

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

KATEDRA VETERINÁRNÍCH DISCIPLÍN A KVALITY
PRODUKTŮ

Studijní program: B4131 Zemědělství
Studijní obor: Zemědělské biotechnologie

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Hodnocení senzoričké jakosti mléčných produktů instrumentální
a senzoričkou analýzou
(Evaluation of sensory quality of milk products by instrumental
and sensory analysis)

Autor bakalářské práce: Veronika Bláhová
Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Eva SAMKOVÁ, Ph.D.
Konzultant bakalářské práce: Ing. Iveta Marešová
Vedoucí katedry: prof. Ing. Jan Trávníček, CSc

České Budějovice

2014

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Fakulta zemědělská

Akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Veronika BLÁHOVÁ
Osobní číslo: Z11334
Studijní program: B4131 Zemědělství
Studijní obor: Zemědělské biotechnologie
Název tématu: Hodnocení sensorické jakosti mléčných produktů instrumentální a sensorickou analýzou
Zadávající katedra: Katedra veterinárních disciplin a kvality produktů

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Senzorická jakost je součástí celkové jakosti potravin a sensorické hodnocení patří mezi nejstarší způsoby kontroly jakosti s dodnes nezastupitelnou úlohou s ohledem na spotřebitele. Přesto je možné řadu smyslových vlastností produktů stanovovat i pomocí instrumentálních metod.

Cílem bakalářské práce bude zpracovat literární přehled o problematice hodnocení smyslových vlastností mléčných produktů pomocí instrumentální a sensorické analýzy a posoudit jejich výhody a nevýhody.


Bakalářská práce je součástí řešení projektu OP VK CZ.1.07/2.3.00/09.0081 a bude vypracována na základě pokynů pro závěrečné práce uvedených na: http://www.zf.jcu.cz/copy_of_students/informace-pro-studujici/dokumenty-studijniho-oddeleni/informace-pro-studujici/Jak_vypracovat_DP.pdf podle následující rámcové osnovy:

1. Úvod - charakteristika a význam řešené problematiky
2. Cíl práce
3. Současný stav poznání dané problematiky s ohledem na cíle práce, zpracovaný formou literárního přehledu na základě studia soudobé vědecké a odborné literatury
4. Závěr - shrnutí získaných informací, návrhy a doporučení vyplývající z problematiky
5. Summary - přehled a nejdůležitější výsledky včetně klíčových slov (v anglickém jazyce)
6. Seznam literatury - jednotný, podle platných citačních zásad

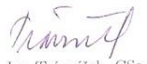
Rozsah grafických prací: tabulky a grafy dle potřeby
Rozsah pracovní zprávy: 35-50 stran textu
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická
Seznam odborné literatury:

- LOBATO-CALLEROS C. et al: Use of fat blends in cheese analogs: Influence on sensory and instrumental textural characteristics. Journal of Texture Studies, 1997, 28(6): 619-632.
- NEUMANN R. et al.: Senzorické skúmanie potravín. Bratislava: Alfa, 1990. 352 s. ISBN 80-05-00612-8.
- PEREIRA R.B. et al.: Instrumental and sensory evaluation of textural attributes in cheese analogs: A correlation study. Journal of Sensory Studies, 2005, 20(5): 434-453.
- POKORNÝ J.: Metody senzorické analýzy potravín a stanovení senzorické jakosti. Praha: ÚZPI, 1993, 196 s.
- Databáze WOS, Česká zemědělská bibliografie, CAB Abstracts, PROQUEST, dostupné na: <http://www.lib.jcu.cz/cs/databaze>
- Vědecké a odborné publikace v časopisech Mlékařské listy, Výživa a potraviny a ve sbornících z odborných konferencí - př. Ingrový dny (Brno: MENDELU) a Mléko a sýry (Praha: VŠCHT), popř. internetových portálů www.agronavigator.cz, či www.mze.cz.

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Eva Samková, Ph.D.
Katedra veterinárních disciplín a kvality produktů
Konzultant bakalářské práce: Ing. Iveta Marešová
Katedra veterinárních disciplín a kvality produktů
Datum zadání bakalářské práce: 26. března 2013
Termín odevzdání bakalářské práce: 15. dubna 2014


prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc.
děkan

L.S.


prof. Ing. Jan Trávníček, CSc.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 26. března 2013

Prohlášení

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě, elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne 10. 4. 2014

.....

Veronika Bláhová

Poděkování

Ráda bych poděkovala své vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Evě Samkové, Ph.D. za poskytování cenných rad a věcných připomínek při vypracování mé bakalářské práce.

Abstrakt

Senzorická jakost mléka a mléčných výrobků je v dnešní době kvalitních produktů velmi důležitým hodnocením a patří mezi ty nejstarší. Součástí analýzy je hodnocení barvy, vůně a chuti, textury. Bylo provedeno porovnání senzorické a instrumentální analýzy mléčných výrobků. Na základě zjištěných dat bylo vyhodnoceno, že senzorická analýza je stále nepostradatelnou součástí a zatím nebyl vyvinut přístroj, který by mohl nahradit lidské smyslové vnímání.

Klíčová slova: senzorická analýza; instrumentální analýza; mléko; mléčné výrobky;

Abstract

Sensory quality of dairy products is nowadays a very important product quality evaluation and is among the oldest. The analysis comprises the evaluation of color, aroma and flavor, texture. A comparison of sensory and instrumental analysis of milk products was made. Based on the obtained data it was evaluated that the sensory analysis is still an indispensable part and a device that could replace human sensory perception has not been developed yet.

Keywords: sensory analysis; instrumental analysis; milk; dairy products;

Osnova

1. Úvod.....	8
2. Cíl práce	9
3. Senzorická analýza.....	10
3.1 Význam senzorické analýzy	11
3.2 Znaky hodnocené při senzorické analýze.....	12
3.2.1 Vnější vzhled	12
3.2.2 Vůně a chuť	13
3.2.3 Textura	16
3.3 Metody senzorické analýzy	17
4. Instrumentální analýza	19
4.1 Instrumentální hodnocení barvy	19
4.1.1 Princip instrumentálního měření barvy.....	19
4.1.2 Používané přístroje	21
4.1.2.1 Spektroskopické přístroje.....	21
4.2 Instrumentální hodnocení vůně a chuti.....	23
4.2.1 Princip instrumentálního měření vůně a chuti	23
4.2.2 Používané přístroje	24
4.2.2.1 Plynový chromatograf.....	24
4.2.2.2 Elektronický nos.....	27
4.3 Instrumentální hodnocení textury.....	28
4.3.1 Princip instrumentálního měření textury	28
4.3.2 Používané přístroje	29
4.3.2.1 Elektromyograf	29
4.3.2.2 Texturometr.....	30
4.3.2.3 Analyzátor texturního profilu (TPA)	31
4.3.2.4 Ostatní používané přístroje	31
5. Výhody a nevýhody instrumentální analýzy.....	33
6. Závěr	34
7. Summary	35
8. Seznam použité literatury.....	36
9. Seznam tabulek a obrázků.....	40
10. Seznam zkratk	40

1. Úvod

Mléko a mléčné výrobky jsou nepostradatelnou součástí lidské výživy, a jako takové jsou posuzovány nejrůznějšími způsoby. Při legislativními předpisy zaručené zdravotní nezávadnosti a kvality výrobků se spotřebitelé stále více soustřeďují na tu stránku jakosti, kterou jsou schopni sami posoudit.

Senzorická jakost je součástí celkové jakosti potravin a její hodnocení patří mezi nejstarší způsoby kontroly jakosti.

Senzorická analýza zahrnuje hodnocení organoleptických vlastností produktů a potravin, zejména barvy, chutě, vůně a textury. Kromě toho se senzorická analýza používá při optimalizaci složení výrobků, při uvádění nových výrobků na trh nebo jako součást běžných kontrol potravin.

Bakalářská práce se věnuje hodnocení organoleptických vlastností mléka a mléčných výrobků posuzovaných jednak pomocí klasické senzorické analýzy, v níž se využívá skupina hodnotitelů (senzorická komise), jednak s využitím instrumentální analýzy, která má k dispozici nejmodernější přístroje a metody stanovení. Při neustálém zvyšování nároků na organoleptické vlastnosti výrobků by instrumentální metody mohly výrazně přispět k optimalizaci klasických analýz, vyšší rychlosti hodnocení, zmenšení spotřeby materiálu a do určité míry i nahradit hodnotitele potřebné při senzorickém hodnocení produktů a potravin. Zavedení instrumentálních metod při senzorickém hodnocení bude zcela jistě velkým přínosem do budoucna jak pro výrobce, tak pro spotřebitele.

2. Cíl práce

Cílem bakalářské práce bylo zpracovat literární přehled o problematice hodnocení organoleptických vlastností mléka a mléčných produktů pomocí sensorické a instrumentální analýzy a posoudit výhody a nevýhody jejich použití.

Bakalářská práce byla součástí řešení projektu OP VK CZ.1.07/2.3.00/09.0081 „Komplexní vzdělávání lidských zdrojů v mlékařství“.

3. Senzorická analýza

Senzorickou analýzou potravin rozumíme takovou analytickou metodu, při níž se organoleptické (smyslové) vlastnosti potravin stanoví výhradně lidskými smysly, a to za takových podmínek, které zajišťují objektivní, spolehlivé a reprodukovatelné výsledky (POKORNÝ, 1993).

Senzorická analýza je poměrně mladý vědecký obor, ale zakládá se na empirických zkušenostech kuchařů, kteří je shromažďovali již od 16. století. V 18. a 19. století popsali významní fyziologové jednotlivé smyslové orgány a vysvětlili jejich funkci. V následujícím století byly popsány závislosti mezi podněty a smyslovými orgány a přeměna nervového vzruchu na smyslový vjem. V tomto směru bylo pro senzorickou analýzu velkým přínosem dílo německých fyziologů Webera a Fechnera.

V 19. století řada vědců stanovila citlivost osob k jednotlivým chutím a vůním a s výzkumem této oblasti se pokračovalo i ve 20. století. Jako dosud poslední významný objev bylo objasnění některých buněčných a molekulárních mechanismů při smyslovém vnímání.

Dalším důležitým podkladem pro vytvoření teoretických základů senzorické analýzy potravin byl rozvoj psychologie, zvláště pak poznatků o významu asociací pro myšlení. Stejně důležitý byl také rozvoj sociologie, především pro pochopení vlivu sociálních faktorů na preference a na hédonické hodnocení senzorických počitků a vjemů.

Senzorická analýza je tedy multidisciplinárním oborem a její zavedení vyžadovalo rozvoj několika vědeckých odvětví. Kromě výše uvedených také biologie a v menším rozsahu i chemie a biochemie (POKORNÝ A KOL., 1998).

Při senzorické analýze se nestanovuje koncentrace sensoricky aktivní látky. Tyto sensoricky aktivní látky působí na smyslové receptory (čidla), jejich podráždění se přenáší nervovými drahami do centrální nervové soustavy, kde se zpracovává v počítcech, z nichž se skládá s použitím dosavadních zkušeností a pocitů hodnotitele vjem, na jehož základě hodnotící osoba teprve vyslovuje svůj poznatek. Senzorická analýza patří tedy do skupiny tzv. psychometrických metod, protože se jí stanovuje přijatelnost nebo intenzita vjemu, nikoli složení potravin (POKORNÝ, 1997).

3.1 Význam senzorické analýzy

S rostoucím významem jakosti potravin a pochutin se zvyšuje zájem o hodnocení senzorické jakosti. Potrava přestala být pouze nutností, ale stala se také jednou z životních radostí. Spotřeba potravin se vyvíjí směrem ke konzumu velmi chutných nebo speciálních (nízkoenergetických, zdraví prospěšných) výrobků. Přitom až donedávna bylo prvořadým úkolem lidstva obstarání dostatečného množství potravin pro vlastní obživu. Teprve v posledních desetiletích přestal být tento problém v hospodářsky vyspělých zemích aktuální a při nasycení trhu potravinami začaly růst nároky spotřebitelů na jejich senzorickou jakost (POKORNÝ, 1993).

Organoleptické vlastnosti potravin mají pro člověka jednak motivující význam z hlediska výběru jednotlivých potravin při sestavování pokrmů a jednak se tu projevuje úsilí po dobrém pocitu z potravy. Spotřebitel může na základě smyslových vlastností výrobků zjistit, zda jsou pro něj přijatelné. Například určité zápachy (amoniak, sulfan), ale i nepříjemný vzhled potravin indikují, že je potrava zkažená.

Prvořadé postavení při senzorickém hodnocení mají vůně a chuť. Spotřebitel upřednostňuje nebo odmítá potraviny na základě pozitivních a negativních pocitů, které se vyvíjely v důsledku jeho zvyklostí a zážitků. Podle FITZGERALDA A KOL. (2010) mají návyky získané v dětství a dospívání tendenci přetrvávat až do dospělosti.

Senzorické zkoumání potravin se uplatňuje také při vývoji nových výrobků a výrobních postupů v potravinářské výrobě a obchodech (NEUMANN A KOL., 1990). V praxi se nejprve shromáždí soubor dosavadních výrobků podobného charakteru, a to jednak dosavadních výrobků firmy, ale i konkurence. Tento soubor se senzoricky vyhodnotí a dle toho se vyvine nový výrobek, který by měl být z hlediska senzorické jakosti jako ty dosavadní nebo lepší. Nově vyvinutý výrobek se následně předloží expertům k senzorickému ohodnocení. Po schválení experty, je tento výrobek předložen ke konzumentskému testu. Proces je ukončen, když je výrobek schválen jak experty, tak konzumenty a může tedy začít jeho výroba (POKORNÝ A KOL., 1998).

Senzorická analýza je dále využitelná pro zjišťování vlivu receptury, použitých surovin, pomocných a přídatných látek, technologického postupu, ale také vlivu dopravy a uskladňování na některé vlastnosti výrobku.

Senzorické posuzování se používá také v obchodní organizaci při přebírání produktů, aby se zjistilo, jestli dodané potraviny odpovídají smluvně dohodnutým požadavkům, případně zda si udržely jakost od začátku skladování až po dodání konzumentovi (NEUMANN A KOL., 1990).

3.2 Znaky hodnocené při senzorické analýze

Základními smyslovými vlastnostmi mléka a mléčných výrobků jsou vzhled, vůně, chuť a textura.

Některé organoleptické vlastnosti jsou shodné u více mléčných výrobků (např. barva), ale některé jsou specifické pro konkrétní druh mléčného výrobku (např. tvrdost u sýra a tvarohu).

V této kapitole jsou uvedeny základní znaky, které se u mléčných výrobků hodnotí.

3.2.1 Vnější vzhled

Vnější vzhled je vlastnost posuzovaná zrakem, u které sledujeme velikost, tvar, barvu a geometrickou makrostrukturu. Nejdůležitější součástí vzhledu je barva.

Barva – počitek vyvolaný drážděním sítnice oka, která vnímá elektromagnetické záření o vlnové délce 380 – 780 nm. Oko je schopno u každého podnětu rozpoznávat tři znaky:

- barevný tón (odstín) – určí vlnovou délku a tím dominantní barvu,
- světlost (jas, luminance) – odpovídá intenzitě osvětlení,
- sytost barvy – znamená, kolik je k barevnému tónu přimíseno bílé nebo šedé barvy.

Posuzování barvy se většinou provádí porovnáváním s barevnými standardy nebo pořadově (POKORNÝ A KOL., 1998).

Barevné standardy jsou jednoduchý a praktický způsob určování barvy. Pomocí barevných standardů vizuálně určíme, zda se daný vzorek shoduje či neshoduje se standardem. Mohou se používat předlohy, standardní řady a atlasy barev (VLK, 1995).

Pořadové hodnocení barvy spočívá v tom, že se jednotlivé vzorky seřadí podle intenzity zbarvení. Používá se zejména tam, kde jsou malé rozdíly mezi vzorky, přičemž hodnotitelé nesmí dva vzorky umístit na stejné místo (POKORNÝ A KOL., 1997).

Specifické termíny využívané při hodnocení barvy jsou, zda je vzorek průhledný, průsvitný či opakní (neprůhledný) (POKORNÝ A KOL., 1998).

3.2.2 Vůně a chuť

Vůně a chuť mléčných výrobků je dána přítomností vonných a chuťových látek. Odhaduje se, že v potravinách je těchto aromatických látek téměř 10 000.

I když v každé potravine bývá běžně několik set různých sloučenin, na charakteristickém vjemu se podílí pouze malá část z nich. Intenzita a kvalita vůně závisí nejen na přítomných vonných látkách, ale také na dalších složkách potravin, především bílkovinách, sacharidech a lipidech. S těmito složkami vonné látky interagují, a to pak určuje koncentraci vonných látek v plynné fázi (VELÍŠEK, 1999).

Typické aromatické látky vyskytující se v mléčných výrobcích jsou uvedeny v tabulce č. 1.

Tabulka č. 1: Aromatické látky v mléčných výrobcích

Mléčný výrobek		Aromatické látky
Mléko		dimethylsulfid, biacetyl, 2-methyl-butanol, (Z)-4-heptenal, (E)-2-nonenal, sulfan a další sirné sloučeniny
Smetana a máslo		volné mastné kyseliny (kaprinová, laurová), δ -laktony, dimethylsulfid, (Z)-4-heptenal, indol, skatol, biacetyl, kyselina mléčná a octová
Kysané mléčné výrobky		biacetyl, acetaldehyd, dimethylsulfid, kyselina mléčná a octová, různé aldehydy, ketony a estery, oxid uhličitý
Sýry	<u>typu</u> <u>Roquefort</u>	nižší mastné kyseliny, 2-alkanoly, 2-alkanony, hexanová kyselina, methylketony
	<u>typu</u> <u>Camembert</u>	1-okten-3-ol, 2-fenylethanol, 2-fenylethylacetát, 1,3-dimethoxybenzen, methylcinnamát
	<u>typu</u> <u>Romadur</u>	fenol, kresol, acetofenon, methylthioestery nižších mastných kyselin
	<u>typu</u> <u>Emmental</u>	methylthioacetát, kyselina propionová, nižší mastné kyseliny, oxokyseliny, různé alkoholy, estery, laktony, aminy

Zdroj: VELÍSEK (1999), upraveno

Vůně, pach – je vlastnost látek vnímaná při nadechnutí do nosní dutiny a způsobující jiný vjem než chuťový, hmatový, zrakový a vjem teploty nebo bolesti.

I když se vědci neustále snaží vytvořit přehled základních vůní a jejich klasifikaci, dosud vytvořená rozdělení přesto plně nevyhovují. Z tabulky 2, ve které jsou uvedena některá rozdělení, je patrné, že některé základní vůně se opakují (aromatická, vonná, květinová, etherová), některé (dráždivá, připálená, pižmová) jsou uváděny pouze jedním autorem.

Tabulka č. 2: Příklady rozdělení základních vůní

Linné (1764)	Zwaardemaker (1895)	Amoore (1962)
Aromatická		Hnilobná
Vonná		Pražná
Lahodná		Mátová
Cibuločesneková		Kafrová
Kozlí		Pižmová
Omamná		
Dráždivá	Květinová	
	Etherová	
	Odporná	
	Připálená	

Zdroj: POKORNÝ A KOL. (1998), upraveno

Chuť - je vnímána chuťovými pohárky umístěnými v ústní dutině, na jazyku, zadní části měkkého patra, jazylce a horní části hrtanu. V porovnání s rozdělením základních vůní je situace v případě chuti jednodušší, protože rozeznáváme několik základních chutí:

- sladká – vyvolávaná některými anorganickými solemi, cukry, různými dusíkatými sloučeninami a dalšími látkami. Aktivní receptory pro sladkou chuť jsou převážně na špičce jazyka, ale nacházejí se i v zadní části ústní dutiny.
- slaná – způsobená vysokými koncentracemi některých anorganických iontů, hlavně sodných, draselných a lithných. Receptory se nacházejí převážně po stranách jazyka.
- kyselá – tuto chuť vyvolávají látky, které uvolňují proton, jako některé dusíkaté skupiny. Receptory pro kyselou chuť se nacházejí po stranách a v zadní části jazyka.
- hořká – způsobená alkaloidy a některými hydrofobními aminokyselinami a peptidy. Receptory jsou umístěny převážně v zadní části jazyka.
- umami – je způsobená hlavně glutamanem hydrogensodným a je vnímána v zadní části jazyka.

Někteří autoři uvádějí i další typy chuti jako trpká, palčivá, kovová a další.

Kromě vůně a chuti se rozlišují i další specifické termíny jako jsou aroma a flavour.

Aroma je způsobeno vjemy přicházející přes ústní dutinu do dutiny nosní při ochutnávání.

Flavour je hodnocení, které vzniká jako kombinace čichových, chuťových a trigeminálních vlastností (chlad, teplo, bolest) při degustaci (POKORNÝ A KOL., 1998).

3.2.3 Textura

Podle ČSN ISO 5492 je textura definována jako všechny mechanické, geometrické a povrchové vlastnosti výrobku vnímatelné prostřednictvím mechanických, hmatových, případně zrakových a sluchových receptorů.

Dle KADLECE A KOL. (2003) je textura popisována jako způsob, jakým jsou uspořádány strukturní složky potravin v mikrostruktuře a makrostruktuře a její vnější projevy. Další definice zní, že textura je odezva dotykových čidel na fyzické podněty, které jsou výsledkem kontaktu mezi některými částmi těla s potravinou. Textura je dána zejména obsahem vody a tuku, obsahem a složením polysacharidů a dále i obsahem bílkovin.

Textura je posuzována taktilním a kinestetickým smyslem. Receptory, které se uplatňují při posuzování, jsou umístěny především na rukou a v dutině ústní. Pro hmatové vjemy u potravin již bylo zaznamenáno asi 80 různých termínů. Mechanické vlastnosti se vztahují k reakci potravin na namáhání působením vnějších sil a patří sem viskozita, soudržnost, pružnost, přilnavost a tvrdost. Geometrické vlastnosti (např. zrnitost) se vztahují k rozměru, tvaru a uspořádání částic výrobku. Povrchové vlastnosti se vztahují na počitky vyvolávané vlhkostí a obsahem tuku a označují se jako vlhkost a tučnost (POKORNÝ A KOL., 1998).

Texturní vlastnosti jsou odlišné u různých mléčných výrobců. U tekutých výrobců se popisuje především konzistence a viskozita. U tuhých a polotuhých mléčných výrobců se navíc posuzuje tvrdost, pružnost, přilnavost, pevnost v tlaku, pevnost při řezu, žvýkatelnost, lámavost a další (POKORNÝ, 1993, PEREIRA A KOL., 2005).

3.3 Metody senzorické analýzy

Pro hodnocení produktů a potravin při senzorické analýze se používají různé druhy senzorických metod, jejichž výběr záleží na charakteru úkolu, na počtu a kvalitě hodnotitelů, na čase, který máme k dispozici, na množství vzorků a na statistické chybě. Metody senzorického hodnocení se dělí podle zvoleného prostředí na tři základní kategorie:

- laboratorní metody
- metody za podmínek restauračního stolování
- konzumentské zkoušky

Nejvýhodněji se při senzorické analýze jeví laboratorní zkoušky, protože jsou zatíženy nejmenší chybou a jsou mezi jednotlivými laboratořemi uspokojivě srovnatelné. Jejich nevýhodou je však vyšší finanční nákladnost. V následující tabulce č. 3 je uveden přehled nejběžnějších laboratorních metod (POKORNÝ A KOL., 1998).

Tabulka č. 3: Přehled nejběžnějších metod používaných při laboratorní senzoričké analýze

Stanovení	Vhodná metoda
stanovení existence rozdílů mezi vzorky	rozdílové zkoušky: párová, duo-trio, trojúhelníková, tetradová, dva z pěti, čtyři z deseti, jednostimulová, dvoustimulová metoda
stanovení velikosti rozdílů	rozdílové zkoušky, stupnicové metody
stanovení preferencí	rozdílové zkoušky, stupnicové metody
srovnání několika vzorků	pořadové zkoušky (preferenční nebo intenzitní)
stanovení absolutní přijatelnosti a intenzity	stupnicové metody, srovnávací se stupnicí
stanovení charakteru vjemu	metody senzoričkého profilu, metody volného popisu, srovnání se sadou standardů

Zdroj: POKORNÝ A KOL. (1998), upraveno

4. Instrumentální analýza

Senzorické vlastnosti potravin podmiňuje jejich látkové složení. Tím, že budou odhaleny vztahy mezi instrumentálně naměřenými parametry (chemické složení, fyzikální hodnoty) a sensoricky zjištěnými daty, bude možnost objektivizovat sensorické hodnocení jakosti potravin pomocí přístrojových metod. U barvy a základních druhů chuti je možné (jednoduše) zjistit korelaci s technicky naměřenými parametry. Problémy však vznikají u chuťového vjemu, vůně a konzistence (NEUMANN A KOL., 1990).

Ve starší literatuře se setkáváme s odmítáním sensorické analýzy, která je považována za metodu subjektivní a nepřesnou. Tito autoři, většinou chemici bez zkušeností v sensorické analýze, dávají přednost metodám instrumentální analýzy, protože je považují za přesnější a objektivní. Moderní náročné přístroje vybavené mikroprocesorovou technikou a automatickým zpracováním výsledků těmto závěrům napomáhají (POKORNÝ A KOL., 1997).

4.1 Instrumentální hodnocení barvy

4.1.1 Princip instrumentálního měření barvy

Instrumentální hodnocení barvy je nejlépe propracovanou stránkou měření smyslových podnětů, protože dobře známe mechanismus zrakového vnímání.

Barva je nejdůležitější stránkou vzhledu. U potravin se při pozorování uplatňuje složka světla odražená, procházející i rozptýlená. Tyto fyzikální složky jsou měřitelné různými přístroji, ale na druhé straně potraviny mohou být neprůsvitné, průsvitné nebo průhledné, což měření většinou dosti komplikuje.

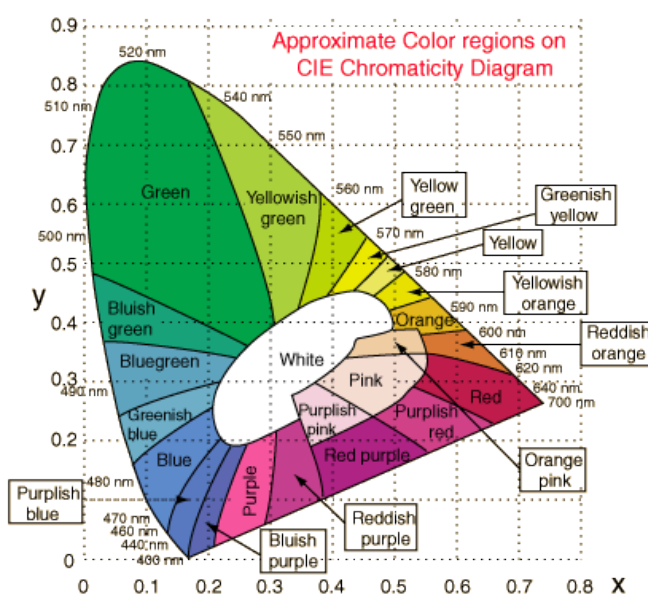
Při sensorickém hodnocení je velmi důležité osvětlení, protože barvy plně vnímáme jen tehdy, jestliže je svítivost na 1 m^2 silnější než 125 cd (kandela), jinak se začíná uplatňovat černobílé vidění. Velmi důležitý je také světelný zdroj, který musí být přesně definován, neboť např. v barevných tónech je velký rozdíl, pokud je sledujeme ve světle zářivky nebo ve světle wolframové žárovky.

Podle systému CIE (Commission Internationale de l'Éclairage, Mezinárodní komise věnující se světlu, osvětlování, barvě a kolorimetrickým soustavám) se světlo rozkládá do 3 složek: červenou, zelenou a modrou.

Intenzity těchto složek se přepočítávají podle citlivosti lidského oka v této oblasti. K tomuto účelu byl vytvořen pojem standardního pozorovatele CIE s normalizovaným vnímáním barvy a tento standardní pozorovatel byl neustále zdokonalován.

Po přepočtu intenzity uvedených tří složek na citlivost lidského oka byly ze získaných hodnot vypočítány pomyslné intenzity počítků X, Y, Z, které mají aditivní charakter. Z těchto získaných veličin jsou pak vypočteny souřadnice, které se nanesou do chromacitního diagramu, který je na obrázku č. 1. (POKORNÝ, 1993).

Obrázek č. 1: Chromacitní diagram



Zdroj: <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/vision/cie.html>

Nevýhodou systému CIE je, že barvy na diagramu nejsou rovnoměrně rozděleny úměrně rozlišovací schopnosti člověka. Z toho důvodu byl zaveden Hunterův systém (1948), kde L = jas, a = souřadnice určující poměr červeného a zeleného odstínu, b = souřadnice určující poměr žlutého a modrého tónu. Hunterův systém se lépe hodí k měření barevných rozdílů a na jeho principu a po zavedení nových veličin (H - rozdíl odstínu) byl sestaven systém CIELAB.

Systém CIE je těžko aplikovatelný na hodnocení barevných počítků při pozorování potravin. Při tomto hodnocení se většinou měří reflektance (odraz od povrchu) a vnitřní transmitance (částečný průstup světla způsobený průsvitností materiálů).

Dopadající světlo se tedy zeslabuje částečně pohlcením v materiálu, rozptylem vnitřními složkami a také odrazem na rozhraní mezi vzduchem a povrchem materiálu.

Vzhledem k částečné průsvitnosti nelze uplatnit obecné zákonitosti pro hodnocení odrazu a musejí se proto velice pečlivě dodržovat konstantní podmínky měření (POKORNÝ, 1993)

4.1.2 Používané přístroje

K měření barvy potravin trichromatickou metodou byly konstruovány různé přístroje. Nejstarší z nich (přes 100 let), je v modernizované formě stále hojně používaný Lovibondův tintometr, který je vybaven sadami žlutých, červených a modrých filtrů. Na tomto základním principu jsou založeny také Hunterův a Gardnerův přístroj. Dalším používaným přístrojem je Color Difference Meter, který je konstruován na měření barevných rozdílů dle Hunterova systému.

Barvu lze samozřejmě změřit také spektrofotometricky a výsledky vyjádřit metodou CIE nebo v rovnoměrném barevném prostoru, kdy tyto moderní přístroje jsou zařízeny na měření s různými světelnými zdroji (POKORNÝ, 1993).

4.1.2.1 Spektroskopické přístroje

Do spektroskopických metod patří kolorimetrie a spektrofotometrie. Spektrofotometrie je řazena mezi optické metody, které představují soubor analytických metod, založených na interakci záření s analyzovanou složkou. Při spektrofotometrii dochází k absorpci záření zkoumaným materiálem. Absorbce je po průchodu vzorkem změřena pomocí detektoru, který ji vyhodnotí jako tzv. absorbanci, která je poté zanesena do kalibrační křivky.

Kolorimetrie je nejstarší modifikací molekulové absorpční spektroskopie. Principem je skutečnost, že roztoky určité barevné látky o stejné koncentraci mají stejnou intenzitu zbarvení. Stanovení se provádí porovnáním intenzity zbarvení vzorku se standardními roztoky ve stejných nádobách. Je to velmi jednoduchá metoda, která ale poskytuje poměrně dobré výsledky (DRBAL A KRŽÍŽEK, 1999).

K měření barvy se často využívá kolorimetr dle Huntera. TÁRREGA A KOL. (2007) jej např. využili při zjišťování barvy u mléčných dezertů.

Naměřené parametry byly uvedeny v systému CIELAB a následně porovnány s výsledky senzorické analýzy. Výsledky ukázaly shodu mezi senzoricky změřenou barvou a parametrem a^* (červená složka), ale už se neshodovaly s parametrem L^* (jas) a h^* (odstín), z čehož vyplývá, že analýza nemůže být pro toto hodnocení využita.

Dále byl Hunterův typ kolorimetru použit při stanovení rozdílu barvy sýra, u kterého bylo zjišťováno jaký má vliv sběr mléka (večerní a ranní) a teplota jeho skladování (18°C, 12°C a 8°C) na výsledný produkt. Zatímco přístroj ukázal výrazný rozdíl v barvě sýra, průměrný spotřebitel tento rozdíl nepoznal (ENDRIZZI A KOL., 2012).

VILLEGAS A KOL. (2008) měřili kolorimetricky rozdíly v barvě u mléčných dezertů vyrobených z kravského a sójového mléka. Instrumentální data byla uvedena v systému CIELAB a současně bylo provedeno porovnání pomocí senzorické analýzy. Závěrečné vyhodnocení prokázalo shodu v obou analýzách a vysvětlilo i preference mléčných dezertů vyrobených z kravského mléka mezi spotřebiteli.

Pomocí spektrofotometrické analýzy byla pozorována změna barvy během zrání sýrů, výsledek byl vyjádřen v systému CIELAB. Porovnání se senzorickou analýzou prokázalo shodu s instrumentálně naměřenými daty (PINHO A KOL., 2004).

CRUZ A KOL. (2009) zkoumali, zda množství tuku u vybraných skupin jogurtů (nízkotučné a plnotučné) odpovídá obsahu tuku, který je uveden na obalu. Součástí analýzy bylo i měření barvy pomocí spektrofotometru. Výsledek prokázal, že metoda spektrofotometrie je při této kontrole dobře využitelná a poskytuje rychlé výsledky oproti klasické metodě acidobutyrimetrického stanovení tuku.

Spektrofotometrem byla měřena barva při kontrole kvality typických argentinských mléčných výrobků. Z výsledků byl vyvozen závěr, že L^* (jas) parametr může být vhodný index ke kontrole barvy těchto mléčných výrobků (PAULETTI A KOL., 1992).

4.2 Instrumentální hodnocení vůně a chuti

4.2.1 Princip instrumentálního měření vůně a chuti

Stanovit senzorkou jakost vůně a chuti potravin instrumentálními metodami je ještě složitější než tomu je u barvy, protože mechanismus vnímání není téměř vůbec znám. U většiny potravin je přítomno tolik senzorky aktivních látek, které mají různá hédonická optima a vzájemně se ovlivňují, že zatím není instrumentální technika a vědecké poznatky na takové úrovni, aby se z výsledků instrumentální analýzy mohlo usuzovat na senzorkou jakost výrobku (POKORNÝ, 1993).

První metody pro instrumentální hodnocení vůně a chuti byly identifikace nebo kvantifikace jednotlivých chemických sloučenin po separačních krocích – např. GC-MS, GC-FID (Gas chromatography – Mass Spectrometry, plynová chromatografie s hmotnostní spektrometrií, Gas chromatography - Flame Ionization Detector, plynová chromatografie s detektorem plamenoionizačním) (AMPUERO A KOL., 2003).

Nejnovější přístroj pro stanovení vůně je „elektronický nos“, jehož název vychází z určité obdoby v konceptu měření, který je podobný savčímu čichovému smyslu. Nicméně vztah mezi touto sekvenční analýzou a vnímání celkové vůně výrobku hodnotitelem není snadno prokazatelný, neboť pravidla pro kombinaci jednotlivých chemických látek v tvorbě pachu nejsou dosud plně pochopena (AMPUERO A KOL., 2003).

Zatím se instrumentální analýza jeví jako použitelná pro kontrolu senzorké jakosti jen v některých speciálních případech, většinou pro kontrolu proměnlivosti určitého výrobku v závislosti na změnách suroviny a technologických podmínkách. Z výsledků je možno usuzovat na významnost některých složek ve složení chuti a v tom, zda ovlivňují jakost dané potraviny kladně nebo záporně. POKORNÝ (1993) uvádí, že instrumentální metody se zatím osvědčily spíše k odhalení závad než předností chuti příslušného vzorku.

K odhalení některých závad, případně pro hodnocení intenzity (zejména základních chutí) lze ostatně využít i celou řadu analytických metod využívaných v mlékárenství pro kontrolu jakosti mléka a mléčných produktů, jako je např. stanovení obsahu volných mastných kyselin (smyslové vady výrobku) stanovení titrační kyselosti (kyselost), polarimetrické stanovení laktózy (sladkost) aj. (SAMKOVÁ A KOL., 2012).

4.2.2 Používané přístroje

Nejvíce používaným přístrojem při analýze jak vůně, tak chuti je plynová chromatografie. Při analýze vůně se uplatňuje elektronický nos. Vysokoučinná kapalinová chromatografie, izotachoforéza, polarografie a jiné instrumentální techniky se při analýze chuti uplatnily zatím poměrně málo.

4.2.2.1 Plynový chromatograf

Chromatografie patří mezi separační metody, umožňuje dělení, identifikaci a stanovení velkého počtu organických a anorganických látek. V plynové chromatografii je mobilní fáze plynná a separované složky jsou také plynné. Stacionární fází může být tuhá látka nebo kapalina na nosiči. Detekce separovaných složek se provádí pomocí různých detektorů. Nejvíce používanými detektory jsou hmotnostní spektrometr, plamenový ionizační detektor, infračervený nebo NMR – nukleárně magnetická resonance (DRBAL A KŘÍŽEK, 1999).

Sloučeniny, které jsou stanovitelné pomocí chromatografie, musí být dostatečně těkavé a teplotně stabilní (LUYKX A KOL., 2008).

ENDRIZZI A KOL. (2012) použili na měření aromatických látek headspace techniku s mikroextrakcí tuhou fází spolu s plynovou chromatografií – hmotnostní spektrometrií (SPME-GC-MS, Solid Phase Microextraction – Gas chromatography – Mass Spectrometry). Mikroextrakce tuhou fází je izolační metoda, při které dochází ke sjednocení procesu vzorkování a extrakce. Principem této metody je sorbce složky vzorku na stacionární fází pokrývající křemenné vlákno, které se nachází uvnitř kovové jehly.

Při vzorkování se jehla s vláknem zasune do vzorku, vlákno se z jehly vysune pomocí pístu a po dosažení sorpční rovnováhy se zase zpět zasune do jehly. Poté se celá jehla ze vzorkované matrice vytáhne a vloží do nástřikového prostoru chromatografu a vlákno se opět vysune. K výhodám této metody patří rychlost stanovení, citlivost a také vysoká přesnost.

Cílem tohoto výzkumu bylo studovat účinky způsobů sběru mléka a skladování na výslednou kvalitu sýrů. Byly připraveny dva vzorky s odlišným způsobem sběru mléka a skladování. Instrumentální analýza ukázala výrazný rozdíl mezi těmito dvěma vzorky ve složení aromatických látek, ale průměrný spotřebitel tento rozdíl nezpozoroval.

CONDURSO A KOL. (2008) sledovali složení těkavých látek mléka a sýrů v průběhu skladování pomocí SPME-GC-MS a GS-MS. Během analýzy bylo identifikováno přes 60 různých aromatických složek, které se podílely na senzorických vlastnostech výrobků. Výzkum mimo jiné sledoval i látky, které do potravin přecházejí z obalů, např. styren.

Autoři potvrdili, že ze získaných výsledků lze získat informace o době trvanlivosti výrobků a stanovit kritické body v průběhu skladování. Tyto metody navíc poskytují rychlé a reprodukovatelné výsledky.

Na základě GC-MS a GC-O (Gas chromatography – Olfactometry) byly zjišťovány aromatické látky vyskytující se v mléčných výrobcích (mléko, sýry, jogurty). GC-O je metoda založená na měření lidské odezvy na aromatické látky, které jsou odděleny pomocí plynové chromatografie. Tato studie (FRIEDRICH A KOL., 1998) uvádí výčet nejběžnějších aromatických látek vyskytujících se v mléčných výrobcích. Tento výčet je uveden v tabulce č. 4.

LUYKX A KOL. (2008) vytvořili přehled nejběžnějších analytických metod, které se používají k určování mléčných výrobků podle zeměpisného původu. Mezi nimi byla uvedena i plynová chromatografie, která je použitelná pro detekci sloučenin, které jsou pro daný výrobek specifické.

Tabulka č. 4: Přehled nejběžnějších aromatických látek v mléčných výrobcích

Aromatické látky	Vůně
ethylbutanát	ovocná, sladká
ethylhexanát	ovocná, ananasová
heptanal	sladká
indol	fekální, hnilobná, zatuchlá,
nonanal	sladká, květinová
1-okten-3-ol	houbová
dimethylsulfan	sirnata
2-heptanon	ovocná, kořeněná, skořicová
2-undekanon	květinová, po růžích
hexanal	po posečené trávě
2-nonanon	bylinná, ovocná
benzothiazol	chinolinová, kaučuková
d-dekalakton	po kokosovém ořechu
diacethyl	máslová
HDF	po cukrové vatě
EHMF	sladká, javorová, karamelová
1-okten-3-on	houbová
methyonal	po vařených bramborech
3-methylbutanal	po sladu
kyselina máselná	sýrová, žluklá, zpocená, kyselá, zkažená
kyselina isovalerová	sýrová, zpocená, zkažená, fekální
ethylbutyrát	ovocná, banánová, ananasová
ethylkaproát	jablková, banánová, po hroznovém vínu
kyselina octová	octová
kyselina propionová	po kyselém mléce
butan-2,3 - dion	máslová, smetanová
acetaldehyd	štiplavá
dimethylsulfid	po vařeném zelí, siřičitá

Zdroj: FRIEDRICH A KOL. (1998), upraveno

4.2.2.2 Elektronický nos

Vědci se dlouho zabývali myšlenkou vyvinout přístroj, který by nahradil nebo napodobil funkci čichového smyslu. První pokus byl realizován před 32 lety, kdy byly použity tři různé senzory na bázi oxidů kovů, aby identifikovaly některé plynné látky.

Od té doby jsou vyvíjeny nové přístroje, pracující na různých principech, ale většinou jsou složeny ze tří základních částí: část pro přípravu vzorků, systém pro detekci a systém pro zpracování dat. Klasický elektronický nos, který nejvíc odpovídá biologickému modelu, je sestaven z pole senzorů, na které se mohou při průchodu těkavých sloučenin absorbovat a desorbovat látky, což se projeví specifickými změnami např. elektrického odporu měřeného na každém jednotlivém senzoru.

Senzory mohou pracovat na různém principu, např. na bázi oxidů kovů (metal oxide MO), piezoelektrických krystalů, vodivých polymerů (conducting polymers - CP), akustických vln a byly použity i gravimetrické a optické senzory (PANOVSKÁ A KOL., 2013).

Odběr vzorků se provádí buď odebráním alikvotního množství z horního prostoru vzorku pomocí injekční stříkačky (headspace technika) nebo pomocí nosného plynu, který probublává přes vzorek a vychytává těkavé sloučeniny. Sloučeniny poté interagují se senzory, které vysílají řadu signálů a ty jsou následně rozpoznány v počítači. Paměť počítače, do které se postupně ukládají data, pracuje při vyhodnocení pachů podobně jako lidská paměť (AMPUERO A KOL., 2003).

Nejběžnější komerčně vyráběné elektronické nosy používané na mléčné výrobky jsou Bloodhound BH 114, LibraNose 21, Alpha MOS (PANOVSKÁ A KOL., 2013).

AMPUERO A KOL. (2003) uvádějí, že elektronický nos může být použit na predikci trvanlivosti a stáří mléka, hodnocení flavoru mléka, klasifikaci bakteriálních kultur v mléce, rozdělení druhů sýra, dělení podle fáze zrání a klasifikaci mléčných produktů podle zeměpisného původu. Analýza pomocí elektrického nosu vykazovala ve většině případů uspokojivé výsledky. Tyto výsledky musejí být ale ještě potvrzeny ve větším měřítku, aby byly získány klasifikace platné pro větší variabilitu, která se běžně v případě přírodních produktů v rámci skupiny vyskytuje.

LABRECHE A KOL. (2005) využili elektronický nos pro stanovení čerstvosti mléka, se kterým byl současně použit odhad pomocí Petrifilm TM testu. Při následném porovnání byla zjištěna shoda mezi oběma testy a použití elektronického nosu při stanovení čerstvosti mléka je tak reálné a autoři jej doporučují.

WANG A KOL. (2010) sledovali, zda je elektronický nos schopen rozeznat látky určené k aromatizaci mléka. Byly použity přírodní, syntetické látky a enzym vyvolávající lipolýzu mléčného tuku. Souběžně byly použity metody SPME-GC-MS a klasická senzorická analýza. Všechny tři metody zachytily pachy, ale elektronický nos byl schopen nejlépe a nejvýhodněji rozlišit rozdíl mezi syntetickými a přírodními příchutěmi.

Na druhé straně PANOVSKÁ A KOL. (2013) uvádějí, že ačkoliv byly popsány stovky aplikací a publikovány tisíce vědeckých prací, nepodařilo se zatím vyvinout přístroj, který by mohl plně nahradit čichový smysl.

4.3 Instrumentální hodnocení textury

4.3.1 Princip instrumentálního měření textury

Instrumentální měření textury není zatím plně pochopeno, protože dosud nebylo zjištěno, jak pracují hmatové receptory (taktilní, kinestetické) při vytváření jednotlivých vjemů. Člověk totiž vnímá naráz stejnými receptory rozdílné vlastnosti, např. tvrdost a křehkost, kdežto instrumentálními metodami je stanovena zpravidla jen jedna z nich. Pro některé případy byly sice vytvořeny vztahy mezi změřenými mechanickými parametry a odpovídajícími organoleptickými vlastnostmi, ale ve většině případů se jednalo pouze o jednu konkrétní texturní vlastnost.

Pro měření texturních vlastností bylo navrženo mnoho přístrojů, které patří do tří základních typů:

- Přístroje k měření základních charakteristik, jako je viskozita nebo tvrdost. Většinou se u těchto přístrojů nezíská průkazný vztah k senzorické jakosti kvůli širšímu intervalu naměřených hodnot (POKORNÝ A KOL., 1993). Mezi tyto přístroje patří dynamická oscilační reometrie (SAOSA – small amplitude oscillatory shear analysis) a analýza torzní (TA - torsion analysis) (PARK, 2006).

- Přístroje empirické, které byly vyzkoušeny pro měření určité potraviny a určité vlastnosti, které dávají dostačující výsledky pro rozpětí hodnot, které se v praxi vyskytují. U těchto přístrojů, byly zjištěny průkazné vztahy k senzoricky zjištěné textuře (POKORNÝ A KOL., 1993). Mezi tyto přístroje se řadí penetrometr neboli míčový kompresor (PARK, 2006).
- Přístroje napodobující, které simulují operace při degustaci, hlavně při žvýkání. Prvním přístrojem tohoto typu byl tzv. denture tendetometre, který byl později nahrazen dokonalejším texturometrem. Ideální by byl přístroj, který by simuloval také promíchávání se slinami a postupné vyrovnávání teploty potraviny na 36 až 37 °C, a který by zároveň umožňoval stanovení několika vlastností odpovídajících hlavně tlaku na dásně i namáhání čelistí (POKORNÝ A KOL., 1993).

Další metodou je TPA (texture profile analysis – texturní profilová analýza), která ale může být také považována za metodu empirickou (PARK 2006).

4.3.2 Používané přístroje

4.3.2.1 Elektromyograf

V laboratoři Leatherhead Food byl využit přístroj, kterým lze měřit elektrická napětí vyvolaná žvýkacími svaly během žvýkání a lze snímat i napětí vyvolaná jazykem při konzumu polotuhých vzorků. Obvykle se používají tři elektrody, z nichž jedna je připevněna na místo, kde se žvýkání neprojevuje, např. na ušním lalůčku, a slouží jako kontrola. Ostatní se umisťují do míst, kde se nacházejí žvýkací svaly. Pokusná osoba vloží sousto do úst, žvýká, polyká a přístroj snímá údaje vyvolané těmito pochody.

Integrované údaje se zpracují počítačem a vypočte se tak maximální a průměrné napětí, gradienty růstu a poklesu napětí i celková plocha závislosti napětí na čase. Výsledkem je graf, na němž jsou znázorněny závislosti pomocí píků. Výšky píků jsou úměrné síle vyvíjené při žvýkání, takže jejich závislost na čase ukazuje průběh rozpadu sousta při žvýkání. Protože se však tímto způsobem zachytí skutečný průběh žvýkání (včetně vlivu změn teploty a smáčení sousta slinami), je korelace výsledků získaných touto metodou a výsledků získaných senzorickou analýzou velmi dobrá.

Nevýhodou je, že pro funkci přístroje jsou nutné pokusné osoby, takže náklady na tuto analýzu se podstatně neliší od nákladů na analýzu senzoričkou. Metoda byla s úspěchem aplikována na hodnocení polotuhých mléčných výrobků, jako jsou např. sýry (POKORNÝ, 1993).

4.3.2.2 Texturometr

Texturometr je přístroj používaný na stanovení textury a mechanických vlastností potravin. Je řízen pomocí počítače, který zároveň slouží pro snímání dat.

LOBATO A KOL. (1997) zkoumali, jaký vliv budou mít různé typy tuků (mléčný, sójový a jejich směsi) na strukturní vlastnosti sýrových analogů. Měření bylo provedeno pomocí texturometru a zároveň byla využita i senzoričká analýza. Instrumentálně byla stanovena tvrdost, pružnost a soudržnost, sekundárně na základě předchozích analýz byla stanovena žvýkatelnost. Senzoričkový panel hodnotil pevnost, pružnost, pevnost při řezu a žvýkatelnost. Kromě toho byl hodnocen i pocit v ústech (včetně přilnavosti a soudržnosti).

Po porovnání bylo zjištěno, že pouze instrumentální stanovení soudržnosti a tvrdosti odpovídá senzoričkým vlastnostem.

Autoři předpokládají, že znalost strukturních vlastností tuků nebo jejich směsí umožní výrobcům vyvíjet nové produkty s nižším obsahem cholesterolu a s přijatelnými strukturními vlastnostmi.

PEREIRA A KOL. (2006) hodnotili pomocí texturometru kysané mléčné výrobky. Současně byla provedena senzoričká analýza, kde bylo bez ochutnávání posuzováno množství uvolněné syrovátky, tekutost, pevnost, odolnost proti průniku, soudržnost hmoty, přilnavost na lžici, vlhkost uvolněná v ruce, hladkost, přilnavost a konzistence.

Porovnáním obou analýz bylo zjištěno, že instrumentálně změřená data mohou být použita k modelování těchto smyslových vlastností, s výjimkou množství uvolněné syrovátky a hladkosti.

Texturometr byl také použit na měření odlišných texturních vlastností kysaných mléčných výrobků s různým množstvím tuku. Porovnáním se smyslovými vlastnostmi bylo ale zjištěno, že instrumentálně naměřená data nemohou být samostatně použitelná a pouze použití obou analýz současně vykazuje uspokojivé výsledky (PEREIRA A KOL., 2006).

4.3.2.3 Analyzátor texturního profilu (TPA)

Analýza texturního profilu je objektivní metoda, která měří sílu potřebnou ke stlačení vzorku v průběhu dvou deformačních cyklů.

Analýza je jednou z metod simulujících podmínky, kterým je potravina vystavena v ústech. Používá se především způsob zatěžování vzorku při dodržení konstantní rychlosti, kterou se deska pohybuje a následně působí na daný vzorek.

Vyhodnocuje se zatěžovací křivka, tj. závislost síly na deformaci vzorku. Stlačovací píst by měl být větší než vzorek a testovaný vzorek by měl mít hladký, rovný povrch, aby plocha, která je v kontaktu s pístem, byla konstantní.

Ze závislosti síly na deformaci vzorku jsou pak určovány jednotlivé texturní parametry, kterými jsou tuhost, křehkost, přilnavost, pružnost, žvýkatelnost, gumovitost a soudržnost. Pro tuto zkoušku se používají vykrajované vzorky ve tvaru válce o průměru menším než průměr desek. Výška válečku se volí v závislosti na výšce výrobku (PARK, 2006).

PINHO A KOL. (2004) použili TPA na měření mechanických vlastností (tvrdość, žvýkatelnost, lámavost a lepkavost) během zrání sýrů. Změřené parametry byly porovnány s výsledky hodnocení sensorické analýzy. Vyhodnocení zjistilo významnou shodu mezi naměřenými daty a sensoricky zjištěnými vlastnostmi.

TPA byla použita na stanovení rozdílu textury mléčných dezertů s přídavkem a bez přídavku syrovátkových bílkovin. Současně byla provedena sensorická analýza a porovnání vykazovalo pozitivní korelaci s naměřenými instrumentálními daty (VIDIGAL A KOL., 2012).

TUNICK A KOL. (2000) zkoumali TPA a považují ji za nejčastěji používaný napodobovací přístroj, který poskytuje uspokojivé výsledky pro tvrdé a měkké sýry.

4.3.2.4 Ostatní používané přístroje

Dynamický oscilační reometr (SAOSA)

Jedná se o základní test na texturní vlastnosti, který používá specifické nástroje a je závislý na frekvenci oscilace, tedy rychlosti deformace, resp. smykové rychlosti. Měří viskózní a elastické vlastnosti vzorků (PARK, 2006).

Pomocí SAOSA byly zkoumány mléčné výrobky a jejich viskózní a elastické vlastnosti. Analýza poskytla uspokojivé výsledky, ale nelze ji ještě použít jako samostatnou metodu (TUNICK A KOL., 2000).

Torzni analyzátor (TA)

Při této analýze jsou vzorky umístěny ve viskozimetru a měří se bod lomu daného vzorku (PARK 2006).

Pomocí viskozimetru byl měřen rozdíl v textuře u mléčných dezertů z kravského a sójového mléka. Porovnání se senzorickou analýzou ukázalo, že viskozita vnímaná spotřebiteli se neshodovala s naměřenými daty (VILLEGAS A KOL., 2008).

Reometr

ARES A KOL. (2012) použili reometr ke stanovení texturních vlastností mléčných dezertů, které byly porovnány se senzoricky hodnocenou tvrdostí. Instrumentálně změřená data poskytla dobře reprodukovatelné výsledky, které vykazovaly shodu se smyslovým hodnocením tvrdosti.

5. Výhody a nevýhody instrumentální analýzy

Tabulka č. 5: Výhody a nevýhody instrumentální analýzy

Výhody	Nevýhody
dobře opakovatelné a reprodukovatelné výsledky	neschopnost zpracovat více podnětů dohromady jako u smyslového posouzení
jednoduché a plně automatizované provedení	dává nám pouze fyzikální nebo chemické vlastnosti, u kterých musí být dopředu analyzována souvislost se smyslovým posouzením
rychlé	poskytuje výsledek (jedinou hodnotu) odpovídající stupni určité vlastnosti, na rozdíl od sensorické, která poskytuje informace (odezva člověka)
jednoduché metody výpočtu (stanovení průměru nebo směrodatné odchylky), jednoduché statistické zpracování	neschopnost hédonické analýzy
relativně nízká cena na jeden vzorek (vysoká pořizovací cena)	neschopnost posouzení dle různých skupin obyvatelstva a jejich preferencí (muži, ženy)

Zdroj: POKORNÝ (1997), upraveno

Z uvedeného výčtu v tabulce č. 4 vyplývá, že instrumentální analýza nemůže nahradit sensorickou analýzu a hodí se spíše pro předběžnou orientaci o vzorcích. Jestliže máme dost praktických zkušeností s oběma typy metod, můžeme totiž na základě instrumentální analýzy rozdělit odebrané vzorky na takové, které mají určitou vlastnost ve stanoveném rozmezí, a takové, které z tohoto rozmezí vybočují. Tím můžeme se zvolenou pravděpodobností vybrat vzorky, které je nezbytné hodnotit sensorickou analýzou, a o ostatních předpokládat, že budou po stránce sensorické jakosti v pořádku (POKORNÝ A KOL., 1997).

6. Závěr

Cílem bakalářské práce bylo porovnat a vyhodnotit výhody a nevýhody senzorické a instrumentální analýzy.

Instrumentální měření barvy se dle zjištěných dat jeví jako dobrá metoda při porovnávání barevných rozdílů mezi vzorky, ale není ještě zcela optimalizována a nemůže tudíž plnohodnotně nahradit senzorickou analýzu. V některých případech ale poskytuje také výsledky měření barvy, které průměrný spotřebitel není schopen během senzorického hodnocení rozpoznat.

Stav poznání instrumentálně měřené vůně a chuti nedosahuje takové úrovně jako u stanovení barvy. Plynová chromatografie poskytuje dobré výsledky, ale aromatické látky stanovuje odděleně a není schopna je kombinovat při skládání pachů a chuťových látek jako lidské smysly. Elektronický nos vykazuje ve většině případů uspokojivé výsledky, které ale ještě nejsou potvrzeny ve větším měřítku a s variabilitou, která se běžně u přírodních produktů vyskytuje. Obě metody však poskytují dobré výsledky při stanovení stáří mléka, sýrů a průběhu zrání, dále při určování zeměpisného původu mléčných výrobků.

Instrumentální analýza textury poskytuje shodné výsledky se senzorickým hodnocením, ale pouze u některých parametrů, například u tvrdosti. Při stanovení textury se nejvíce používá texturometr a texturní profilová analýza a ve většině případů se autoři shodují v užitečnosti při hodnocení organoleptických vlastností. Další typy přístrojů nejsou dosud na takové úrovni, aby mohly nahradit senzorickou analýzu.

Senzorická analýza je stále se rozvíjející odvětví, o které je v dnešní době velký zájem. Vývoj instrumentálních metod by mohl alespoň pomoci při předběžné orientaci mezi vzorky, které by byly následně senzoricky ohodnoceny.

Výhodami instrumentální analýzy jsou hlavně rychlost analýzy, menší nároky na počty posuzovatelů a snížení množství vzorků potřebného k analýze. Nevýhodou je ale nemožnost hédonické odezvy a vyhodnocení preference spotřebitele, které jsou při senzorické analýze velmi důležité.

Ze zjištěných výsledků vyplývá, že instrumentální analýza zatím nemůže plně nahradit analýzu senzorickou. Může být nápomocná při některých stanoveních, kde fyzikální nebo chemické parametry výrobku jednoznačně ovlivňují organoleptické vlastnosti.

7. Summary

The aim of this thesis was to elaborate a comparison of sensory and instrumental analysis of dairy products. It was compared in measurements of color, aroma and flavor, texture. In the instrumental color measurement, it was found that instrumentally measured values cannot be recognized by an average consumer. The apparatus can be used in pattern matching, but only by optimized methods using sensory analysis. Measurement of odor and taste using instrumental methods provides good results, but they analyze aromatic substances separately and are not able to combine the compounding odors as the human senses are. Instrumental texture measurement correlates positively with sensory assessments but only on certain parameters such as hardness. The current status of instrumental methods used in sensory analysis is not yet at a level that could replace sensory analysis. Instrumental methods will always be limited in scope to only those samples where the concentration will clearly affect the sensory properties.

8. Seznam použité literatury

1. AMPUERO, S., BOSSET, J. O.: The electronic nose applied to dairy products. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 2003, 94 (1): 1-12.
2. ARES, G., BUDELLI, E., BRUZZONE, F., GIMÉNEZ, A., LEMA, P.: Consumers' texture perception of milk desserts. I – Relationship with rheological measurements: a review. *Journal of Texture Studies*, 2012, 43 (3): 203-213.
3. CONDURSO, C., VERZERA, A., ROMEO, V., ZIINO, M., CONTE, F.: Solid-phase microextraction and gas chromatography mass spectrometry analysis of dairy product volatiles for the determination of shelf-life: a review. *International Dairy Journal*, 2008, 18 (8): 819-825.
4. DA CRUZ, A. G., WALTER, E. H. M., CADENA, R. S., FARIA, J. A. F., BOLINI, H. M. A., FRATTINI FILETI, A. M.: Monitoring the authenticity of low-fat yogurts by an artificial neural network. *Journal of Dairy Science*, 2009, 92 (10): 4797-4804.
5. DRBAL, K., KRÍŽEK, M.: *Analytická chemie*. 1. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, 1999. 185 s. ISBN 80-704-0352-7.
6. ENDRIZZI, I., FABRIS, A., BIASIOLI, F., APREA, E., FRANCIOSI, E., POZNANSKI, E., CAVAZZA, A., GASPERI, F.: The effect of milk collection and storage conditions on the final quality of Trentingrana cheese: Sensory and instrumental evaluation. *International Dairy Journal*, 2012, 23 (2): 105-114.
7. FITZGERALD, A., HEARY, C., NIXON, E., KELLY, C.: Factors influencing the food choices of Irish children and adolescents: a qualitative investigation. *Health Promotion International*, 2010, 25 (3): 289-298.
8. FRIEDRICH, J. E., ACREE, T. E., ROMEO, V., ZIINO, M., CONTE, F.: Gas Chromatography Olfactometry (GC/O) of Dairy Products. *International Dairy Journal*, 1998, 8 (3): 235-241.
9. KADLEC, P.: *Procesy potravinářských a biochemických výrob*. 1. vyd. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 2003. 308 s. ISBN 80-708-0527-7.
10. LABRECHE, S., BAZZO, S., CADE, S., CHANIE, E., FRANCIOSI, E., POZNANSKI, E., CAVAZZA, A., GASPERI, F.: Shelf life determination by electronic nose: application to milk. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 2005, 106 (1): 199-206.

11. LOBATO-CALLEROS, C., VERNON-CARTER, E. J., GUERRERO-LEGARRETA, I., SORIANO-SANTOS, I., ESCALONA-BEUNDIA, H.: Use of fat blends in cheese analogs: Influence on sensory and instrumental textural characteristics. *Journal of Texture Studies*, 1997, 28 (6): 619-632.
12. LUYKX, D. M. A. M., VAN RUTH, S. M., CADE, S., CHANIE, E., FRANCIOSI, E., POZNANSKI, E., CAVAZZA, A., GASPERI, F.: An overview of analytical methods for determining the geographical origin of food products: application to milk. *Food Chemistry*, 2008, 107 (2): 897-911.
13. NEUMANN, R., MOLNÁR, P., ARNOLD, S.: *Senzorické skúmanie potravín*. 1. vyd. Bratislava: Alfa, 1990. 352 s. ISBN 80-050-0612-8.
14. PANOVSKÁ, Z., ILKO, V.: Využití elektronického nosu v senzorické analýze. In *Sborník XL. konference o jakosti potravin a potravinových surovin - Ingrový dny*. Brno: MENDELU, 2014, s. 15 – 21.
15. PARK, Y. W., PICCINALI P., REHBERGER B., BADERTSCHER R., ESCHER F., SCHLICHTHERLE-CERNY H., CAVAZZA A., GASPERI F.: Rheological characteristics of goat and sheep milk: application to milk. *Small Ruminant Research*, 2006, 68 (1-2): 73-87.
16. PAULETTI, M., CALVO, C., IZQUIERDO, L., COSTELL, E.: Color and texture of Dulce-De-Leche, a confectionery dairy products – selection of instrumental method for industrial quality-control. *Revista Espanola De Ciencia Y Tecnologia De Alimentos*, 1992, 32 (3): 291-305.
17. PEREIRA, R. B., BENNETT, R. J., LUCKMAN, M. S., SORIANO-SANTOS, J., ESCALONA-BEUNDIA, H.: Instrumental and sensory evaluation of textural attributes in cheese analogs: A correlation study. *Journal of Sensory Studies*, 2005, 20 (5): 434-453.
18. PEREIRA, R., MATIA-MERINO, L., JONES, V., SINGH, H., FOEGEDING, E. A., DRAKE, M. A., MINIM, L. A.: Influence of fat on the perceived texture of set acid milk gels: a sensory perspective. *Food Hydrocolloids*, 2006, 20 (2-3): 305-313.

19. PINHO, O., MENDES, E., ALVES, M. M., FERREIRA, I. M. P. L. V. O., BOLINI, H. M. A., FRATTINI FILETI, A. M.: Chemical, Physical, and Sensorial Characteristics of “Terrincho” Ewe Cheese: Changes During Ripening and Intravarietal Comparison. *Journal of Dairy Science*, 2004, 87 (2): 249-257.
20. POKORNÝ, J., PANOVSÁ, Z., VALENTOVÁ, H.: *Senzorická analýza potravin*. 1. vyd. Praha: VŠCHT, 1998, 95 s. ISBN 80-708-0329-0.
21. POKORNÝ, J.: *Metody senzorické analýzy potravin a stanovení senzorické jakosti*. 1. vyd. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1993, 196 s. ISBN 80-851-2034-8.
22. POKORNÝ, J.: *Senzorická analýza potravin: laboratorní cvičení*. 1. vyd. Praha: VŠCHT, 1997, 62 s. ISBN 80-708-0278-2.
23. SAMKOVÁ, E.: *Mléko: produkce a kvalita: Milk: production and quality: vědecká monografie*. 1. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, 2012. 240 s. ISBN 978-80-7394-383-7.
24. TÁRREGA, A., COSTELL, E., MUNRO, P. A., LUCKMAN, M. S., ESCHER, F., SCHLICHTERLE-CERNY, H., CAVAZZA, A. a GASPERI, F.: Colour and consistency of semi-solid dairy desserts: Instrumental and sensory measurements. *Journal of Food Engineering*, 2007, 78 (2): 655-661.
25. TUNICK, M. H., MATIA-MERINO, L., JONES, V., SINGH, H., FOEGEDING, E. A., DRAKE, M. A., MINIM, L. A.: Rheology of Dairy Foods that Gel, Stretch, and Fracture: a sensory perspective. *Journal of Dairy Science*, 2000, 83 (8): 1892-1898.
26. VELÍŠEK, J.: *Chemie potravin 2*. 1. vyd. Tábor: OSSIS, 1999, 304 s. ISBN 80-902-3912-9.
27. VELÍŠEK, J.: *Chemie potravin 3*. 1. vyd. Tábor: OSSIS, 1999, 342 s. ISBN 80-902-3912-9
28. VIDIGAL, M. C. T. R., MINIM, V. P. R., RAMOS, A. M., CERESINO, E. B., DINIZ, M. D. M. S., CAMILLOTO, G. P., MINIM, L. A.: Effect of whey protein concentrate on texture of fat-free desserts: sensory and instrumental measurements. *Food Science and Technology (Campinas)*, 2012, 32 (2): 412-418.

29. VILLEGAS, B., CARBONELL, I., COSTELL, E., FARIA, J. A. F., BOLINI, H. M. A., FRATTINI FILETI, A. M.: Colour and viscosity of milk and soybean vanilla beverages. Instrumental and sensory measurements. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2008, 88 (3): 397-403.
30. VLK, M.: *Základy měření barevnosti*. vyd. 1. Liberec: Technická univerzita, Liberec, 1995. 109 s. ISBN 80-708-3162-6.
31. WANG, B., XU, S., SUN, P. A., LUCKMAN, M. S., ESCHER, F., SCHLICHTERLE-CERNY, H., CAVAZZA, A., GASPERI, F.: Application of the electronic nose to the identification of different milk flavorings: Instrumental and sensory measurements. *Food Research International*, 2010, 43 (1): 255-262.

Normy:

ČSN ISO 5492. *Senzorická analýza: slovník*. 1992.

Ostatní zdroje:

The C. I. E. Color Space. [online]. 14. 3. 2014 [cit. 2014-03-14]. Dostupné z: <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/vision/cie.html>.

9. Seznam tabulek a obrázků

Tabulka č. 1: Aromatické látky v mléčných výrobcích

Tabulka č. 2: příklady rozdělení základních vůní

Tabulka č. 3: Přehled nejběžnějších metod používaných při laboratorní senzorické analýze

Tabulka č. 4: Přehled nejběžnějších aromatických látek v mléčných výrobcích

Tabulka č. 5: Výhody a nevýhody instrumentální analýzy

Obrázek č. 1: Chromacitní diagram

10. Seznam zkratk

cd – kandela

CIE - Commission Internationale de l'Eclairage, Mezinárodní komise věnující se světlu, osvětlování, barvě a kolorimetrickým soustavám

CIELAB - CIE $L^*a^*b^*$

GC-FID – Gas chromatography - Flame Ionization Detector, Plynová chromatografie-s detektorem plameno-ionizačním

GC-MS – Gas chromatography – Mass Spectrometry, Plynová chromatografie s hmotnostní spektrometrií

GC-O - Gas chromatography – Olfactometry, Plynová chromatografie a detekcí pomocí lidského čichu

NMR - Nuclear magnetic resonance, nukleárně magnetická resonance

SAOSA - small amplitude oscillatory shear analysis, dynamická oscilační reometrie

SPME-GC-MS - Solid Phase Microextraction – Gas chromatography – Mass Spectrometry, mikroextrakce tuhou fází spolu s plynovou chromatografií – hmotnostní spektrometrií

TA - torsion analysis, analýza torzní

TPA - texture profile analysis, texturní profilová analýza