičních metod, které určují zralost jednotlivých kusů ovoce destruktivními postupy, je elektronický nos schopen přesně určit jakost na základě specifické vůně. Jestli je přístroj nastaven na určitý druh ovoce, pro další manipulaci pak již není potřeba obsluhy a je možno získat výsledky během velmi malé chvíle s obrovskou citlivostí téměř na 100% [5, 8, 9].

Ze všech lidských smyslů lze čich jako jediný nesporně přesně definovat. Cílem mnoha vědců bylo přesně definovat, jak čichový vjem funguje. Vůně určité potraviny zahrnuje mnoho chemických sloučenin, které jako celek zajišťují její jedinečný charakter. Schopnost spolehlivě změřit a identifikovat optimální vývoj vůně a konstantní chuťové vlastnosti je proto zcela zásadní při vývoji mnoha potravinářských výrobků. Tato velice nesnadná úloha byla proto tradičně zajišťována hodnotitelským panelem, skupinou osob, jejichž hodnocení vždy zahrnuje i osobní hodnocení. Občas jsou používány i analytické metody, avšak takto získané hodnoty lze často jen obtížně korelovat se senzorickými informacemi a jsou velmi nákladné [6, 7, 29].

Vlastní zájem se v této oblasti soustředil na sledování zralosti banánů a jablek, tato technologie však může být aplikována i na další druhy ovoce. Rovněž je používán při hodnocení kvality kávy, piva a vína. Ve vývoji těchto přístrojů lze očekávat další pokroky [19].

### 3.1 Princip elektronického nosu

Měření elektronickým nosem je naproti tomu objektivní, opakovatelné, přesné a relativně levné. Interpretace je jednoduchá, rychlá a výsledky lze získat prakticky okamžitě. Stejně jako vnímání vůně čichem i elektronický nos se "učí" na základě zkušeností a jeho výkony se zlepšují s četností používání. Je konstruován tak, aby byl schopen analyzovat, rozeznat a identifikovat těkavé sloučeniny ve velmi nízkých koncentracích. Technologie je založena na absorpci a desorpci (při průchodu) těkavých sloučenin na souboru senzorů, což se projevuje specifickými změnami elektrického odporu měřenými na každém jednotlivém senzoru při styku s různými vůněmi a zápachy [10, 15-18].

### 3.2 Chemický senzor

Chemický senzor je definován jako zařízení, které reaguje se specifickým analytem. Jedná se o iont nebo molekulu schopné se selektivně vázat přes fyzikální, nebo chemické interakce s daným analytem a to může být využito ke kvalitativnímu, nebo i kvantitativnímu stanovení. Většina chemických senzorů se skládá ze dvou částí. Jedna část (tzv. receptor) je schopná měnit své chemické složení a tedy fyzikální, nebo chemické vlastnosti doprovázené změnou elektronového rozložení, energie valenčních orbitalů, redoxního potenciálu, atd. Druhá část (tzv. převodník) má většinou funkci modifikovat a zesilovat vycházející signál, ať už se jedná o signál optický, elektrochemický anebo jiný [12, 18, 21].

Jak již bylo řečeno, přechod od samotného receptoru k senzoru vyžaduje transdukční mechanismus, fyzikální převodník, který poskytuje informaci o vazebném ději, o tom, že cílový analyt byl rozpoznán a receptor s ním vytvořil přesně definovaný komplex. Tento děj pak umožní konverzi receptoru v senzoru. V principu jde o převedení chemické informace na fyzikální informaci [12].

### 3.3 Receptory chemických látek pro stanovení jsou následující senzory:

Podle chemických a organoleptických vlastností látky, kterou stanovujeme, můžeme využít i různé senzory, které pracují na jiném principu stanovení:

- 3.3.1 **Senzory s polovodiči na bázi oxidů kovů** - molekuly analyzované látky vyvolávají v tenkém oxidovém filmu oxidačně-redukční chemickou reakci, která se projeví změnou vodivosti senzoru. Před další analýzou musí dojít ke zpětné reakci. Aby tato reakce proběhla, je třeba senzor ohřát [12].
- 3.3.2 **Senzory s vodivými polymery** - jejich funkce je obdobná jako u senzorů s polovodiči na bázi oxidů kovů, mají větší citlivost, ale jsou více ovlivňovány vzdušnou vlhkostí [12].
- 3.3.3 **Piezelektrické senzory** - tyto senzory využívají změny vlastní frekvence piezoelektrického krystalu, na jehož povrch se navázala určité chemická látka. Změny frekvence jsou vyhodnocovány vyhodnocovací elektronikou. Složitost a vysoká cena elektronické části jsou hlavní nevýhodou piezoelektrických senzorů, jejich citlivost, selektivita, stabilita, rozsah pracovních teplot i odolnost vůči vlhkosti jsou ale lepší než u ostatních senzorů [13].
- 3.3.4 **Tranzistory s chemickým senzorem (ChemFET)** - zesílení těchto tranzistorů je závislé na tom, jaká látka je absorbována na řídicí elektrodě. Výhodou tranzistorů ChemFET je to, že je lze snadno integrovat do elektronických obvodů. Rychlost odezvy je ovšem nižší než u jiných senzorů, protože analyzovaná látka musí proniknout do povrchové vrstvy elektrody. Podstatnou nevýhodou je také to, že okruh výrobců těchto tranzistorů je velmi úzký [12].
- 3.3.5 **Senzory s vláknovou optikou** - tyto senzory využívají fluorescence, k níž dochází při reakci fluorescenční látky nanesené na optickém vlákně s analyzovanou látkou [13].
- 3.3.6 **Neselektivní senzory** - elektronické nosy mohou využívat i neselektivní senzory (spektrometr, plynový chromatograf apod.). Informaci o analyzované látce nedostáváme v tomto případě z toho, který receptor z matice receptorů s různou citlivostí a selektivitou je aktivován, ale z tvaru výstupního signálu senzoru [16, 17, 22, 23].

## 4 PRINCIP STANOVENÍ SENZORICKY AKTIVNÍCH LÁTEK

Začátkem tohoto tisíciletí, "elektronické snímání" nebo "e-snímání" technologií prošly obrovským vývojem z technického a marketingového hlediska. Pojem "elektronického snímání vzorků" se odkazuje na vlastnost lidských smyslů pomocí jednotlivých sensorových polí a systému vyhodnocování. V roce 1982 byl zahájen výzkum, který byl řízený na vývoj technologií. Běžně se označuje jako systém elektronických nosů, jenž by mohl odhalit a rozpoznat pachy a chutě (ze začátku elektronické nosy byly zpravidla velmi drahé a dost velké) [13]. Fáze procesu rozpoznávání jsou podobné lidským čichům a jsou prováděny pro identifikaci, porovnávání, počítání a další aplikace. Elektronický nos se skládá z mechanismu pro chemickou detekci jako řada elektronických senzorů, a mechanismus pro rozpoznávání vzorků jako jsou neuronové sítě [32].

### 4.1 Neuronová síť

Neuronová síť je jedním z výpočetních modelů používaných v umělé inteligenci. Její předlohou je chování odpovídajících struktur biologické povahy. Umělá neuronová síť je struktura určená pro distribuované paralelní zpracování dat. Skládá se z umělých neuronů, jejichž předlohou je biologický neuron. Neurony jsou vzájemně propojeny a navzájem si předávají signály a transformují je pomocí určitých přenosových funkcí. Neuron má libovolný počet vstupů, ale pouze jeden výstup [12].

### 4.2 Princip fungování umělých nosů

Pach je složen z molekul, z nichž každá má specifickou velikost a tvar. Každá z těchto molekul odpovídá velikosti a tvaru receptoru v lidském nose. Specifický receptor přijímá molekuly, které pošlou signál do mozku, a mozek pozná vůni spojenou s touto konkrétní molekulou. Elektronické nosy založené na biologickém modelu mohou pracovat podobným způsobem, i když je nahradily senzory pro receptory a přenosy signálu do programu pro zpracování, spíše než do mozku. Elektronické nosy mají podle typu přístroje několik možností vzorkování: a) manuální vzorkování b) automatické vzorkování c) on-line vzorkování [21].



Podle tohoto systému pracují i různé detekční technologie:

- Senzory plynu (metal oxide sensors)
- Ultra rychlá plynová chromatografie
- Otisková hmotnostní spektrometrie
- Hmotnostní spektrometrie [21].



Obrázek 2: Schéma elektronického nosu [6].

#### 4.2.1 Hmotnostní spektrometrie

Hmotnostní spektrometrie, jako analytická metoda pracuje s dělením látek (jejich fragmentů) podle poměru  $m/Q$ , kde  $m$  je hmotnost a  $Q$  je náboj fragmentu. Používá se pro určení hmotnosti částic, či stanovení elementárního složení vzorku nebo molekuly, a pro objasnění chemické struktury molekul, jako jsou peptidy, bílkoviny a jiné chemické sloučeniny. Princip hmotnostní spektrometrie je založený na ionizujících chemických sloučeninách, výrobě nabitě molekuly nebo fragmentu molekuly a měření jejich hmotnosti vzhledem k náboji. Postup hmotnostní spektrometrie [29].

1. Vzorek je umístěn do přístroje a podstoupí odpařování.
2. Složky vzorku jsou ionizovány jedním z mnoha způsobů, což má za následek vytvoření nabitých iontů.
3. Ionty jsou odděleny podle  $m/Q$  poměru v analyzátoru elektromagnetického pole.
4. Iont je dekován.
5. Získané signály jsou zpracovány jako výstupní informace [29, 33, 36].

#### 4.2.2 Plynová chromatografie

Je metoda určená k dělení a stanovení plynů, kapalin i látek pevných s bodem varu do cca. 400 °C. Metoda je založena na rozdělování složek mezi dvě fáze, fázi pohyblivou - mobilní a fázi nepohyblivou - stacionární [34].

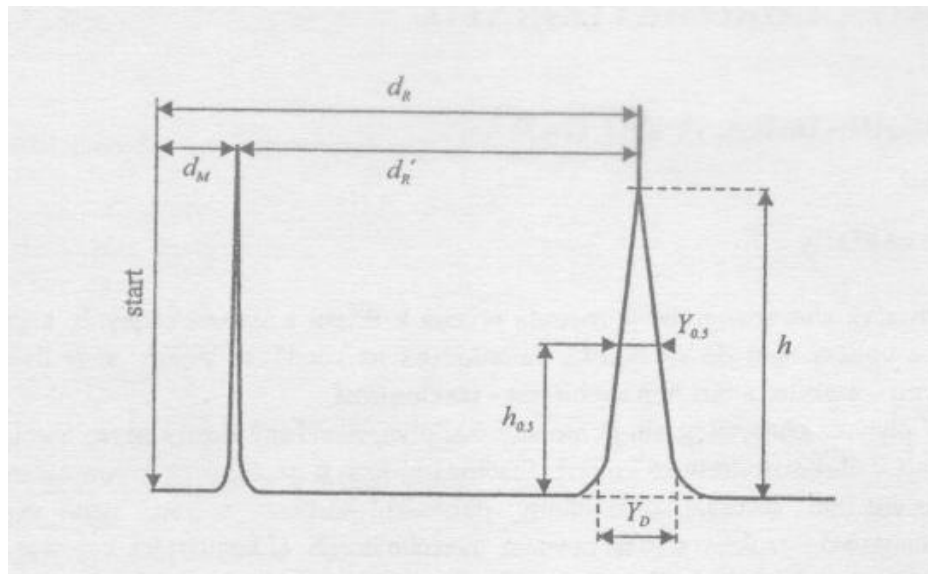
V plynové chromatografii je mobilní fází plyn, nazývaný nosný plyn. Stacionární fáze je umístěna v chromatografické koloně. Stacionární fáze u náplňových kolon může být pevná látka (aktivní uhlí, silikagel, oxid hlinitý apod.) nebo vysokovroucí kapalina nanesená v tenké vrstvě na pevném inertním nosiči. U kapilárních kolon je stacionární fáze nanesena v tenké vrstvě přímo na upravenou vnitřní stěnu křemenné kapiláry [35, 37, 40].

Princip separace látek plynovou chromatografií je následující. Kolonou se stacionární fází prochází stále nosný plyn. Vzorek se vnese (nastříkne) do vyhřívaného bloku - nástřikové komory (injektoru), kde se odpaří a ve formě par je unášen nosným plynem do kolony. Složky ze vzorku se sorbují na začátku kolony ve stacionární fázi a pak desorbují čerstvým nosným plynem. Nosný plyn unáší složky vzorku postupně ke konci kolony a dělicí proces se neustále opakuje. Každá složka ze vzorku postupuje kolonou svou vlastní rychlostí závislou na distribuční konstantě složky  $K_D = c_s/c_m$ , kde  $c_s$  a  $c_m$  jsou rovnovážné koncentrace složky ve stacionární a v mobilní fázi [25, 28].

Látky postupně vycházejí z kolony v pořadí rostoucích hodnot distribučních konstant a vstupují do detektoru. Detektor indikuje okamžitou koncentraci separovaných látek v nosném plynu. Signál detektoru je vhodně upraven a plynule se registruje. Výsledný grafický záznam závislosti signálu detektoru na čase se nazývá chromatogram. Popsaná chromatografická technika se označuje jako eluční [37].

Dojde-li na chromatografické koloně k rozdělení - separaci všech  $n$ -složek analyzovaného vzorku, obsahuje chromatogram  $n$ -elučních křivek - píků těchto složek. Podle polohy píku lze vyslovit předpoklad o identitě látky. Plocha píku je úměrná množství látky ve vzorku [34].

U chromatogramu je na ose  $y$  zaznamenána odezva detektoru a na ose  $x$  délkové jednotky nebo čas. Z teorie chromatografické separace vyplývá, že chromatografický pík má tvar Gaussovy křivky a je popsán třemi parametry: retenční vzdáleností  $d_R$ , výškou píku  $h$  a šířkou píku měřenou buď na základní linii  $Y_d$  nebo v polovině výšky píku  $Y_{0,5}$  [34, 40].



Obrázek 3: Chromatogram [34]

#### 4.3 Provozní parametry při stanovení pomocí elektronického nosu:

Výsledky stanovení pomocí elektronického nosu jsou závislé na typu látky (nastavení pracovní teploty a inkubace pro ustálení rovnováhy v systému), dále pak na citlivosti vybraných senzorů, se kterou souvisí množství a rychlost injektování studované látky do systému, případně použití dalšího rozpouštědla. V neposlední řadě je to také průtok plynné fáze, případně pomocného plynu.

K nastavení těchto parametrů slouží řídicí jednotka, pomocí které je možné jednotlivé parametry nastavit, nastavit jejich optimální rozsahy a umožnit regulovat tyto parametry během provozu. Celkově můžeme tyto parametry shrnout do následujících bodů:

Nastavení teploty vzorku, inkubace

Velikost vzorku

Míra injekce

Množství injekce

Přidáno rozpouštědlo používané

Průtoku

Typ senzoru

Senzor provozních parametrů [9].

#### 4.4 Směr vývoje umělých nosů

Současný výzkum je zaměřen na výrobu zařízení menší, levnější a citlivější. Nejmenší verze, nos-on-a-chip je jediný počítačový čip obsahující jak senzory, tak zařízení na zpracování komponentů. Tato zařízení prošly obrovským vývojem a jsou nyní využívány pro potřeby potravinářských průmyslů [39].

#### 4.5 Typy aplikací elektronického nosu a elektronického jazyku v potravinářství

Elektronické nosy a elektronické jazyky mají obrovský rozptyl využití v různých odvětvích potravinářského průmyslu:

- jedlé oleje- žluknutí tuků
- škrobnaté potraviny- produkty Maillardových reakcí
- maso, masné a rybí výrobky- hodnocení čerstvosti
- aromatické ingredience a koření- zjišťování podílů jednotlivých komponent
- nealko nápoje, víno- hodnocení aromátu, identifikace výrobce
- cereální potraviny- hodnocení chutí
- mléko a mléčné výrobky- hodnocení obsahu laktosy
- saláty, dresinky, instantní a mražené potraviny- hodnocení chuti
- zmrzlina a mražené výrobky- hodnocení chutí
- káva, čokoláda- hodnocení chutí a vůně
- pivo / slad / chmel / vedlejší chutě- možnost identifikace výrobce [30]

## ZÁVĚR

Předložená bakalářská práce se zabývá principy senzorické analýzy potravin a také analýzou potravin pomocí elektronického nosu a popisem elektronického jazyku v potravinářství.

Elektronické nosy byly vyvíjeny v průběhu posledních 20. let k provádění různých speciálních stanovení v různých průmyslových odvětvích. Nicméně před několika lety byla většina práce a publikace týkající se této oblasti většinou omezena na oblast výzkumu pro různá odvětví. V těchto dnech je možné různé typy komerčně dostupných elektronických nosů zakoupit kdekoliv na světě v mnoha provedeních.

Relativně rychlý vývoj a komercializace těchto zařízení přitahuje nový zájem o jejich uplatnění v oblasti potravinářské průmyslu, životního prostředí, lékařské diagnostiky, průmyslových odvětví a dalších souvisejících oblastí. Ve Finsku byl takový systém vyvinut např. pro detekci bojových chemických látek. Obdobné použití jako v chemii lze uplatnit i ve farmacii, kde se k těmto sloučeninám patří i různé silice, rostlinné extrakty, aj.

Jak již bylo uvedeno elektronický nos má použití i např. lékařství k diagnostickým účelům (určení žaludečních vředů, určení cukrovky, aj.). V potravinářství je využití zejména u kontroly jakosti potravin (čerstvost ovoce, zeleniny, masných výrobků a ryb) a určování potravin do jakostních tříd, kontrola nápojů. Je dobré uvést, že zvláštní pozornost byla věnována pivu, kde je možno s velkou určitostí identifikovat dokonce i výrobce piva. Podobné stanovení lze uvést i u révového vína. Obrovský význam má elektronický nos v nápojářském průmyslu, kde se využívá nejenom pro celkovou senzorickou analýzu, ale i při určování použitých arómat v nealkoholických nápojích všech druhů.

Lze jej využít v potravinářské výrobě také při kontrole vstupních surovin do výroby, kde lze na základě charakteristických a v kombinaci i morfologických znaků poznat výrobce nebo někdy i pěstitele, dále je možné i provádět kontrolu veškerého koření a přitom zjišťovat podíl jednotlivých komponent, které obsahují ať už samostatně nebo v různých směsích. Významná je i možnost posouzení interakce různých obalů s potravinami. Vcelku obdobné použití je i v kosmetice, kde lze metody navíc použít při návrhu nových výrobků a pracovat delší dobu neboť nedochází k saturaci, jako u lidských smyslových orgánů.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] *Elektronický nos* [online]. 2011 [cit. 2011-07-20]. Dostupné z WWW:  
<http://scienceworld.cz/aktuality/elektronicky-nos-pozna-vuni-ovoce-a-zeleniny-5415>
- [2] *Elektronický nos* [online]. 2011 [cit.2011-07-20].  
Dostupné z WWW: <http://www.eufic.org/article/cs/artid/elektronicky-nos/>
- [3] AMPUERO S., BOSSET J., O., (2003) "*The electronic nose applied to dairy products: a review*" *Sensors and Actuators B* 94 (2003) 1-12
- [4] PERERA, A., SUNDIC T., PARDO A., GUTIERREZ-OSUNA R., MARCO S. (2002)"*A Portable Electronic Nose Based on Embedded PC Technology and GNU/Linux: Hardware, Software and Applications*" *IEEE SENSORS JOURNAL*, VOL. 2, NO. 3, JUNE 2002 235
- [5] PERSAUD, K., DODD, G. *Sensors for nature* 1982, 299, 352-355
- [6] STETTER J.R., PENROSE W. R. "*THE ELECTROCHEMICAL NOSE*" Department of Biological, Chemical and Physical Sciences Illinois Institute of Technology - Chicago, 2001, IL 60616, USA
- [7] BRIAND D., STEPHAN HEIMGARTNER S., GR'ETILLAT M-A., SCHOOT B., ROOIJ N. F.( 2002) "*Thermal optimization of micro-hotplates that have a silicon island*" *J. Micromech. Microeng.* 12 (2002) 971-978 PII: S0960-1317(02)33064-X
- [8] DAVIDE, F.; HOLMBERG, M; LUNDSTROM, I.; (2001) 12 " *Virtual olfactory interfaces: electronic noses and olfactory displays*" *Communications Through Virtual Technology: Identity Community and Technology in the Internet Age* (Pages. 193 - 220).
- [9] NAGLE, H. T., SCHIFFMAN, S. S., GUTIERREZ-OSUNA, R.(1998) "*The How and Why of Electronic Noses*" *IEEE Spectrum* September 1998, Volume 35, Number 9, pp. 22-34
- [10] *Historie Elektronického nosu* [online]. 2011 [cit. 2011-07-19].  
Dostupné z WWW: <http://EzineArticles.com/1037705>

- [11] Čich [online]. 2011 [cit. 2011-07-13].  
Dostupné z WWW:[http://cs.wikipedia.org/wikipedie\\_cich](http://cs.wikipedia.org/wikipedie_cich)
- [12] *Neuronová síť* [online]. 2011 [cit. 2011-07-13].  
Dostupné z WWW:[http://cs.wikipedia.org/wiki/Neuronova\\_sit](http://cs.wikipedia.org/wiki/Neuronova_sit)
- [13] *Plynová chromatografie* [online]. 2011 [cit. 2011-07-13].  
Dostupné z WWW: <http://www.vscht.cz/anl/lach2/GC.pdf>
- [14] HÁLKOVÁ, J.; RUMÍŠKOVÁ, M.; RIEGLOVÁ, J. *Analýza potravin*. Újezd u Brna : Nakladatelství Ivan Straka, 2001. 160 s.
- [15] KELLER, P. E.: *Electronic/Artificial Noses. Technology Brief*. PNL-SA-26873. Pacific Northwest National Laboratory, Richland, Washington 1998.
- [16] KELLER, P. E.: *Physiologically Inspired Pattern Recognition for Electronic Noses*. SPIE Applications and Science of Computation Intelligence II, Proceedings of the SPIE, svazek 3722, 1999, č. 13, s. 144-153.
- [17] Strojové vnímání vůní a zápachů [online]. 2011 [cit. 2011-06-03].  
Dostupné z WWW:  
<[http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id\\_document=27557](http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=27557)>
- [18] ADAHCHOUR, M. et. al: *J. The electronic nose*, Austria, 1186 (2008) 67-108.
- [19] HOLMBERG, M , *Method Validation and Quality Control Procedures for Pesticide Residues Analysis in Food and and Feed*, SANCO/10684/2009
- [20] Commission Decision of 12 August 2002 implementing Council Directive 96/23/EC concerning the performance of analytical methods and the interpretation of results 2002/657/EC
- [21] Technologický princip [online]. 2011 [cit. 2011-08-03].  
Dostupné z WWW:  
<[http://www.alpha-mos.com/products\\_technology/electronic\\_nose.htm](http://www.alpha-mos.com/products_technology/electronic_nose.htm)>.
- [22] FLACHOWSKY, J., BATEREAU, K., KLAAS, N., MÜLLER, M., BARCZEWSKI, B. *Aktuelle Ergebnisse und Entwicklungen beim Einsatz von Vor-Ort-Analytik*, in: *Leipzig, Forschung und Technologieentwicklung zum*

- Schutz von Grundwasser und Boden, 145, Institut für Wasserbau, Universität Stuttgart, 2005, pp. 182–194, 234 - 278 9/2005.
- [23] MULLER, M., BATEREAU, K., BARCZEWSKI, B., KLAAS, N. *High-Tech Methoden zur Untergrundsondierung: Entwicklung von Messsystemen zur sensorgestützten in situ-Sondierung von Industriebrachen*, Wissenschaftlicher Bericht Nr. VEG 13, Institut für Wasserbau, 3/2005, Nr.: 2005/04.
- [24] GOSCHNICK, J., KÖRBER, R., LAHRMANN, A., TSCHULENA, G. (Eds.), *Sensors in Household Appliances, Sensors Application Series, vol. 5*, Wiley-VCH, Weinheim, 2002, pp. 52–68.
- [25] GOSCHNICK, J. *An electronic nose for intelligent consumer products based on a gas analytical gradient microarray*, *Microelectronic Eng.* 57–58 (2001) 693–704.
- [26] MULLER, R., LANGE, E. *Multidimensional sensor for gas analysis*, *Sens. Actuators* 9 (1986) 39–48.
- [27] JURIS, P.C., BAKKEN, G.A., MCCLELLAND, H.E. *Computational methods for the analysis of chemical sensor array data from volatile analytes*, *Chem. Rev.* 100 (2000) 2649–2678.
- [28] ŠIMEK, L.; HRNČIŘÍK, J. *Fyzikální chemie II*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně Academia centrum, 2008. 94 s.
- [29] HENRION, R., HENRION, G. *Multivariate Datenanalyse*, Springer-Verlag, New York, 1994, p. 227.
- [30] TAN T LUCAS Q, MOY L, GARDNER JM AND BARTLETT P N, 1995. *The electronic nose-A new instrument for sensing vapors*. *LC GC INT* 8(4): 218-225.
- [31] KYSELEV, I., et al. *Sub-surface probe module equipped with the Karlsruhe Micronose KAMINA using a hierarchical LDA for the recognition of volatile soil pollutants*. *Sciencedirect* [online]. 6.5.2006, 116, [cit. 2011-07-03]. Dostupný z WWW: [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)
- [32] HÁLKOVÁ, J.; RIEGLOVÁ, J.; RUMÍŠKOVÁ, M. *Kvantitativní chemická analýza*. Újezd u Brna: Nakladatelství Ivan Straka, 2001. 64 s.
- [33] KELLER, P. E., KOUZES, R. T., KANGAS, L. J., HASHEM, S. *Transmission of Olfactory Information for Telemedicine*. *Interactive Technology and the New*



Paradigm for Healthcare, (Ed. s.). IOS Press and Ohmsha, Amsterdam 1995.  
Kap. 27, s. 168-172.

- [34] *Plynová chromatografie* [online]. 2011 [cit. 2011-07-13]. Dostupné z WWW: <<http://fch.upol.cz/skripta/zfcm/chrom/chrom.pdf>>.
- [35] HUBÁČEK, V. a KRAUS, V. *Hrozny a víno z vinice*, 1.vydání.Praha: SZN 1982 s. 50-92
- [36] HÁLKOVÁ, J.; RIEGLOVÁ, J.; RUMÍŠKOVÁ, M. *Fyzikální chemie*. Újezd u Brna : Nakladatelství Ivan Straka, 2003. 69 s.
- [37] T.C. PEARCE, et al. (Eds.), *Handbook of Machine Olfaction : Electronic Nose Technology*, Wiley-VCH, Weinheim, 2003.
- [38] SNOPOK, BA. KRUGLENKO, IV. *Multisensor systems for chemical analysis: state-of-the-art in Electronic Nose technology and new trends in machine olfaction*. Thin Solid Films, 2002, vol. 418, no. 1, p. 21-41.
- [39] OTTO, M. *Chemometrie: Statistik und Computereinsatz in der Analytik*, Wiley-VCH, Weinheim, 1997
- [40] PEARCE T.C., GARDNER J.W., FRIEL S., BARLETT P.N., BLAIR N. (1993) *Electronic nose for monitoring the flavour*, Analyst 118, 371-377.

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

ISE	Iontově selektivní elektrody
aj.	A jiné
°C	Stupeň Celsia
DNA	Deoxyribonukleová kyselina

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

<i>Obrázek 1: Polární záznam vektorů získaného při analýze vůně bílého vína [6].....</i>	<i>15</i>
<i>Obrázek 2: Schéma elektronického nosu [6]. .....</i>	<i>33</i>
<i>Obrázek 3: Chromatogram [34] .....</i>	<i>35</i>

## SEZNAM TABULEK

<i>Tabulka 1: Rozdělení hodnotitelů podle kvalifikace .....</i>	19
---	----