OLFAKTOMETRIE A MOŽNOSTI JEJÍHO VYUŽITÍ PRO STANOVENÍ EMISÍ V PIVOVARSTVÍ

OLFACTOMETRY AND POSSIBILITIES OF ITS USE FOR EMISSION DETERMINATION IN BREWERIES

RONALD KRAUS[1], LADISLAV CHLÁDEK[2], MIROSLAV ČEŠPIVA[1], MIROSLAV PŘIKRYL[2]
[1]Výzkumný ústav zemědělské techniky v.v.i., Drnovská 507, 161 01 Praha 6-Ruzyně */ Research Institute od Agricultural Engineering, Drnovská 507, 161 01 Praha 6-Ruzyně*
[2]Česká zemědělská univerzita v Praze, Technická fakulta, katedra technologických zařízení staveb, Kamýcká 129, 165 21 Praha 6-Suchdol / *Czech University of Life Sciences, Faculty of Engineering, Department of Technological Equipments of Buildings, Kamýcká 129, 165 21 Praha 6-Suchdol*

Kraus, R. – Chládek, L. – Češpiva, M. – Přikryl, M.: Olfaktometrie a možnosti jejího využití pro stanovení emisí v pivovarství. Kvasny Prum. **54**, 2008, č. 9, s. 269–274.

Olfaktometrické metody se v pivovarské laboratoři využívají pro stanovení průběhu změn chuti piva během jeho stárnutí, a provádějí se buď týmem posuzovatelů, nebo počítačem, napojeným na tzv. „elektronický nos“. Současná legislativa ukládá výrobním závodům povinnost sledovat nejen emise zátěžových plynů, produkovaných během výrobních procesů, ale jako novinku zavádí sledování pachových látek v ovzduší. Pro tyto účely byl instalován ve spolupráci s Výzkumným ústavem zemědělské techniky, v.v.i., na Katedře technologických zařízení staveb Technické fakulty České zemědělské univerzity v Praze přístroj pro stanovování koncentrace pachových látek ve vzorcích vzduchu, tzv. olfaktometr. V článku jsou uvedeny první výsledky z olfaktometrických měření pachových látek při vaření rmutu z Výukového a výzkumného pivovaru ČZU v Praze 6-Suchdol, dále byly posuzovány prahové hodnoty pachů (vůní) čerstvě umletého sladu, chmelových peletek a kvasnic.

Kraus, R. – Chládek, L. – Češpiva, M. – Přikryl, M.: Olfactometry and possibilities of its use for emission determination in breweries. Kvasny Prum. **54**, 2008, No. 9, p. 269–274.

The olfactometry is in the brewery laboratory used for beer flavor changes determination during aging of beer, those tests are carried out by panel of experts or by PC connected with so called “electronic nose”. The contemporary legislation in Czech Republic requires emission measurement during production in the agricultural and food industry. For this reason Czech university of life sciences, Engineering faculty, Department of technological Equipments of Buildings in Prague in collaboration with Research institute of agricultural engineering v.v.i. in Prague installed equipment – Olfactometer, used for threshold values determination of emissions generated in agricultural and food industry by selected trained experts. This article presents first results of measurements of emissions generated during mashing process at pilot Tutorial and research Brewery of Czech University of Life Sciences Prague, further were measured samples threshold values of fresh crashed malt of hops and earned yeast after fermentation process. The main use of this olfactometer is due to contemporary legislative in Czech Republic determination of emissions, taken under different weather conditions in neighborhood of selected brewery.

Kraus, R. – Chládek, L. – Češpiva, M. – Přikryl, M.: Olfaktometrie und ihre Anwendungsmöglichkeiten zur Feststellung der Emissionen in den Brauereien. Kvasny Prum. **54**, 2008, Nr. 9, S. 269–274.

Die Olfaktometrie heutzutage wird im Brauereilabor am meisten zur Feststellung der Änderung von den flüchtigen Aromastoffen während der Alterung des Bieres angewandt und durch ein Panel von Experten oder unter Anwendung vom PC durchgeführt. Die gegenwärtige Legislative in der Tschechischen Republik verlangt jedoch auch die Messungen der aus den Landwirtschafts- oder Lebensmittelbetrieben ausgehenden Emissionen. Für das Emissionsmessen wurde in einer Zusammenarbeit mit dem Forschungsinstitut für Landwirtschaftliche Technik v.v.i. mit dem Sitz in Prag am Lehrschuhl der technologischen Ausrüstungen der Technischen Fakultät der Tschechischen Universität der Lebenswissenschaften in Prag eine Messungsstelle sog. Olfaktometer errichtet, die zur Ermittlung von den Geruchschwellenwerten in den Emissionen aus den Lebensmittelbetrieben durch ein Panel von Experten bestimmt ist. Im diesem Artikel werden die Eingangsergebnisse aus den olfaktometrischen Testen mit den Emissionen, die beim Maischenkochen in Sudhaus aus der Ausübungs- und Versuchspilotbrauerei der Tschechischen Universität der Lebenswissenschaften in Prag entstehen, der Hopfen-, Hefegeruch und der aus dem frisch gemahlenen Malzschrott angeführt. Diese Messanlage wird insbesondere laut der gegenwärtige Legislative für das Messen von Emissionen, die während der Produktion in der Landwirtschaft- und Lebensmittelindustrie entstehen und in der Umgebung von diesen Betrieben unter verschiedenen klimatischen Bedingungen zu fühlen sind, angewandt.

Краус, Р. – Хладек, Л. – Чешпива, М. – Прикрыл, М.: Ольфактометрия и возможности ее использования для определения выбросов в пивоваренной промышленности. Kvasny Prum. **54**, 2008, Но. 9, стр. 269–274.

Ольфактометрические метода используются в пивоваренной лаборатории для определения процесса перемен вкуса пива в течение его старения, и проводятся или группой рецензентов, или компьютером с выходом на т. наз. „электронный нос“. Современное законодательство приказывает заводом–изготовительям обязанность подсматривать не только выбросы балластных газов, выработанных производственными процессами, но и – по новому – вводит преследование веществ запаха в атмосфере. Для этих целей был установлен – в сотрудничестве с Научно-исследовательским институтом сельско-хозяйственной техники – на Кафедре технологической доставки строек Технического факультета Чешского сельскохозяйственного университета (ЧСУ) в Праге аппарат для определения концентрации запашных веществ в пробах воздуха, т. наз. „ольфактометр“. Стать указывает первые результаты ольфактометрических измерений запахов в течение варки сусла в обучно-исследовательском пивзаводе ЧСУ в Праге. Далее были обсужданы граничные параметра запахов (ароматов) свежо измолченного солода, гранулированного хмеля и дрожжей.

Klíčová slova: *olfaktometrie, pivovarství, emise*

Keywords: *olfactometry, brewing industry, emissions*

1 ÚVOD

Čichové zkoušky patří k nejstarším způsobům hodnocení potravin a dnes patří spolu s dalšími testy, např. chuťovými, do oboru “Senzorická analýza potravin”. Tento vědecký obor se zakládá na tisícile-

1 INTRODUCTION

Olfactory tests are one of the oldest ways of food evaluation and belong today, along with another tests, such as gustatory ones, to the field of science called “Sensory analysis of foodstuffs”. This rela-

tých empirických zkušenostech zejména kuchařů, ale vědecké základy položili až v 19. století němečtí fyziologové Weber a Fechner, kteří popsali závislosti mezi podněty a smyslovými orgány a přeměnu nervového vzruchu na smyslový vjem [1]. Je překvapující, že stále není přesně znám mechanismus čichového vnímání. Odborná literatura definuje vůni nebo pach dosti obecně, jako *„vlastnosti degustované látky, nadýchnuté do nosní nebo ústní dutiny posuzovatele, které mu způsobují jiný vjem, nežli hmatový, zrakový, teploty apod."* [1]. Čichové vjemy jsou posuzovatelem vnímány dosti emotivně, příjemné vjemy se označují jako vůně (pokud jsou nadechnuty do nosní dutiny) nebo jako aromata (pokud do nosní dutiny přecházejí z ústní dutiny), nepříjemné vjemy jsou posuzovány jako zápach. V pivovarské laboratoři se olfaktometrické metody (čichové testy) obvykle používají pro stanovení průběhu změny vůně piva během jeho skladování. Tyto změny, způsobené chemickými reakcemi v pivu, stanovuje buď tým vyškolených posuzovatelů čichovými testy, nebo se měří tzv. „elektronickým nosem", kdy se vůně stárnoucího piva průběžně analyzuje přístroji, a výsledky se vyhodnocují počítačem. Problematikou přístrojového vyhodnocení změny vůně piva během jeho stárnutí se zabývá zejména literatura [2, 3, 4, 5]. Metodika se též používá pro stanovení chuti různých druhů piva v závislosti na použitých surovinách a výrobní technologii pro jeho výrobu[6]. Současná legislativa ukládá výrobním závodům povinnost sledovat emise zátěžových plynů, produkovaných během výrobního procesu, tedy i při výrobě piva. Zákon o ochraně ovzduší č. 86/2002 Sb. ve znění pozdějších předpisů sleduje mimo emisí zátěžových plynů, produkovaných hospodářskou činností, i kategorii emisí. Emise vznikají při zemědělské činnosti, dále během potravinářské výroby, při zpracování komunálních odpadů, hlavně ze skládek, kompostáren a podobně. Ministerstvo životního prostředí České republiky vydalo v srpnu roku 2006 vyhlášku č. 362 (tzv. „Pachovou vyhlášku"), která upřesňuje posuzování pachů z jednotlivých činností v agropotravinářském průmyslu v České republice. Byly zrušeny stávající – ne vždy však objektivní – limity pachů pro jednotlivé činnosti výrobních závodů. Touto vyhláškou byly stanoveny termíny, do kdy bude nutno objektivním měřením stanovit základní pachové jednotky.

Pro stanovení pachových látek se v České republice nejvíce používá tzv. „olfaktometrická metoda", založená na stanovení prahových a vyšších hodnot ve vzorku, který se přivádí k posouzení proškoleným posuzovatelům. Tito označují všechny vzorky, které podle jejich subjektivního dojmu obsahují pachové látky. Autorizované měření pachů je nutno provádět na schváleném typu přístroje, pro vypracování protokolu je rovněž zapotřebí pověření, které uděluje Ministerstvo životního prostředí České republiky. Tento protokol je již podkladem pro jednání s kontrolními orgány České republiky (Česká inspekce životního prostředí, Kontrolní úřad).

2 SOUČASNÝ STAV PROBLEMATIKY STANOVENÍ PACHŮ (EMISÍ)

V současné době existuje více metod, jak měřit v ovzduší emise nebo pachy. Kromě jednoduché metody místního šetření na základě statistiky stížností jsou to pak dále metody, které již vycházejí z norem ČSN [8]. Jednak je to metoda statistického zjišťování a hodnocení obtěžování zápachem (je definována normou ČSN 83 5030 – Stanovení parametrů obtěžování dotazováním panelového vzorku obyvatel), a dále jde o navazující metodu, metodu měření v pachové stopě (ta je dána normou ČSN 83 5031 – Stanovení pachových látek ve venkovním ovzduší terénním průzkumem). Pro přesnější měření a detekci se v USA vyvinulo zařízení nazývané „elektronický nos", které pomocí chemických senzorů srovnává vzorek s etalonem. V Evropě se v současné době ke zjišťování pachů nejčastěji používá olfaktometrické metody s využitím přístroje zvaného olfaktometr. Olfaktometrické měření se řídí normou ČSN EN 13 725 „Kvalita ovzduší – Stanovení koncentrace pachových látek dynamickou olfaktometrií", a je založeno na principu zvyšování/snižování koncentrace pachu (emise) v neutrálním plynu (sterilním vzduchu) tak, aby se posuzovateli stanovila prahová koncentrace pachu (emise) v měřeném vzorku.

V praxi se toto měření provádí tak, že se do olfaktometrických masek posuzovatelů přivádí vzorek, což je vzduch znečištěný pachovými látkami z jednoho výdechu zdroje znečišťování (např. kouřovodu, nebo odtahového ventilátoru). Z každého takového výdechu se dle normy odeberou 3 vzorky (odběrné vaky). Při vlastním posuzování komisí je přístrojem a softwarem posuzovatelům dávkován ředěný vzorek pachů a následuje propláchnutí nosu čistým vzduchem. Jelikož není možné podávat posuzovatelům odebraný vzorek bez ře-

tively new field of science is based on empirical experiences of cooks from the 16th century and it also has a long-time tradition of using by wine tasters – people tasting especially wines. But scientific foundations of this field were first laid by German physiologists Weber and Fechner in the 19th century, who described relations between stimuli and the transformation of nerve impulses to sensory perception [1]. It is surprising that the mechanism of olfactory perception has not been exactly described until today, the literature defines flavours or odours quite generally as *"the properties of the tastes substance breathed-in into the nasal or oral cavity of the expert causing him another kind of perception than tactual, visual, perception of temperature, etc."* [1]. Olfactory perceptions are sensed by an expert quite emotively; pleasant ones are identified as flavours (if breathed-in into the nasal cavity) or as aromas (if coming from the nasal cavity into the oral cavity). Unpleasant perceptions are sensed as odours. In brewery laboratories, olfactometry methods (tests) are usually used for the determination of beer flavour changes during its storage. These changes caused by chemical reactions taking place in beer, are determined by a panel of experts by olfactory tests or measured by an instrument called "electronic nose", when the flavour of aging beer is continuously analysed by instruments and result evaluated by a computer. The problems of the instrumental evaluation of beer flavour changes during aging are described in particular in the literature [2, 3, 4, 5]. The methodology is also used for the determination of flavours of various beer types in dependence on the raw materials and production technology used [6]. The current legislation prescribes production plants a duty to monitor the emissions of emission gases arising during the production process, thus also during the brewing process. The Act on air protection No. 86/2002 of Coll. as amended by subsequent regulations monitors the emissions of emission gases produced by economic activities as well as emission categories. Emissions are released during agricultural activities, food production, during processing of municipal refuse, mainly from dumping sites, composting plants, etc. In 2006, the Ministry of the Environment of the Czech Republic issued Regulation No. 362 ("Odour regulation"), which specifies the evaluation of odours from activities taking place in the agricultural-food industry in the Czech Republic. The existing odour limits – not always objective – for particular activities of production plants were cancelled. In this regulation, terms have been set up till what date basic odour units will have to be determined by objective measurements.

In the Czech Republic, the "olfactometry method" is mostly used for the determination of odour compounds. The method is based on the determination of threshold and higher values in a sample, which is brought to trained experts for evaluation. The experts then mark all samples according to their sensory evaluation, in which they think odour compounds are present. Authorised measurement of odours has to be carried out by means of an approved device. Authorisation is also required for issuing of a protocol this authorisation is received form the Ministry of the Environment of the Czech Republic. This protocol is a base for negotiations with inspection authorities of the Czech Republic (The Czech Environmental Inspectorate, Inspection Office).

2 STATE OF THE ART OF THE PROBLEMS OF EMISSION (ODOUR) DETERMINATION

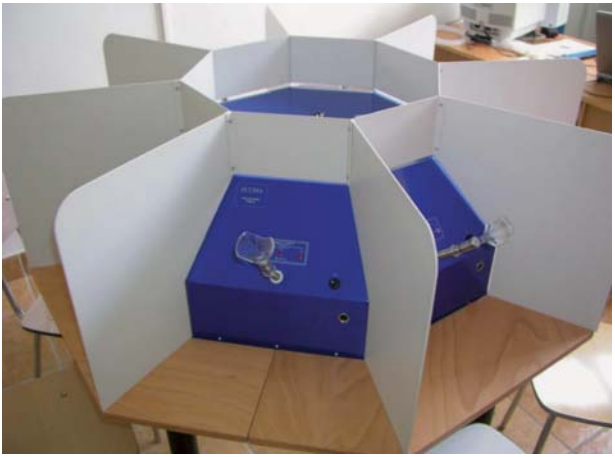
At present, there are more methods of measuring emissions or odours in the air. Besides a simple method of local survey on the basis of claim statistics, methods based on ČSN standards can be used [8]. One of them is a method of statistical determination and assessment of nuisance caused by odours (defined by ČSN 83 5030 – Determination of parameters of nuisance by means of questioning of a panel sample of inhabitants) and a follow-up method of measurement in the scent (specified by ČSN 83 5031 – Determination of odour substances in the exterior atmosphere by means of field survey). For more accurate measurements and detection, a device called "electronic nose" has been developed in the United States, comparing a sample with ethanol by means of chemical sensors. In Europe, odours are currently determined by the olfactometry method employing an instrument called olfactometer. Olfactometry measurement is described by ČSN EN 13 725 standard – "Air quality – Determination of odour concentration by dynamic olfactometry" based on the principles of decreasing/increasing of odour (emission) concentration in a neutral gas (sterile air) so that the panel members can determine the threshold concentration of odours (emissions) in the measured samples.

dění, je olfaktometr schopen ředit podávané vzorky čistým vzduchem v rozmezí od 23 do 217. Doba expozice jak vzorku, tak proplachu se dá nastavit obsluhou. Sekvence ředění vzorku může být buď vzestupná, nebo nahodilá. Mezi jednotlivé kroky ředění (fáze posuzování ředěného vzorku + proplach čistým vzduchem) se vkládají ještě kroky, které jsou kontrolní a kdy je posuzovatelům dávkován místo ředěného vzorku pouze čistý vzduch (tzv. slepé pokusy). Pokud u některého člena komise je více než 20 % odezev na slepé pokusy v celé sérii měření pravdivých (signalizuje, že cítí pach), musí být výsledky tohoto člena komise z výpočtu výsledku měření vyloučeny. Stejně tak, pokud posuzovatel v daném kole nemá ani jednu pozitivní odezvu na předkládaný vzorek (výsledek v daném kole je u něj nulový), je výsledek tohoto člena komise z výpočtu výsledku daného kola vyloučen.

3 PŘÍSTROJOVÉ VYBAVENÍ

Pro vlastní měření byl s finančním přispěním Ministerstva zemědělství ČR zakoupen dynamický olfaktometr typ ECOMA TO8 – 8 od německého výrobce ECOMA, Emissionsmesstechnik und Consult Mannenbeck GmbH, D 24211 Hönigsee (*obr. 1*). Pro měření se používá metoda ANO/NE, daná bodem 8.1.2 normy [1].

Posuzovatelé sedí u společného osmibokého stolu, navzájem od sebe odděleni mezistěnami. Před každým posuzovatelem je na malém pultíku umístěna skleněná nosní (olfaktometrická) maska a panel s dvěma diodami a tlačítkem YES. Jedna dioda se rozsvítí během doby, kdy je do masky přiváděn měřený vzorek nebo proplachový sterilní vzduch, druhá dioda má pouze kontrolní funkci a indikuje zmačknutí tlačítka YES. Všechny části olfaktometru jsou voleny tak, aby s měřeným plynem přišly do kontaktu pouze inertní materiály, které pachové vlastnosti vzorku nemohou ovlivnit, tedy nerezová ocel, sklo a PTFE (teflon). Skleněné nosní masky jsou vyjímatelné, po každém měření se vyjmou, vydezinfikují a řádně se vypláchnou. Vlastní přístrojové vybavení, tedy směšovací zařízení, upravující vzájemný poměr do masek přiváděného sterilního vzduchu a emisí, je umístěno pod stolem v jeho střední části. Rychlost proudění plynu z jednoho náustku se pohybuje mezi 0,2–0,5 m.s^{-1}, což odpovídá průtoku 20 l.min^{-1}. Celkový průtok plynu přístrojem je 160 l.min^{-1}.



Obr. 1 Pohled na přístroj Olfaktometr typ ECOMA TO8 – 8 pro stanovení prahové koncentrace emise (pachu) v měřeném vzorku / *Fig. 1 Olfactometer, type ECOMA TO8 – 8 for determination of emission (odour) threshold in measured sample*

Při měření se tedy zjišťují individuální odhady meze detekce pachu jednotlivými posuzovateli, a z naměřených hodnot stanoví počítač prahovou hodnotu, tedy tzv. „kolektivní mez detekce“. Jednotkou, používanou pro vyhodnocení olfaktometrického měření, je **Evropská pachová jednotka,** která je definována jako *množství pachu odpařené v jednom metru kubickém neutrálního plynu při standardních podmínkách, vyvolávající fyziologickou odezvu v panelu posuzovatelů, která je shodná s reakcí na jednu Evropskou referenční pachovou jednotku (EROM). Evropská referenční pachová jednotka (1 EROM) ≡ 123 µg (n-butanolu).m^{-3} ≡ 1 ou$_E$* [8].

4 METODIKA ODBĚRU VZORKŮ A JEJICH VÝBĚR

Odběr vzorků pro olfaktometrická měření se provádí podle metodiky dané normou [8]. Jak tato norma uvádí: *„vzorek pro měření musí mít dostatečný objem, dále musí být reprezentativní a celistvý.“* Odběr vzorků se provádí vzorkovnicí, což je dutý uzaviratelný plastový tubus, opatřený na jednom konci vývěvou. Do vnitřního prostoru tu-

In practice, a sample is brought in the olfactometry masks of the panel members. The sample is the air contaminated by odour compounds from one exhalation of a source of pollution (e.g. a smokeflue or flue fan). 3 samples are taken form the exhalation according to the standard used (sampling bags). For the evaluation of the sample by panel members, a diluted sample is dosed by means of the olfactometer and software followed by flushing of the nose with the fresh air. Since it is not possible to bring undiluted samples to the panel members, the olfactometer can dilute the samples being evaluated with the fresh air within a range of 23 to 217. The time of exposure for both the sample and flushing can be set by the person operating the device. The sequence of sample dilution can be rising or random. Between individual steps of dilution (the stage of the evaluation of a diluted sample + flushing with the fresh air) are inserted control steps, when only the fresh air is brought to the panel members instead of diluted samples (blind tests). If a member of the panel has more than a 20 % response to the blind samples in the whole series of true measurements (signalising odour), the results of the member have to be excluded from the calculation of measurement results. The same happens in the case, if a panel member does not have any positive response the sample brought (his result in this round of evaluation is zero).

3 INSTRUMENTATION

For the measurement itself, a dynamic olfactometer ECOMA TO8 – 8 from a German company ECOMA, Emissionsmesstechnik und Consult Mannenbeck GmbH, D 24211 Hönigsee (*Fig. 1*) was bought with the financial support of the Ministry of the Environment of the Czech Republic. The YES/NO method is used for the measurement as given in point 8.1.2 of the standard [1].

The panel members sit around an octagonal table, being separated from each other by partition walls. A glass nose (olfactometry) mask and a panel with two diodes and a YES button are in front of each panel member. One diode lights up at the time, when the sample to be measured or the sterile air for flushing is brought in the mask. The second diode has only a control function and indicates, when the YES button is pressed. All parts of the olfactometer coming into contact with the gas being measured are manufactured from inert materials, which cannot influence the odour properties of the sample (stainless steel, glass and PTFE). The glass nose masks are removable, they are removed from the olfactometer after each measurement, disinfected and flushed thoroughly. The dilution unit used for the adjustment of the ratio of the sterile air and emissions brought in the apparatus is located under the table in its central part. The rate of the flowing gas from one mouthpiece is 0.2 to 0.5 m.s^{-1}, which corresponds to a flow rate of 20 l.min^{-1}. The total flow rate of the gas through the apparatus is 160 l.min^{-1}.

During the measurement, individual estimations of odour detection limits by the panel members are determined, and the computer sets the threshold value, thus what we can call “collective detection limit”. The unit used for the evaluation of the olfactometry measurement is the **European Odour Mass** defined as “the quantity evaporated in one cubic metre of neutral gas under standard conditions causing a physiological response within the panel of experts, which is consistent with one European Reference Odour Mass (EROM). The European Reference Odour Mass (1 EROM) *123 µg (of n-butanol).m^{-3} 1 ou$_E$* [8].

Tab. 1 Měření emisí během vaření rmutů. Měření č. 1 / *Measurement of emissions during mash boiling. Measurement No. 1*

	Individuální odhad prahové koncentrace detekce pachu (μg.m-3) / *Individual estimation of threshold concentration of emission detection (μg.m-3)*	**▲ Z**
Posuzovatel č. 1 / *Panel member No. 1*	362	1,7
Posuzovatel č. 2 / *Panel member No. 2*	362	1,7
Posuzovatel č. 3 / *Panel member No. 3*	91	–2,3
Posuzovatel č. 4 / *Panel member No. 4*	0	0,0
Posuzovatel č. 5 / *Panel member No. 5*	185 364	$8{,}9.10^2$
Posuzovatel č. 6 / *Panel member No. 6*	0	0,0
Posuzovatel č. 7 / *Panel member No. 7*	91	–2,3
Posuzovatel č. 8 / *Panel member No. 8*	362	1,7
$\overline{Z}_{ITE}$	**208**	

Tab. 2 Měření emisí během vaření rmutů. Měření č. 2 / *Measurement of emissions during mash boiling. Measurement No. 2*

	Individuální odhad prahové koncentrace detekce pachu (μg.m-3) / *Individual estimation of threshold concentration of emission detection (μg.m-3)*	**▲ Z**
Posuzovatel č. 1 / *Panel member No. 1*	11 585	1,0
Posuzovatel č. 2 / *Panel member No. 2*	91	$-1{,}3.10^2$
Posuzovatel č. 3 / *Panel member No. 3*	181	–64,0
Posuzovatel č. 4 / *Panel member No. 4*	0	0
Posuzovatel č. 5 / *Panel member No. 5*	0	0
Posuzovatel č. 6 / *Panel member No. 6*	0	0
Posuzovatel č. 7 / *Panel member No. 7*	11 585	1,0
Posuzovatel č. 8 / *Panel member No. 8*	11 585	1,0
$\overline{Z}_{ITE}$	**11 585**	

Tab. 3 Měření vůně čerstvě odstřelených kvasnic. Měření č. 1 / *Flavour measurement of fresh cropped yeast. Measurement No. 1*

	Individuální odhad prahové koncentrace detekce pachu (μg.m-3) / *Individual estimation of threshold concentration of emission detection (μg.m-3)*	**▲ Z**
Posuzovatel č. 1 / *Panel member No. 1*	0	0
Posuzovatel č. 2 / *Panel member No. 2*	11 585	–2,8
Posuzovatel č. 3 / *Panel member No. 3*	0	0
Posuzovatel č. 4 / *Panel member No. 4*	0	0
Posuzovatel č. 5 / *Panel member No. 5*	0	0
Posuzovatel č. 6 / *Panel member No. 6*	0	0
Posuzovatel č. 7 / *Panel member No. 7*	0	0
Posuzovatel č. 8 / *Panel member No. 8*	92 682	2,8
$\overline{Z}_{ITE}$	**32 768**	

Tab. 4 Měření vůně čerstvě odstřelených kvasnic. Měření č. 2 / *Flavour measurement of fresh cropped yeast. Measurement No. 2*

	Individuální odhad prahové koncentrace detekce pachu (μg.m-3) / *Individual estimation of threshold concentration of emission detection (μg.m-3)*	**▲ Z**
Posuzovatel č. 1 / *Panel member No. 1*	181	1,2
Posuzovatel č. 2 / *Panel member No. 2*	181	1,2
Posuzovatel č. 3 / *Panel member No. 3*	181	1,2
Posuzovatel č. 4 / *Panel member No. 4*	181	1,2
Posuzovatel č. 5 / *Panel member No. 5*	0	0
Posuzovatel č. 6 / *Panel member No. 6*	91	–1,6
Posuzovatel č. 7 / *Panel member No. 7*	181	1,2
Posuzovatel č. 8 / *Panel member No. 8*	91	–1,6
$\overline{Z}_{ITE}$	**148**	

busu se vloží prázdný odběrný vak, který má po naplnění objem cca 10 l. Tubus s vakem se umístí do odběrného místa. Vzduch je pak vývěvou odsáván z vnitřního prostoru tubusu, konkrétně mezi jeho stěnou a vloženým vakem. Vznikající podtlak v prostoru mezi stěnou tubusu a vakem způsobuje roztahování odběrného vaku a jeho postupné naplňování okolním, pachy znečištěným vzduchem. Ve vaku jsou tedy nasáty emise pouze z jedné lokality, která byla předem přesně určená, do protokolu se poznamenají též okamžité meteorologické podmínky během odběru vzorku.

Materiál odběrného vaku musí být pachuvzdorný, odolný vakuu i přetlaku, musí vykazovat požadované bariérové vlastnosti a nesmí způsobit změnu pachu minimálně 30 hodin při teplotě 20 °C. Pro olfaktometrická měření se plastové vaky sice převážně používají jednorázově, ale lze je použít i vícenásobně, avšak za cenu nákladného a zdlouhavého procesu jejich čištění a náročné následné kontroly.

Při měření intenzity emisí z Výukového a výzkumného pivovaru ČZU v Praze 6-Suchdol se použily následující vzorky a odběrná místa:

– vzorek brýdových par při vaření rmutů, odběr vzorku bezprostředně u výdechu párníku,
– vzorek vůně chmelových peletek, odběr vzorku v místě prvního otevření vakuového obalu s peletkami,
– vzorek vůně čerstvě odstřelených pivovarských kvasnic, odběr vzorku bezprostředně nad hladinou nádoby s odstřelenými kvasnicemi,
– vzorek vůně čerstvě namletého sladu, odběr vzorku na výsypce dvouválcového šrotovníku.

Je zřejmé, že pro okolí pivovaru bude mít přínos pouze stanovení koncentrace pachových látek vznikajících při vaření rmutů (a chmele). Je ovšem také zřejmé, že pro posouzení zápachu (vůně), který by mohl obtěžovat obyvatelstvo žijící poblíž zdroje znečišťování, jsou tyto

4 METHODOLOGY OF SAMPLING AND SAMPLE SELECTION

Sampling for olfactometry measurements is carried out according to the methodology as specified by the standard [8]. The standard says the following: *"A sample to be measured has to be of a sufficient volume, characteristic and compact"*. Sampling is carried out by means of a sampler, which is a hollow plastic tube fitted with a vacuum pump on one end. An empty sampling bag is inserted inside the plastic tube. After filling, the bag volume is about 10 litres. The tube with the bag is than placed in the sampling point. The air from the inside of the plastic tube is exhausted by the vacuum pump (between its wall and the inserted bag to be more specific). The vacuum being formed between the tube wall and the bag causes the sampling bag to expand and the bag is gradually filled by the ambient air contaminated with odours. Emissions only from one location are ;sucked into the bag, with the location having been exactly determined the immediate meteorological conditions during sampling are also recorder in the protocol.

The material, from which the bag is manufactured, has to be odourproof, vacuum as well as overpressure-resistant and has to have required barrier properties and must not alter the odour for the time of 30 hours as minimum at 20 °C. The plastic bags for olfactometric measurements are predominantly used only once, but they can be used more times, too, but at the very cost of expensive and lengthy cleaning and demanding control that has to follow.

The following samples and sampling points were used for the measurement of the emission intensity at the Tutorial and Research Brewery of Czech University of Life Sciences Prague in Prague 6 – Suchdol

– A sample of waste vapours from mash boiling, sampling immediately at the steam duct outlet;

Tab. 5 Měření vůně čerstvě namletého šrotu. Měření č. 1 / *Flavour measurement in fresh crushed malt. Measurement No. 1*

	Individuální odhad prahové koncentrace detekce pachu (μg.m^{-3}) / *Individual estimation of threshold concentration of emission detection (μg.m^{-3})*	**▲ Z**
Posuzovatel č. 1 / *Panel member No. 1*	46 341	1,3
Posuzovatel č. 2 / *Panel member No. 2*	0	0
Posuzovatel č. 3 / *Panel member No. 3*	23 170	–1,6
Posuzovatel č. 4 / *Panel member No. 4*	0	0
Posuzovatel č. 5 / *Panel member No. 5*	0	0
Posuzovatel č. 6 / *Panel member No. 6*	0	0
Posuzovatel č. 7 / *Panel member No. 7*	0	0
Posuzovatel č. 8 / *Panel member No. 8*	46 341	1,3
$\overline{Z}_{ITE}$	**36 781**	

Tab. 6 Měření vůně čerstvě namletého šrotu. Měření č. 2 / *Flavour measurement in fresh crushed malt. Measurement No. 2*

	Individuální odhad prahové koncentrace detekce pachu (μg.m^{-3}) / *Individual estimation of threshold concentration of emission detection (μg.m^{-3})*	**▲ Z**
Posuzovatel č. 1 / *Panel member No. 1*	0	0
Posuzovatel č. 2 / *Panel member No. 2*	0	0
Posuzovatel č. 3 / *Panel member No. 3*	362	1
Posuzovatel č. 4 / *Panel member No. 4*	0	0
Posuzovatel č. 5 / *Panel member No. 5*	0	0
Posuzovatel č. 6 / *Panel member No. 6*	0	0
Posuzovatel č. 7 / *Panel member No. 7*	0	0
Posuzovatel č. 8 / *Panel member No. 8*	362	1
$\overline{Z}_{ITE}$	**362**	

Tab. 7 Měření vůně chmelových peletek po otevření vakuově zabaleného obalu. Měření č. 1 / *Measurement of flavour of hop pellets after opening vacuum-packed packaging. Measurement No. 1*

	Individuální odhad prahové koncentrace detekce pachu (μg.m^{-3}) / *Individual estimation of threshold concentration of emission detection (μg.m^{-3})*	**▲ Z**
Posuzovatel č. 1 / *Panel member No. 1*	724	1,5
Posuzovatel č. 2 / *Panel member No. 2*	724	1,5
Posuzovatel č. 3 / *Panel member No. 3*	362	–1,3
Posuzovatel č. 4 / *Panel member No. 4*	0	0,0
Posuzovatel č. 5 / *Panel member No. 5*	181	–2,6
Posuzovatel č. 6 / *Panel member No. 6*	0	0
Posuzovatel č. 7 / *Panel member No. 7*	724	1,5
Posuzovatel č. 8 / *Panel member No. 8*	724	1,5
$\overline{Z}_{ITE}$	**478**	

Tab. 8 Měření vůně chmelových peletek po otevření vakuově zabaleného obalu. Měření č. 2 / *Measurement of flavour of hop pellets after opening vacuum-packed packaging. Measurement No. 2*

	Individuální odhad prahové koncentrace detekce pachu (μg.m^{-3}) / *Individual estimation of threshold concentration of emission detection (μg.m^{-3})*	**▲ Z**
Posuzovatel č. 1 / *Panel member No. 1*	23 170	–1,7
Posuzovatel č. 2 / *Panel member No. 2*	46 341	1,1
Posuzovatel č. 3 / *Panel member No. 3*	46 341	1,1
Posuzovatel č. 4 / *Panel member No. 4*	0	0
Posuzovatel č. 5 / *Panel member No. 5*	46 341	1,1
Posuzovatel č. 6 / *Panel member No. 6*	0	0
Posuzovatel č. 7 / *Panel member No. 7*	45	$-8{,}9.10^{2}$
Posuzovatel č. 8 / *Panel member No. 8*	46 341	1,1
$\overline{Z}_{ITE}$	**40 342**	

výsledky nedostatečné. K takovému hodnocení by bylo zapotřebí znát více údajů, a to především celkový tok znečišťujících látek, klimatické podmínky v dané lokalitě a také meteorologická data v celé lokalitě atd.

5 VÝSLEDKY A DISKUSE

Celkem se stanovovaly koncentrace pachových látek u 4 vzorků, každý vzorek se měřil dvoukolově. Výsledky jsou uvedeny v *tab. 1* až *8*. Hodnoty uvedené ve třetím sloupci tabulky znamenají hodnotu individuálního odhadu prahové koncentrace detekce pachu. Ve čtvrtém sloupci je uvedena odchylka daného posuzovatele (▲ Z) od geometrického průměru všech platných odhadů posuzovatelů v daném kole. Pro to, aby nebyly výsledky posuzovatele v daném kole z výpočtu výsledku měření vyloučeny, musí se hodnota odchylky pohybovat v rozmezí –5<(▲ Z)<+5. Všechny tyto hodnoty vypíše do protokolu počítač, a nikdo z posuzovatelů nemá možnost tento protokol pozměnit. Jako celkový výsledek a hodnota, podle které se výsledky měření porovnávají a vyhodnocují, je brána hodnota $\overline{Z}_{ITE}$, která udává geometrický průměr odhadů individuální prahové koncentrace detekce všech platných výsledků od členů komise pro jedno kolo měření, a která je vzhledem k podmínkám měření shodná s koncentrací pachových látek cod.

Z naměřených výsledků je patrné, že nejlepší shoda mezi posuzovateli byla dosažena při posuzování vůně chmelových peletek (*tab. 7* a *8*), kdy pouze dva z osmi posuzovatelů během dvou měření žádný vzorek neoznačili. Také při hodnocení těchto vzorků jednotliví posuzovatelé dosáhli nejvyšší hodnoty odhadu detekce pachu, např. posuzovatelé 2, 3, 5 a 8 shodně ve druhém kole (*tab. 8*) dosáhli hodnoty 46 341.

– A sample of hop pellets flavour, sampling from the first opening of the vacuum packaging with pellets;
– A sample of fresh cropped yeast, sampling immediately above the level of the receiver with cropped yeast;
– A sample of fresh crushed malt flavour, sampling at the hopper of a two-roller mill.

It is obvious, that only the determination of the concentration of odour compounds formed during mash (and hops) boiling will be of benefit to neighbourhood of the brewery. But it is also obvious that these results are not sufficient for the determination of odours (flavours), which could cause nuisance to the inhabitants living near the source of pollution. More data would be required for this evaluation, especially the overall flow of pollutants, climatic conditions of the given locality as well as meteorological data of the whole locality, etc.

5 RESULTS AND DISCUSSION

Concentrations of odour compounds for 4 samples were determined in total, with each sample measured in two rounds. The results are given in *tables 1 to 8*. The values in the third column of the table represent the values of the individual estimation of the threshold concentration of odour detection. The difference of the given panel member (▲ Z) from the geometrical average of all valid estimations of the panel members in the round is given in the fourth column of the table. The value of the difference has to be within -5<(▲ Z)<+5 in order not to exclude the results of a panel member in the given round from the calculation of the results. All results are recorded by the computer in the protocol and none of the panel members can modify them. The

Další reprodukovatelné výsledky přineslo měření pachů, vznikajících při vaření rmutů (*tab. 1* a *2)*, kdy opět pouze dva z osmi posuzovatelů žádný vzorek neoznačili, naproti tomu jeden člen hodnotitelského týmu (posuzovatel 5) dosáhl při hodnocení těchto vzorků hodnoty 185 364, což je nejvyšší hodnota individuálního odhadu prahové koncentrace detekce pachu během celé této série měření. Je zajímavé, že tento posuzovatel v druhém kole při měření stejných pachů (vaření rmutů) vůbec neoznačil žádný vzorek.

Měření pachu čerstvě semletého sladu (sladového šrotu) jsou uvedena v *tab. 5* a *6*. Pach v tomto případě nepoznalo během prvního měření pět posuzovatelů. Ve druhém kole z osmi posuzovatelů tento pach neindikovalo šest hodnotitelů, což představuje 75 %.

Tab. 3 a *4* znázorňují výsledky z olfaktometrického měření čerstvě odstřelených kvasnic z kvasného tanku. Zatímco v prvním kole měření opět šest posuzovatelů neoznačilo žádný vzorek a naopak zbylí dva členové komise dosáhli vysokých hodnot odhadu prahové koncentrace detekce pachu (92 682 a 11 585 ou_E), ve druhém kole tuto vůni nepoznal pouze jeden posuzovatel, pět posuzovatelů mělo shodný odhad prahové koncentrace detekce pachu a poslední dva posuzovatelé měli opět shodné výsledky, ale nižší. Dosažené výsledky z úvodních měření svědčí o různé čichové citlivosti některých posuzovatelů a budou použity při výuce studentů.

Toto měření proběhlo jako první měření pachových látek z výroby školního pokusného pivovaru. V některých bodech se odchyluje od platné normy ČSN EN 13 725, a proto ho není možné brát jako autorizované měření. Především je dle normy správné nebrat v úvahu při výpočtu výsledků takové měření, kdy byl v jednom kole posuzování počítán výsledek z méně než 4 platných hodnot individuálních odhadů prahové koncentrace detekce pachu. Toto ustanovení normy nebylo u tohoto měření v některých případech dodrženo.

Z výsledků měření je také patrný vetší rozptyl výsledných hodnot. Ten může být zapříčiněn více faktory, ale dle našich zkušeností má na tomto jevu největší podíl druh posuzovaných materiálů. Vzorky pachů z výroby piva připadaly komisi posuzovatelů spíše jako výrazné vůně než pachy, a proto byly smyslové vjemy posuzovatelů více dráždĕny. Z těchto důvodů v některých kolech měření posuzovatelé cítili pach (vůni) i ve fázi proplachování čistým vzduchem či u „slepých" vzorků. U nejvíce aromatických látek jejich vůně způsobily, že posuzovatelé nebyli schopni tyto pachy z nosu vůbec dostat, a nebyli proto schopni relevantně posuzovat následující krok ředění daného vzorku.

Poznámka: Autoři děkují Ing. Pavlovi Čejkovi z Výzkumného ústavu pivovarského a sladařského, a. s., za pomoc při sestavování tohoto článku.

Článek byl zpracován na podkladě výsledků z projektu NAZV QH 72134 s finanční podporou MZe ČR.

Lektoroval doc Ing. Jan Šavel, CSc., Budějovický Budvar, n. p.
Do redakce došlo 15. 8. 2008

Literatura / *Literature*

1. Pokorný, J., Valentová, H., Panovská, Z.: Senzorická analýza potravin. Skripta VŠCHT Praha, 1999. ISBN 80-7080-329-0.
2. Furusha, S., Kobayashi, N., Nakae, N., Takashio, M., Tamaki, T., Shinotsuka: A developed descriptive sensory tests reveals beer flavor changes during storage. Poster presented at he MBAA 111th Anniversary Convention, Minneapolis, Minnesota, September 1996, published in: Tech. Q. Master. Brew. Assoc. Am. **36**, 1999, 163–166.
3. Hulse, C. J., Forgan, J.: The development of a Flavour Profile Taste Testing form and Computer Database Program. Proceedings from 24. EBC Congress.
4. Mawateri, M., Nagashima, Y., Takako, A., Hirota, T., Yamada, M.: Sensory characterization of Beer flavor Using Cluster Analysis. J. Am. Soc. Brew. Chem. **49**, 1991, 59–64.
5. Daems, V., Delvaux.: Multivariate Analysis of descriptive sensory data on 40 commercial beers. Food Quality and Preference **8**, 1997, 373–380.
6. Burke, S., Spooner, J. R., Hegarfty, P. K.: Sensory Testing of beers: an inter-laboratory sensory trial. J. Inst. Brew. **103**, 1997, 15–19.
7. Narziß, L.: Beer taste and how it is influenced by raw materials and technological factors. Brauwelt International, 1998/I, 14–25.

overall result and the value, according to which the results of the measurement are compared and evaluated, is the value of $\overline{Z}_{ITE}$, which specifies the geometrical average of the estimations of the individual threshold concentration of the detection of all valid results from panel members for one round of measurement and, which is, with respect to the conditions of the measurement, identical with the concentration of odour compounds c_{od}.

It is obvious from the measured values that the highest accordance among the panel members was reached during the evaluation of hop pellets flavours (*tables 7 and 8*), where only two members of eight did not determine any samples in two round of measurement. Also during the evaluation of these samples, the panel members reached the highest value of the estimation of odour detection, for example panel members 2, 3, 5 and 8 coincidently reached the value of 46 341 in the second round (*table 8*).

Further reproducible results were obtained by the measurement of odours formed during mash boiling (*tables 1 and 2*), where again only two panel members of eight did not determine any sample, while one panel member (No. 5) reached the value of 185 364 during the evaluation of these samples, which is the highest value of the individual estimation of the threshold concentration of odour detection during the entire measurement series. It is interesting that this panel member did not determine any sample at all during the second round of the measurement of the same samples (mash boiling).

The results of the measurement of fresh crushed malt are given in *tables 5 and 6*. In this case, five panel members did not recognize the odour during the first measurement. In the second round, six panel members of eight did not identify the odour, which represents 75 %.

Tables 3 and 4 show the results of the olfactometry measurement of fresh cropped yeast from a fermenting tank. While six panel members again did not identify any sample in the first round of measurement and on the second hand, the two remaining panel members reached high values of the estimation of the threshold concentration of odour detection (92 682 and 11 585 ou_E), only one panel member identify this odour in the second round, five panel members showed the same estimation of the threshold concentration of the odour detection and the remaining two panel members again had the same but lower results. The obtained results from preliminary measurements show a different olfactory sensitivity of some panel members and will be used for student education.

This measurement was carried out as the first measurement of odour compounds from the production of the university research brewery. In some points, it deviates from the valid standard ČSN EN 13 725 and therefore, it is not possible to consider it as authorised measurement. It is correct according to the standard not to take in account such measurements for result calculation in one round, if the result would be calculated from less than 4 valid values of individual estimations of the threshold concentration of odour detection. These provisions of the standard was not observed in some cases of this measurement.

The measurement results also show a higher variance of the resultant values. This can be caused by more factors, but in our experience, the type of the materials being evaluated contributes most to this phenomenon. The odour samples from beer production appeared to the panel members more like distinctive flavours than odours and therefore, the sensory perception of the members will be more stimulated. For these reasons, the panel members could feel odours (flavours) also during the process of flushing by the clean air or in case of blind tests. The flavours of the most aromatic substances caused that the panel members were not able to get them away from the nose and therefore they were not able to germanely evaluate the following step of dilution of the given sample.

Acknowledgement: The authors would like to express their thanks to Ing. Pavel Čejka from the Research Institute of brewing and malting in Prague for his help with editing of this article.

The article was prepared on the basis of the results of the project NAZV QH 72134 with the financial help of the Ministry of Agriculture of the Czech Republic.

Translated by Ladislav Kábrt

8. ČSN Norma EN 13 725.
9. Vyhláška Ministerstva životního prostředí ČR č. 356/2002 Sb.
10. Nařízení vlády České republiky č. 353/2002.
11. Češpiva, M., Kraus, R.: Protokol o měření pachových látek. Školní minipivovar Suchdol, Výzkumný ústav zemědělské techniky v.v.i. Praha, 2008.