

CZECH ACADEMY OF AGRICULTURAL SCIENCES

*Czech Journal of*  
**FOOD SCIENCES**

**Potravinářské vědy**

INSTITUTE OF AGRICULTURAL AND FOOD INFORMATION

**3**

VOLUME 17  
June 1999  
ISSN 1212-1800

# Czech Journal of Food Sciences

An international journal published under the authorization by the Ministry of Agriculture of the Czech Republic and under the direction of the Czech Academy of Agricultural Sciences

Mezinárodní vědecký časopis vydávaný z pověření Ministerstva zemědělství České republiky a pod gescí České akademie zemědělských věd

Abstracts from the journal is comprised in Agrindex of AGRIS/FAO database, Food Science and Technology Abstracts, Dairy Science Abstracts, Chemical Abstracts, PASCAL (INIST), TOXILINE PLUS and Czech Agricultural Bibliography.

## EDITORIAL BOARD – REDAKČNÍ RADA

J. VELÍŠEK (Praha, Czech Republic) – Chairman

M. BRAUNOVÁ (Editor-in-Chief)

W. BALTES (Berlin, Germany)

R. BATTAGLIA (Zurich, Switzerland)

L. BENEŠOVÁ (Praha, Czech Republic)

D. ČURDA (Praha, Czech Republic)

J. DAVÍDEK (Praha, Czech Republic)

J. DRBOHLAV (Praha, Czech Republic)

S. GROSOVÁ (Praha, Czech Republic)

M. HOLASOVÁ (Praha, Czech Republic)

J. HOUŠOVÁ (Praha, Czech Republic)

I. INGR (Brno, Czech Republic)

M. KOVÁČ (Bratislava, Slovak Republic)

H. KOZŁOWSKA (Olsztyn, Poland)

R. LÁSZTITY (Budapest, Hungary)

W. PFANNHAUSER (Graz, Austria)

J. POKORNÝ (Praha, Czech Republic)

A. PRÍBELA (Bratislava, Slovak Republic)

M. RYCHTERA (Praha, Czech Republic)

Z. ŠIMŮNEK (Praha, Czech Republic)

M. TAKÁCSOVÁ (Bratislava, Slovak Republic)

B. TUREK (Praha, Czech Republic)

**Aim and scope:** The journal publishes original scientific papers, preliminary reports, short communications and reviews. Paper are published in English, Czech, or in Slovak.

**Periodicity:** The journal is published six times a year. Volume 17 appearing in 1999.

**Acceptance of manuscripts:** Two copies of manuscript should be addressed to: RNDr Marcela Braunová, Editor-in-Chief, Institute of Agricultural and Food Information, Slezská 7, 120 56 Praha 2, Czech Republic, tel.: + 420 2 22 52 04 11, fax: + 420 2 24 25 39 38, e-mail: editor@uzpi.cz. Both the dates of the reception of the manuscript and of the acceptance by the editorial board for publishing will be indicated in the printed contribution.

**Subscription information:** Subscription orders can be entered only by calendar year and should be sent to the contact address. Subscription price for 1999 is 92 USD (Europe) and 97 USD (overseas).

**Cíl a odborná náplň:** Časopis publikuje původní vědecké práce, předběžná a krátká sdělení a odborná review. Práce jsou publikovány v angličtině, češtině nebo ve slovenštině.

**Periodicita:** Časopis vychází šestkrát ročně. Ročník 17 vychází v roce 1999.

**Přijímání rukopisů:** Rukopisy ve dvou kopiích je třeba zaslat na adresu redakce: RNDr. Marcela Braunová, vedoucí redaktorka, Ústav zemědělských a potravinářských informací, Slezská 7, 120 56 Praha 2, Česká republika, tel.: 02/22 52 04 11, fax: 02/24 25 39 38, e-mail: editor@uzpi.cz. V uveřejněném příspěvku se uvádí jak datum doručení rukopisu do redakce, tak i jeho přijetí redakční radou k publikaci.

**Informace o předplatném:** Objednávky na předplatné jsou přijímány na celý rok na adrese: Ústav zemědělských a potravinářských informací, Slezská 7, 120 56 Praha 2. Cena předplatného pro rok 1999 je 372 Kč.

Actual information are available at URL address: <http://www.uzpi.cz>

Aktuální informace najdete na URL adrese: <http://www.uzpi.cz>

## Sensory Viscosity Evaluation of Non-Newtonian Beverages\*

HELENA VALENTOVÁ<sup>1</sup>, ZDEŇKA PANOVSKÁ<sup>1</sup>, JAN POKORNÝ<sup>1</sup>, MILAN HOUŠKA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institute of Chemical Technology Prague – Department of Food Chemistry and Analysis, Prague;

<sup>2</sup>Food Research Institute Prague, Prague, Czech Republic

### Abstract

VALENTOVÁ H, PANOVSKÁ Z., POKORNÝ J., HOUŠKA M. (1999): Sensory viscosity evaluation of non-Newtonian beverages. Czech J. Food Sci., 17: 81–87.

The viscosity of beverages containing different concentrations (0–0.5%) of Hamulsion 11420-1 was determined by sensory ratings of resistance to stirring with a spoon, pouring from a spoon, and slurping under conditions of the respective ISO method, using an unstructured graphical scale. The hedonic viscosity rating was effected using a category ordinal scale. Fruit beverages and beef broth behaved differently from milk beverages, which could be rated with better reproducibility. More experience was needed for slurping than for ratings during mixing or pouring. Ratings using the three procedures were intercorrelated; relations were double logarithmic, but close to linear. Deviations of samples from the optimum viscosity could be predicted best on basis of the three procedures.

**Key words:** beverages; Hamulsion; liquid foods; non-Newtonian liquids; reproducibility; sensory analysis; texture; viscosity

The viscosity belongs to very important sensory characteristics of fluid foods. Proper viscosity should be observed in the development of low-energy "light" beverages. Therefore, several methods of its evaluation were developed. A suitable system was reported, based on physical processes taking place during degustation. Oral viscosity was found to correlate with shear stress in the mouth, oral smoothness with the reciprocal boundary force, and oral slipperiness with the reciprocal total friction (boundary and viscous forces). The viscosity observed during pouring the sample from a bottle is correlated with the cross sectional area in the neck of the bottle (ELEJALDE 1994). Sensory viscosity is affected by diluting the sample with saliva during the test in the mouth; the dynamic determination should thus be applied, mainly the techniques used in time-intensity studies (LEE *et al.* 1992).

A new international standard was issued for the sensory evaluation of textural attributes of foods, including the viscosity (ISO 11036). A procedure based on the standard method was used for evaluating fluid foods (HOUŠKA *et al.* 1993), which consisted in pouring the sample from a spoon and in sucking the liquid by mouth. A special short sensory profile was developed in our laboratory (VALENTOVÁ *et al.* 1998) for the evaluation of Newtonian liquids, and the reproducibilities were determined for each characteristic. In our subsequent research, non-Newtonian liquids were included (HOUŠKA *et al.* 1999).

Non-Newtonian liquids behave differently from Newtonian liquids in the course of sensory testing in the mouth, therefore, we had to study the accuracy and reproducibility of individual procedures.

### MATERIAL AND METHODS

#### Material

Samples of beverages and other liquid foods used for the preparation of Hamulsion solutions are listed in Table 1. Their viscosities were modified by addition of 0.00–0.50% Hamulsion 11420-1 (produced by Hahn & Co., Lübbeck, Germany).

#### Physical Methods

The orifice viscometer was of the Ford type, manufactured in the Food Research Institute Prague (Prague, Czech Republic) designed by HOUŠKA (1986), and calibrated using reference liquids; its application was described (HOUŠKA 1994). The standard deviation of the measurement was about 5%; samples were thermostatted at 20.0 °C (or at 40.0 °C in the case of beef broth) with the accuracy of 0.1 °C about 10 min after filling the measuring cell (Thermostats Lauda MGW and UH4 MLW, Germany). The pH-value was measured using the apparatus Sentron pH System 1001 (produced by Sentron, The Netherlands).

\*Supported by research grant No. 525/96/0060, Grant Agency of the Czech Republic.

Table 1. Products used for the preparation of samples evaluated by sensory analysis

Sample code	Type of product	Kinematic viscosity [m <sup>2</sup> .s <sup>-1</sup> × 10 <sup>6</sup> ]	Value of pH	Range of Hamulston concentrations [p. c.]
A	Grape concentrate Bonita, 10%, quinine sulphate 0.05 g/l, tap water	1.314	2.91	0.00–0.25
B	PENCO – Complete Vitamin drink VD orange 89 g/l, tap water	1.679	2.84	0.00–0.25
C	PENCO MD – mineral drink, 66 g/l, tap water	2.507	3.55	0.00–0.25
D	Ionic beverage, Sea salt SEL Solsan, a. s., 1.7 g/l, tap water	1.575	7.30	0.00–0.25
E	Coca Cola, no modification	2.342	2.59	0.00–0.25
F	Mandarin concentrate Bonita 10%, tap water	2.843	3.10	0.00–0.25
G	Orange concentrate Bonita 10%, tap water	2.434	3.26	0.00–0.25
H	Beef broth, Golden beef broth Maggi, 23 g/l, tap water	0.948	5.99	0.00–0.50
J	Milk drink – vanilla, Crystalline sugar PCS, a. s. Mělník, 23 g/l, Vanilla sugar Vitana, 10 g/l, Sterilized milk Populár, Olma, 0.5% fat	2.983	6.43	0.00–0.50
K	Milk drink – griotte, crystalline sugar PCS, a. s. Mělník, 33 g/l, RedCol H7098, 0.02 g Sour cherry flavouring PE 9047 Metarom, 0.4 ml/l, Sterilized milk Populár, Olma, 0.5% fat	3.370	6.48	0.00–0.40
L	Milk drink – peach, Crystalline sugar PC,S a. s. Mělník, 48 g/l, RedCol H7098, 0.02 g/l, flavouring Apricot D3931 Bush, 0.4 ml/l, Sterilized milk Populár, Olma, 0.05% fat	3.741	6.50	0.00–0.40

### Sensory Methods

The analysis was performed in a standard sensory laboratory, provided with 6 test booths (ISO 8589) under standard conditions (ISO 6658). A group of sensory assessors was selected, trained and monitored after the international standard procedure (ISO 8586), and had the experience of at least 6 months in the texture analysis. Another group obtained the same training, but had no subsequent experience.

Table 2. Characterisation of unstructured graphical scales

Descriptor code	Procedure used	Description of the	
		left end	right end
M	stirring with a spoon	very thin	very thick
P	pouring from a spoon	very thin	very thick
S	slurping from a spoon	very easily	with great difficulty

Samples were served at 20–21 °C (the beef broth at 40 °C), and tested using unstructured scales (straight lines 100 mm long), oriented by verbal description at the two ends (Table 2). The profile was based on that developed for the testing of Newtonian liquids (VALENTOVÁ *et al.* 1998). The first descriptor (M) consisted in the evaluation of effort necessary for stirring the sample with a tea-

spoon in a 250 ml beaker, containing 50 ml of sample. The second descriptor (P) consisted in the evaluation of behaviour during the pouring of sample from a full tablespoon into a beaker (the tested height of about 150–200 mm above the level in the beaker). The third descriptor (S) was based on evaluation of the effort necessary for slurping the sample from a tablespoon into the oral cavity, following the description in the international standard for sensory texture measurement of fluids (ISO 11036). The remaining two descriptors used for sensory evaluation of Newtonian fluids (VALENTOVÁ *et al.* 1998) were not used in this case as the samples would be diluted with saliva, which would cause uncontrollable changes of viscosity so that time-intensity measurements would be necessary. Results of sensory determinations obtained with graphical scales were considered as simple functions of viscosity (MCBRIDE 1989) so that the programme on regressions and multiple regressions (STATISTICA 3.0, Microsoft, USA) could be applied for statistical calculations.

The hedonic viscosity (Q) was rated as the last descriptor, following a 5-point category ordinal scale:

- 1 = very low viscosity (very thin);
- 2 = lower viscosity than the optimum (thin);
- 3 = the optimum viscosity (appropriate, agreeable);
- 4 = more viscous than the optimum (thicker);
- 5 = very viscous (too thick, inconvenient to take).

In this case, the reproducibility was tested by calculating differences between duplicates after Gini (WEBER 1957).

## RESULTS AND DISCUSSION

### Effect of assessors' experience on the reproducibility of viscosity ratings

Two groups of assessors were compared; the group T comprised trained assessors with no subsequent experience (270 ratings), while the group U consisted of trained assessors with subsequent experience of several months (two ratings a week in the average) (108 ratings). The sample A with various concentrations of Hamulsion was tested by both sets of assessors. Results in Table 3 show that the difference of performance between the two groups was statistically insignificant in the case of stirring (M) and pouring (P) the liquid, but it was significant in the case of slurping, which is obviously more difficult, requiring longer experience. The effect of experience was found more pronounced in our earlier experiments with sensory profiles of chicken soup (POKORNÝ & VALENTOVÁ 1994).

### Effect of sample viscosity on standard deviation of sensory ratings

The sample A was adjusted to different viscosity levels by dissolving Hamulsion. Each concentration was tested 21 times (the total of 126 responses). Standard deviations

Table 3. Influence of experience on viscosity rating (expressed as the standard deviation in p. c. of the scale)

Procedure used	Assessors	
	experienced	unexperienced
Stirring with a spoon	16.4	15.8
Pouring from a spoon	13.2	16.4
Slurping from a spoon	11.2	20.5

are listed in Table 4. Absolute values of the standard deviations are nearly the same, independent of viscosity, but relative values naturally decrease with increasing ratings. No significant differences were observed between standard deviations obtained using different sensory procedures. Similar results were obtained with other samples (B-G and J).

Similar measurements were calculated for a sample containing milk (sample H); each concentration was tested 20 times (the total of 120 responses). Standard deviations are given in Table 5. Absolute values of standard deviations moderately increase with increasing viscosity, but relative values decrease, especially at lower viscosities, similarly like in the case of grape drink (sample A). Similar results were obtained in the case of other milk beverages (K and L). Relative standard deviations in milk beverages are moderately lower than in grape beverages. The lower values are probably due to a more uniform set of samples, and to the fact, that consumers (and even

Table 4. Effect of the concentration of Hamulsion in sample A on the standard deviation of viscosity rating

Procedure used	Concentration of Hamulsion [p. c.]	Absolute ratings [p. c. of scale]	Standard deviation	
			absolute [p. c. of scale]	relative [p. c. of rating]
Stirring with a spoon	0.00	27.2	18.1	67
	0.05	39.4	21.4	54
	0.10	47.8	11.8	25
	0.15	52.6	15.2	29
	0.20	65.8	11.8	27
	0.25	68.4	17.4	26
Pouring from a spoon	0.00	24.2	15.8	65
	0.05	35.3	18.2	52
	0.10	42.1	13.8	33
	0.15	49.7	13.7	30
	0.20	63.9	13.5	21
	0.25	66.9	13.8	21
Slurping from a spoon	0.00	19.8	16.1	81
	0.05	29.2	17.9	61
	0.10	40.3	14.8	37
	0.15	45.2	14.4	32
	0.20	59.2	15.0	25
	0.25	64.9	16.5	25

Table 5. Effect of concentration of Hamulsion in sample H on the standard deviation of viscosity ratings

Procedure used	Concentration of Hamulsion [p. c.]	Absolute ratings [p. c. of scale]	Standard deviation	
			absolute [p. c. of scale]	relative [p. c. of rating]
Stirring with a spoon	0.00	13	6.0	46
	0.10	24	10.6	46
	0.20	39	12.3	32
	0.30	55	13.7	25
	0.40	61	13.7	23
	0.50	76	11.9	16
Pouring from a spoon	0.00	10	5.7	55
	0.10	19	8.3	50
	0.20	31	11.8	38
	0.30	48	17.3	36
	0.40	58	15.6	27
	0.50	70	14.5	21
Slurping from a spoon	0.00	9	5.6	64
	0.10	17	7.8	47
	0.20	28	11.6	41
	0.30	46	16.4	36
	0.40	54	17.0	32
	0.50	69	15.5	22

trained assessors) are better used to evaluate liquid dairy products at higher viscosities than fruit-based beverages.

The values observed in the viscosity ratings were about the same as observed in the sensory profiling of cheese (POKORNÝ & KALINOVÁ 1994).

#### Reproducibility of hedonic ratings of the optimum viscosity

For rating of the optimum viscosity (Q), a category ordinal scale was used, therefore, the reliability was expressed as average differences between the duplicates after

Table 6. Differences between duplicate ratings of the optimum viscosity, expressed as p. c. of total ratings

Sample code	Hamulsion	Number of responses	No difference	Difference of			
				1 point	2 points	3 points	4 points
A	0.00	210	27.6	44.3	22.4	5.7	0.0
	0.05	208	27.4	46.6	19.7	5.3	1.0
	0.10	208	24.0	46.6	24.0	5.4	0.0
	0.15	225	25.3	45.4	25.3	4.0	0.0
	0.20	210	26.7	48.0	20.5	4.8	0.0
	0.25	211	32.2	49.3	14.7	3.8	0.0
	Total	1 223	27.2	46.8	21.1	4.8	0.1
H	0.00	210	40.5	51.4	8.1	0.0	0.0
	0.10	191	43.4	50.8	5.8	0.0	0.0
	0.20	186	72.6	26.3	1.1	0.0	0.0
	0.30	191	47.6	52.4	0.0	0.0	0.0
	0.40	192	37.5	52.1	10.4	0.0	0.0
	0.50	191	49.7	50.3	0.0	0.0	0.0
	Total	1 161	48.3	47.4	4.3	0.0	0.0

Gini (WEBER 1957). The results are shown in Table 6. The most frequent difference in scoring the grape drink (sample A) was equal to 1 point of the scale, but exceptionally, differences of 3 or even 4 points, were observed. The rating was substantially more reliable in the case of a milk beverage (sample H), where the most frequent difference was either 1 point or no difference was found. Relations were similar in other analogous samples, i. e. B–G and J on the one hand, and K and L on the other hand. In liquid dairy products, consumers have probably a more accurate idea of the optimum product than in beverages of fruity character, as they are more familiar with consuming dairy products of very different viscosities. Interactions of milk proteins on water/air and water/fat interfaces may make their percepts more uniform (MILLER *et al.* 1998).

The average difference of 1 point was found in our earlier experiments with a 7-point category scale (PILKOVÁ *et al.* 1992).

#### Relations between different procedures for the viscosity rating

The use of regression analysis for comparison of different textural attributes was reported as a useful tool for the evaluation of table syrups (ELEJALDE, KOKINI 1992), based on sensory characteristics, similar to those used in our case.

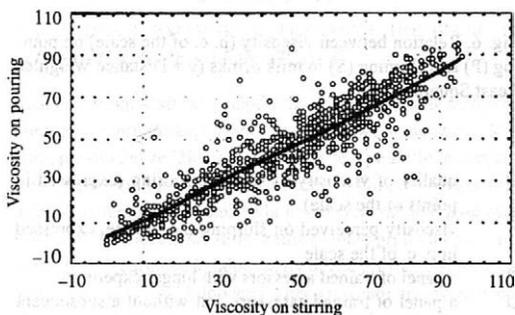


Fig. 1. Relation between viscosity (p. c. of the scale) on stirring (M) and pouring (P) ( $y = \text{Distance Weighted Least Squares}$ )

Table 7. Correlation coefficients between the sensory data

Dependent variable	Independent variable	Data of samples	
		A–G & J	H, K & L
M	P	0.88	0.91
M	S	0.81	0.84
M	Q	0.72	0.80
P	S	0.86	0.88
P	Q	0.74	0.82
S	Q	0.73	0.80

Ratings during mixing (M) or pouring (P) were very close, those recorded while slurping (S) were moderately lower. Relations between the values were close to linear regressions, therefore, linear correlation coefficients were calculated. The results are given in Table 7 for the drink A–G and J, the total of 900 responses, and separately, for the milk beverages (H, K and L), the total of 300 responses. All values were statistically significant.

The relations are not strictly linear, being essentially exponential (Table 8), but they deviated only slightly from linearity, like it is evident in Figs. 1–3 for various sensory characteristics of fruit beverages; and in Figs. 4–6 for milk beverages; the milk beverages (H, K and L) showed more pronounced deviations from linearity. Therefore, logarithm-

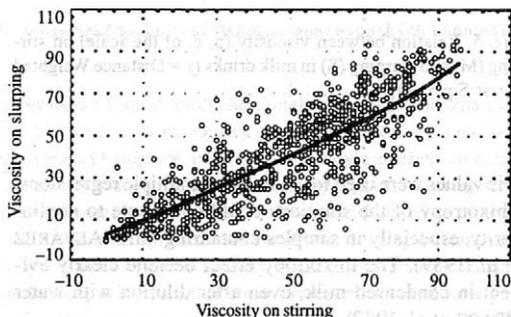


Fig. 2. Relation between viscosity (p. c. of the scale) on stirring (M) and slurping (S) ( $y = \text{Distance Weighted Least Squares}$ )

Table 8. Regressions between sensory variables –  $y = a + b.x$  or  $y = a.exp(b.x)$

Sample code	Dependent variable	Independent variable	Type of regression	Value of $a$	Value of $b$
A–G, J	P	M	linear	2.708	0.874
	S	P	linear	0.465	0.886
	S	M	exponential	7.868	0.028
H, K, L	P	M	linear	1.299	0.893
	S	P	linear	0.833	0.905
	S	P	exponential	7.939	0.031
	S	M	linear	0.134	0.856
	S	M	exponential	7.579	0.030

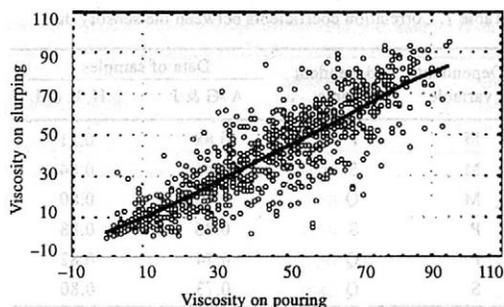


Fig. 3. Relation between viscosity (p. c. of the scale) on pouring (P) and slurping (S) ( $y$  = Distance Weighted Least Squares)

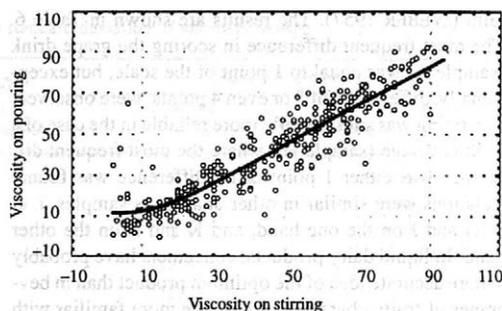


Fig. 4. Relation between viscosity (p. c. of the scale) on stirring (M) and pouring (P) in milk drinks ( $y$  = Distance Weighted Least Squares)

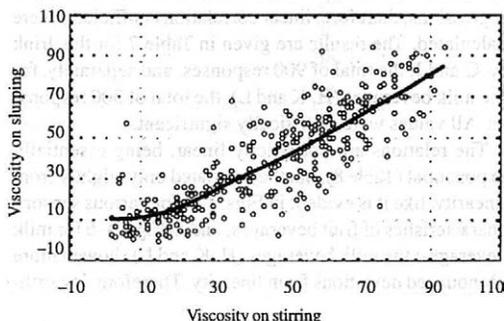


Fig. 5. Relation between viscosity (p. c. of the scale) on stirring (M) and slurping (S) in milk drinks ( $y$  = Distance Weighted Least Squares)

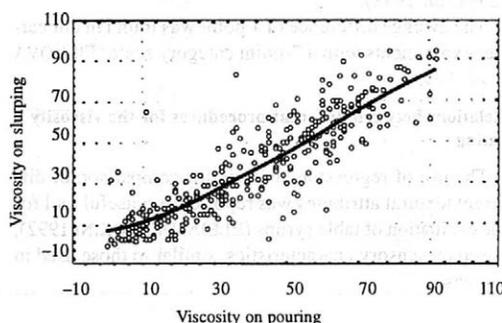


Fig. 6. Relation between viscosity (p. c. of the scale) on pouring (P) and slurping (S) in milk drinks ( $y$  = Distance Weighted Least Squares)

mic values were used for calculating multiple regressions. Thixotropy of the solutions could contribute to nonlinearity, especially in samples containing milk (ALVÁREZ *et al.* 1989). The thixotropy effect became clearly evident in condensed milk, even after dilution with water (IBARZ *et al.* 1987).

The hedonic score may be predicted from the intensity data, using logarithms of responses and multiple regressions:

- for fruit drinks and beef broth:

$$Q = 1.69 + 0.013 M + 0.011 P + 0.015 S$$

$$R^2 = 0.59, p < 0.0000;$$

- for milk drinks:

$$Q = 1.39 + 0.012 M + 0.015 P + 0.016 S$$

$$R^2 = 0.71, p < 0.0000$$

#### List of Symbols

A – L	codes of samples
M	viscosity perceived on stirring the samples with a spoon (expressed in p. c. of the scale)
P	viscosity perceived on pouring the sample from a spoon (expressed in p. c. of the scale)

Q	quality of viscosity by hedonic scoring (expressed in points of the scale)
S	viscosity perceived on slurping the sample, expressed in p. c. of the scale
T	a panel of trained assessors with longer experience
U	a panel of trained assessors, but without a subsequent experience
$a-c$	regression constants
$x, y$	regression variables

#### References

- ALVÁREZ A. I., MELCÓN B., COSTELL E., ZAPICO J. (1989): Evaluación de la tixotropía en leche condensada. Influencia de la temperatura al comportamiento reológico. *Rev. Agroquím. Tecnol. Aliment.*, **29**: 519–529.
- ELEJALDE C. C. (1994): Psychophysics of liquid foods in the mouth, pouring out of a bottle and spreading over a flat surface. *Dissert. Abstr. Int. B*, **55**: 647.
- ELEJALDE C. C., KOKINI J. L. (1992): Identification of key textural attributes of viscoelastic syrups by regression analysis. *J. Food Sci.*, **57**: 167–171.
- HOUŠKA M. (1986): Cejchování výtokového viskozimetru. *Potrav. Vědy*, **4**: 143–146.

- HOUSKA M. (1994): Systém rychlých metod pro stanovení textury a jakosti potravin. *Potrav. Vědy*, **12**: 203–222.
- HOUSKA M., RYSOVÁ J., KUBEŠOVÁ A., ŠRÁMEK P. (1993): Korelace senzoričké a přístrojové viskozity tekutých potravin. *Potrav. Vědy*, **11**: 299–310.
- HOUSKA M., VALENTOVÁ H., NOVOTNÁ P., STROHALM J., ŠESTÁK J., POKORNÝ J. (1999): Shear rates during oral and non-oral perception of viscosity of fluid foods. *J. Texture Studies*, **29**: 603–615.
- IBARZ R. A., GARCÍA M. J. I., PUY L. J. (1987): Análisis tixotrópico de leches condensadas. *Alimentaria*, **10**: 35–38.
- LEE W. E. III, TAKAHASHI K., PRUITT J. S. (1992): Temporal aspects of the oral processing of viscous solutions. *Food Technol.*, **46**(11): 106, 108, 110–112.
- MCBRIDE R. L. (1985): Sensory measurement: an introductory overview. *CSIRO Food Res. Quart.*, **45**: 59–63.
- MILLER R., KRÁGEL J., WÜSTNECK R., WILDE P. J., LI J. B., FAINERMAN V. B., LOGLIO G., NEUMANN A. W. (1998): Adsorption kinetics and rheological properties of food proteins at air/water and oil/water interfaces. *Nahrung*, **42**: 225–228.
- PILKOVÁ L., POKORNÝ J., DAVÍDEK J. (1992): Vliv kategoričových ordinálních stupnic na přesnost výsledku senzoričké analýzy. *Potrav. Vědy*, **10**: 41–48.
- POKORNÝ J., KALINOVÁ L. (1994): Accuracy in the sensory profiling of cheese. *Potrav. Vědy*, **12**: 165–173.
- POKORNÝ J., VALENTOVÁ H. (1994): Effect of experience on the repeatability of ratings in the sensory profiling. *Potrav. Vědy*, **12**: 85–91.
- VALENTOVÁ H., POKORNÝ J., HOUSKA M. (1998): Development of a texture profile of Newtonian liquids. *Czech J. Food Sci.*, **16**: 33–39.
- WEBER E. (1957): *Grundriß der biologischen Statistik*. 3. Aufl. G. Fischer, Jena: 66 and 409.
- ISO 6658 (1985): Sensory analysis – Methodology – General guidance. ISO, Geneva.
- ISO 8586 (1989): Sensory analysis – General guidance for the selection, training and monitoring of assessors – selected assessors. ISO, Geneva.
- ISO 8589 (1988): Sensory analysis – Methodology – General guidance for the design of test rooms. ISO, Geneva.
- ISO 11036 (1994): Sensory analysis – Methodology – Texture profile. ISO, Geneva.

Received for publication March 18, 1999

Accepted for publication April 15, 1999

## Souhrn

VALENTOVÁ H., PANOVSÁ Z., POKORNÝ J., HOUSKA M. (1999): **Senzoričké hodnocení viskozity nenewtonských kapalných potravin.** *Czech J. Food Sci.*, **17**: 81–87.

Soubor vzorků sestával z nápojů ovocného charakteru, hovězího vývaru a z tekutin mléčného charakteru. Jejich viskozita byla upravována přípravkem Hamulsion 11420-1 v množství do 0,5 %. U vzorků byla senzoričsky stanovena viskozita při míchání lžící, při stékání ze lžice a při srkání, a to s použitím nestrukturované grafické stupnice. Při stejné teplotě byla změřena viskozita s použitím výtokového pohárku Fordova typu a hodnota pH. Viskozita byla hodnocena také hedonicky s použitím kategoričových ordinálních stupnic, přičemž byla hodnocena odchylka od optima. Rozdíl mezi málo a značně zkušenými hodnotiteli se projevil hlavně při hodnocení srkáním, zatímco málo při hodnocení mícháním a stékáním. Byly stanoveny směrodatné odchylky stanovení jednotlivých parametrů; odpovídaly běžné přesnosti senzoričké analýzy a jejich absolutní hodnoty záležely jen málo na viskozitě. Mléčné nápoje byly hodnoceny o něco přesněji než ovocné, což platilo také pro hodnocení optimální viskozity. Mezi sledovanými charakteristikami existovaly průkazné korelace exponenciálního charakteru, které se však jen málo odchylovaly od lineárních. Předpovědi odchylky viskozity od optima byly možné všemi metodami, ale zpřesnily se použitím mnohonásobné regrese logaritmických hodnot všech sledovaných charakteristik.

**Klíčová slova:** Hamulsion; kapaliny nenewtonské; mléko; ovoce; senzoričká analýza; textura; viskozita

## Corresponding author:

Ing. HELENA VALENTOVÁ, CSc., Ústav chemie a analýzy potravin, Vysoká škola chemicko-technologická, Technická 5, 166 28 Praha 6, Česká republika, tel.: + 420 2 24 35 32 64; fax: + 420 2 31 19 990; e-mail: jan.pokorny@vscht.cz

## INSTITUTE OF AGRICULTURAL AND FOOD INFORMATION

Slezská 7, 120 56 Praha 2, Czech Republic

Fax: +420 2 24 25 39 38, e-mail: editor@logim.cz"

In this institute scientific journals dealing with the problems of agriculture and related sciences are published on behalf of the Czech Academy of Agricultural Sciences. The periodicals are published in the Czech or Slovak languages with summaries in English or in English with summaries in Czech or Slovak.

**Subscription to these journals be sent to the above-mentioned address.**

Journal	Number of issues per year	Yearly subscription in USD	
		Europe	overseas
Rostlinná výroba (Plant Production)	12	195,-	214,-
Czech Journal of Animal Science (Živočišná výroba)	12	195,-	214,-
Zemědělská ekonomika (Agricultural Economics)	12	195,-	214,-
Journal of Forest Science	12	195,-	214,-
Veterinární medicína (Veterinary Medicine – Czech)	12	159,-	167,-
Czech Journal of Food Sciences (Potravinářské vědy)	6	92,-	97,-
Plant Protection Science (Ochrana rostlin)	4	62,-	64,-
Czech Journal of Genetics and Plant Breeding (Genetika a šlechtění)	4	62,-	64,-
Zahradnictví (Horticultural Science)	4	62,-	64,-
Zemědělská technika (Agricultural Engineering)	4	62,-	64,-

## Relationships between Different Food Preference Measures

EWA BABICZ-ZIELIŃSKA

Gdynia Maritime Academy, Department of Commodities and Cargo Sciences, Gdynia, Poland

### Abstract

BABICZ-ZIELIŃSKA E. (1999): Relationships between different food preference measures. Czech J. Food Sci., 17: 89–94.

Results of four tests made on preferences for different classes of food are presented. The pairs of tests included either two different, structured and unstructured hedonic scales or 7-point hedonic scale and different preferred frequency was observed independently of used technique. Neither class of food nor social group substantially influenced observed relationships

**Key words:** preference; degree of liking; preferred food frequency

The preferences expressed by consumers towards food are usually defined as the consumer or food preferences related to particular foods or their groups, e.g. vegetables, fruit, desserts or soups. Two measures are commonly applied for determining the preference: degree of liking/disliking measured with the hedonic scales (hedonic preference), and preferred (desired) food frequency.

The hedonic scales used in studies on degree of liking are identical as those used in acceptance testing by sensory techniques. The most frequent scales of preference estimation include category scales and line scales (LAND & SHEPHERD 1984; MEISELMAN 1984, 1994; MOSKOWITZ 1994).

The category scales are similar to each other and contain, as a rule, the odd number of discrete points (categories), between 5 and 11. The most popular 9-point hedonic category scale is ranging from “dislike extremely” to “like extremely” (MEISELMAN 1984; PERYAM & GIRARDOT 1957; FIRZGERALD 1977). This 9-point hedonic scale was used e.g. to study the change in preference during time from the last survey, ranging from one day to three months (ROGOZENSKI & MOSKOWITZ 1982). FITZGERALD (1977) proposed 7-category scale containing pictures instead of only verbal or written expressions (Food Choice Game) (JONES *et al.* 1993). One of infrequent hedonic category scales is the 100 point scale which contains only three verbal expressions: “like extremely” (100), “dislike extremely” (0) and “neither like nor dislike” (50) (MEISELMAN 1994; PANGBORN *et al.* 1989). The extreme scale consists of only two categories, “like” and “dislike” (MOSKOWITZ 1994).

The line scales assume an indication of one point by the subject on the unstructured scale (without points), usually 100 mm long, showing only two expressions for the ends of the scale (“very like” and “very dislike”), and sometimes also for the neutral category at the centre of

the scale (“neither like nor dislike”) (MEISELMAN 1994; PANGBORN *et al.* 1989; STEPHERD, GRIFFITHS 1987; GIOVANNI, PANGBORN 1983; STONE *et al.* 1974).

The scales of preferred food frequency are category scales, and usually include 4 to 9 categories. An exception was a scale proposed by MEISELMAN (1994) which consisted of 39 points. Major scales have two extreme categories “never” and “always”. The categories may be quantitative (e.g. “twice a week”) or qualitative (e.g. “often”). The scales may be constructed in a different way but magnitude estimation scales are often used, assumed to be more proper (MEISELMAN 1984, 1994; ROGOZENSKI & MOSKOWITZ 1982).

A lot of work was made to compare the different rating scales, usually in acceptance studies. LAWLESS and MALONE (1986) compared four scales concluding that although all scaling methods were able to distinguish intensity levels of each product system, variance analyses showed a slight superiority of category scaling. In another work (LAWLESS & MALONE 1986b) they compared category, line and line – category hybrid scale which performed equally well. PEARCE *et al.* (1986) reported on a study from 23 laboratories involving 553 consumers in which magnitude estimation and category scales, were compared in hedonic judgements; when scale units were converted to similar scales, there was strong consistency of the results. GIOVANNI and PANGBORN (1983) found in acceptance research that line scaling and magnitude estimation gave similar conclusions about liking of beverages but more restricted ranges were used for magnitude estimation. PANGBORN *et al.* (1989) compared category, line scaling and magnitude estimation for hot chocolate and found that category and line scales performed similarly but magnitude estimation was not useful for measuring liking. When asking consumers their opinions about using different rating scales (LAWLESS &

MALONE 1986a; SHAND *et al.* 1985) the category scaling and line scaling were ranked better and magnitude estimation worst.

In Poland the studies of food preference and food choice factors were made for various foods: vegetables, fruit, milk and dairy products, meats and fish, fats, soups, beverages and desserts, usually among women, students, sometimes seamen (BABICZ-ZIELIŃSKA & KIERST 1984; BABICZ-ZIELIŃSKA & PRZYBYŁOWSKI 1993; BABICZ-ZIELIŃSKA *et al.* 1994; BABICZ-ZIELIŃSKA & ŁYSIAK-SZYDŁOWSKA 1997; BABICZ-ZIELIŃSKA & ZAGÓRSKA 1998; BABICZ-ZIELIŃSKA 1998, 1999a, b). In the performed studies both hedonic preference and food frequency scales were applied, differing in the type of scale, number of categories and their meanings, etc. The present work is aimed at determining, on the basis of some new and previously obtained results, whether there exists any statistically significant correlation between preference rankings and ratings obtained by these different techniques: between preferences estimated with different category or line scales, and between preferences obtained with hedonic scales and preferred food frequency scales. It has been assumed that substantial correlation between preferences determined by different techniques would allow the free choice of the most convenient technique and comparison of the results presented by various references. Additionally, the universality of considered techniques, their advantages and disadvantages are also discussed.

## MATERIAL AND METHODS

Four separate tests were made among students and seamen. The students were randomly chosen in the Gdynia Maritime Academy, Poland. The seamen were the crew of some Polish sea-going ships, also randomly chosen.

The first test was made to determine the significance of correlation between rankings and ratings of preferences for two classes of food, vegetables and fruit, obtained by different preference scales. The test was made among one hundred students. Two scales were applied: 7-point hedonic scale with categories ranging between "dislike very much" (–3) and "like very much" (+3), including neutral point (0), and 100mm unstructured scale with no verbal categories except two extreme ones.

In the second test the subjects were 51 seamen asked to indicate their preferences for various foods, vegetables, fruit and soups, on the 7-point hedonic scale and then to indicate how often, in the number of days during one month, they would like to eat particular items.

In the third test the subjects were other 36 seamen who were invited to show their preferences for similar items on the 7-point hedonic scale and simultaneously to indicate the preferred food frequency on the 7-point frequency scale consisting of the following categories: "never" (1), "occasionally" (2), "once a month" (3), "twice a month" (4), "once a week" (5), "a few times in a week" (6), "every day" (7).

In the last test 65 students were inquired. Beverages and desserts were tested classes of foods. The hedonic preference was estimated with 7-point scale as described above, and preferred food frequency with another 7-point scale having categories: "less frequently than once a month" (1), "once a month" (2), "every two weeks" (3), "once a week" (4), "twice a week" (5), "every second day" (6), "every day" (7). Presented questionnaires included only verbal expressions and not numbers.

All tested items were listed in Table 1. They were presented to subjects in an alphabetical order (in Table 1 they are shown in the order of decreasing preference). First, the subjects were always asked to show their hedonic preference and next, usually after a few days, to indicate their preferred food frequency.

The correlation between rankings and ratings of particular items determined by different techniques was assessed with Kendall rank-order coefficient and Pearson product-moment coefficient.

## RESULTS AND DISCUSSION

The results of the first test made for vegetables and fruit with different preference scales, category and line ones, are shown in Figs. 1 and 2; points represent scores for particular items, calculated as mean values. The Kendall coefficient values were estimated at 0.807 for ranking of vegetables and 0.804 for fruit.

The means of scores of hedonic preference and preferred food frequency obtained in the second test are shown in Figs. 3–5. The Kendall coefficient values were found as 0.703 for vegetables, 0.653 for fruit and 0.005 for soups.

The results obtained during the third test in which magnitude estimation scale was used are demonstrated in Figs. 6–8 as mean values. The Kendall coefficient values were calculated as 0.769 for vegetables, 0.642 for fruit and 0.807 for soups.

Results of the last test are given in Figs. 9 and 10, again as mean values. The Kendall coefficients were found to be 0.638 for beverages and 0.565 for desserts.

All obtained Pearson coefficient values were proved to be significant at level  $p \leq 0.05$ .

The obtained results show that both types of scales used in preference testing, category (hedonic) scales, and line scales bring similar rankings and, especially, almost equal for all items the ratio of scores of the preference as shown by an excellent linear relationship. That means that one can use an unstructured scale, which does need to verbally describe the categories. Although a number of tests has proved the usefulness of category scales, they have some disadvantages. For example, particular categories may have a little different meanings in different languages, and therefore results obtained in different countries may be sometimes difficult to compare. The outstanding linear correlation between both scales may be an evidence that subjects take into account the number of categories rather than the verbal expressions given to each category. In

Table 1. List of evaluated items

Vegetables (students)	Fruit (students)	Vegetables (seamen)	Fruit (seamen)	Soups (seamen)	Beverages (students)	Desserts (students)
Carrots	cherries	tomatoes	grapes	bouillon	fruit juices	fresh fruits
Tomatoes	tangerines	lettuce	pears	beet-root soup	yoghurts	ice cream
Cauliflower	bananas	radishes	sour cherries	tomato soup	cocoa	cheese cake
Radishes	peaches	carrots	peaches	cabbage soup	coca-cola	pie
Cucumbers	grapes	cucumbers	pineapple	cold borsch	tea	compotes
Lettuce	strawberries	cauliflower	cherries	sour flour soup	beer	cookies
Haricot beans	apples	onion	tangerines	pea soup	fresh coffee	yellow cake
Cabbage	oranges	haricot beans	bananas	cucumber soup	milk	fruit gelatine
Green peas	blackberries	beetroots	wild strawberries	mushroom soup	instant coffee	pudding
Red cabbage	wild strawberries	savoy	apples	vegetable soup	vegetable juices	fruits with sugar
Paprika	pineapple	paprika	strawberries	cauliflower soup	sour milk	tart
Beetroots	pears	brussels sprout	lemons	bean soup	mineral water	jelly
Onion	raspberries	cabbage	grapefruit	barley soup	lemonade	
Savoy	plums	kohlrabi	watermelon	Ukrainian borsch	coffee substitute	
Kohlrabi	lemons	asparagus	oranges	asparagus soup	buttermilk	
Parsley leaves	watermelon	celery	raspberries	sorrel soup		
Leeks	apricots	parsley root	blueberries	potato soup		
Asparagus	blueberries	red cabbage	apricots	Neapolitan soup		
Cucurbits	sour cherries	leeks	plums	fish soup		
Turnip	grapefruit	green peas	blackberries	onion soup		
Celery	black currants	cucurbits	mango			
Parsley root	mango	egg plants	gooseberries			
Broccoli	red currants	endive	white currants			
Scorzonera	gooseberries	sorrel	red currants			
Egg plants	white currants	spinach	black currants			
Brussels sprout	grenades	scorzonera				
Endive		broccoli				
Spinach		salsify				
Chicory		turnip				
Turnip						

other words, subjects probably indicate some points or categories neglecting their verbal descriptions.

The results prove that the 7-point category scale proposed by Fitzgerald instead of 9-point the one recommended by MEISELMAN (1994) is a better tool in the study of preference. The 7-point hedonic preference scale is less complicated: smaller number of categories, easier for a subject to precisely choose the category.

High correlations between two preference measures, hedonic preference and preferred food frequency, may be expected as for majority of foods the people want to eat or to drink more frequently these products which they like more. However, some deviations between rankings for particular classes of foods are also observed, for example for beverages or desserts. Such deviations may result from specific functions of foods, economic factors, tradition, etc.

Tea and milk were ranked higher on food frequency scale than on hedonic preference scale, and fruit juices, yoghurts, cocoa and Coca-Cola contrariwise. The former beverages represent drinks of neutral taste which often serve as additives to the dishes; the latter have more distinct taste, and they are frequently taken separately, rather like desserts than like supplements of other food. The different drinks may then have different functions in a diet, which can certainly influence their scores. The other factors may be also of importance: tea and milk are traditional beverages in Poland, relatively cheap as compared to the others.

As regards desserts, higher ranks of ice cream and cheese cake on the hedonic scale of liking degree are likely associated with food habits in Poland. The ice cream is still a typical season food, seldom eaten during cold winter or autumn months; cheese cake is a traditional Polish feast

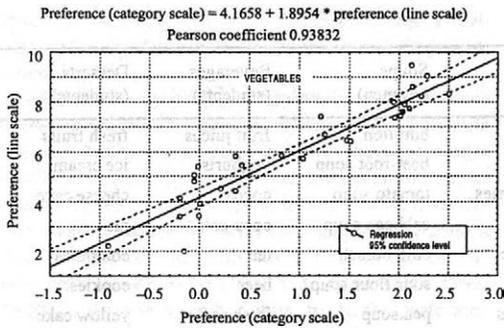


Fig. 1. Relationship between hedonic preference estimated with category and line scales for vegetables

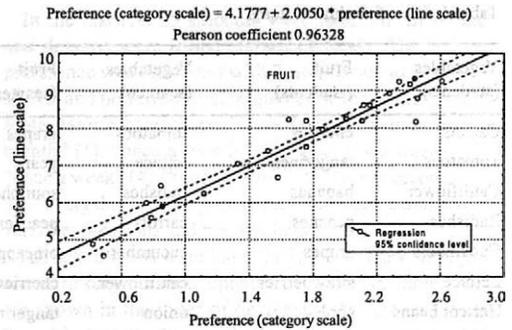


Fig. 2. Relationship between hedonic preference estimated with category and line scales for fruit

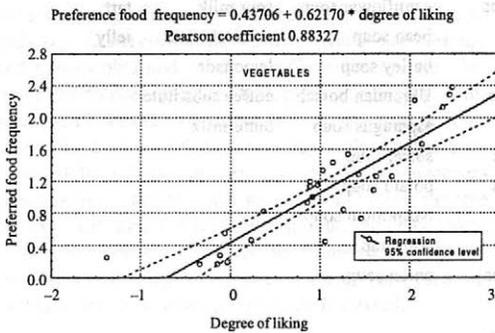


Fig. 3. Relationship between degree of liking and preferred food frequency determined by the number of days (vegetables)

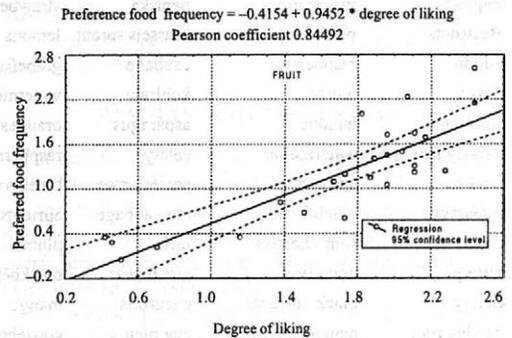


Fig. 4. Relationship between degree of liking and preferred food frequency determined by the number of days (fruit)

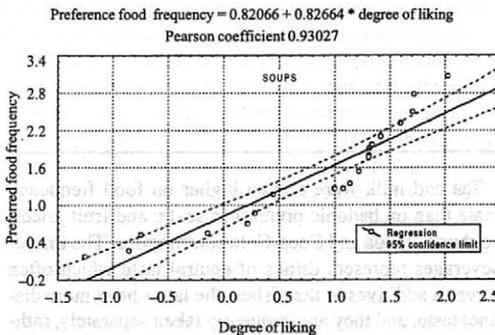


Fig. 5. Relationship between degree of liking and preferred food frequency determined by the number of days (soups)

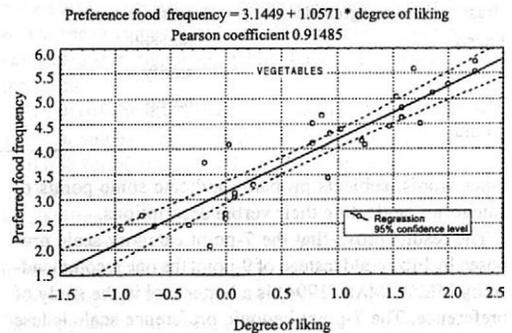


Fig. 6. Relationship between degree of liking and preferred food frequency determined by magnitude estimation scale (vegetables)

food. On the other hand, cookies and compotes, known as desserts, eaten frequently by the students because of their low price, were ranked higher on the frequency scale than on the hedonic one.

Even if the same number of categories may be used for preferred food frequency scale, their verbal meanings may be different. Two different preferred food frequency scales were compared here. The rankings of items were similar

but some foods were scored differently in both scales. Particularly, in Figs. 3–5 a certain "effect of the scale end" may be observed: the least and the most preferred products were given in this testing relatively higher scores on frequency scale than it should be expected from hedonic preference scale. That means the magnitude estimation scale is more proper than direct indication of the number of days.

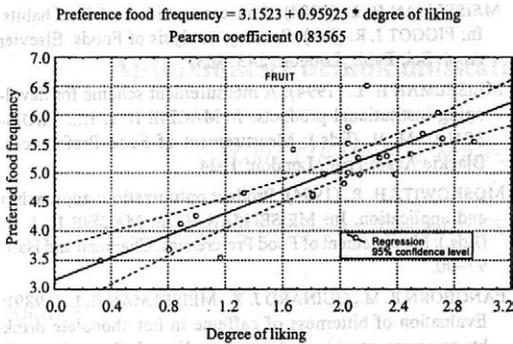


Fig. 7. Relationship between degree of liking and preferred food frequency determined by magnitude estimation scale (fruit)

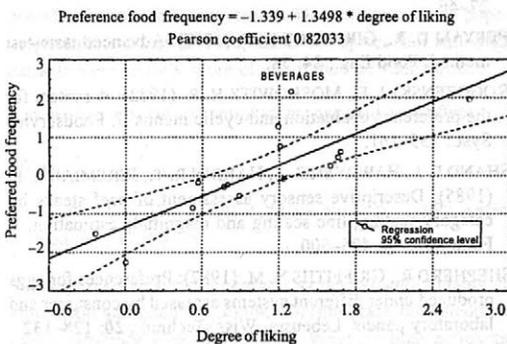


Fig. 9. Relationship between degree of liking and preferred food frequency determined by magnitude estimation scale (beverages)

No significant effect of applied preference measure on rankings of particular foods is a reliable reason to apply the linear regression analysis for determining the quantitative relationship of scores obtained in both tests. Therefore either of the used techniques may be taken to determine both degree of liking and preferred food frequency if linear relationships were previously determined for a specific class of foods. Such a procedure can be helpful to plan the actual food frequency on the basis of hedonic preference study.

The parameters of linear relationships will certainly be different for various groups of foods. For example, for desserts the degree of liking described as "I like very much" (+3) approximately corresponds to preferred frequency "I like to eat every day" but degree of liking expressed by "I like slightly" (+1) is close to frequency "I like to eat twice a month". For beverages the regression coefficient is different: the highest degree of liking corresponds to the highest preferred frequency but "I like slightly" means "I like to eat once a week".

Finally, it is interesting to note that high significant correlations and linear relationships were observed for two specific groups, students and seamen, and for very different

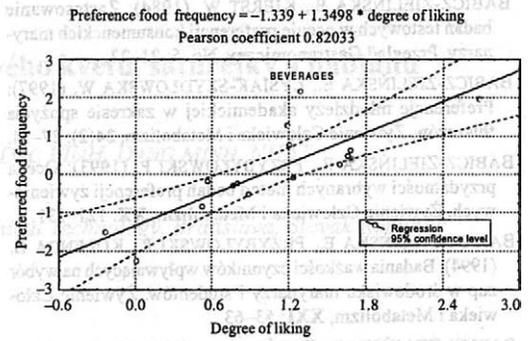


Fig. 8. Relationship between degree of liking and preferred food frequency determined by magnitude estimation scale (soups)

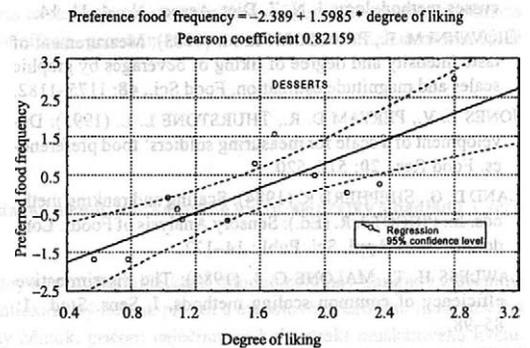


Fig. 10. Relationship between degree of liking and preferred food frequency determined by magnitude estimation scale (desserts)

classes of foods: vegetables and fruit, soups, beverages and desserts. It is very likely that all used measures and techniques may be useful for all other foods; they are then reliable and universal tools for the study of food preferences.

## Conclusions

There is a significant correlation between degree of liking estimated with category and line scales.

There is a significant correlation between hedonic preference and preferred food frequency scales.

Neither class of food nor social group affects substantially the observed relationships.

## References

- BABICZ-ZIELIŃSKA E. (1998): Food preferences among the university students. *Polish J. Food Nutr. Sci.*, 7/48: 135–139.
- BABICZ-ZIELIŃSKA E. (1999a): Food preferences among the Polish young adults. *Food Qual. Prefer.* (in print).
- BABICZ-ZIELIŃSKA E. (1999b): Preference and consumption of vegetables and fruit among schoolchildren. *Polish J. Food Nutr. Sci.* (in print).

- BABICZ-ZIELIŃSKA E., KIERST W. (1984): Zastosowanie badań testowych w ocenie preferencji konsumenckich marynarzy. *Przegląd Gastronomiczny*, No. 5: 21–22.
- BABICZ-ZIELIŃSKA E., ŁYSIAK-SZYDŁOWSKA W. (1997): Preferencje młodzieży akademickiej w zakresie spożycia tłuszczów. *Żywnie Człowieka i Metabolizm*, 24(2): 27–34.
- BABICZ-ZIELIŃSKA E., PRZYBYŁOWSKI P. (1993): Ocena przydatności wybranych metod badań preferencji żywieniowych. *Żywnie Człowieka i Metabolizm*, XX: 121–131.
- BABICZ-ZIELIŃSKA E., PRZYBYŁOWSKI P., KOLENDĄ H. (1994): Badania ważkości czynników wpływających na wybór zup w środowisku marynarzy i studentów. *Żywnie Człowieka i Metabolizm*, XXI: 53–63.
- BABICZ-ZIELIŃSKA E., ZAGÓRSKA A. (1998): Factors affecting the preferences for vegetables and fruits. *Polish J. Food Nutr. Sci.*, 4/48: 755–762.
- FITZGERALD T. K. (1977): A nutritional anthropologist discusses methodology. *J. N. Z. Diet. Assoc.*, No. 4: 11–14.
- GIOVANNI M. E., PANGBORN R. M. (1983): Measurement of taste intensity and degree of liking of beverages by graphic scales and magnitude estimation. *Food Sci.*, 48: 1175–1182.
- JONES L. V., PERYAM D. R., THURSTONE L. L. (1993): Development of a scale for measuring soldiers' food preferences. *Food Res.*, 20: 512–520.
- LAND D. G., SHEPHERD R. (1984): Scaling and ranking methods. In: PIGGOT J. R. (Ed.): *Sensory Analysis of Foods*. London, Elsevier Appl. Sci. Publ.: 14–177.
- LAWLESS H. T., MALONE G. J. (1986): The discriminative efficiency of common scaling methods. *J. Sens. Stud.*, 1: 85–98.
- LAWLESS H. T., MALONE G. J. (1986): A comparison of rating scales: Sensitivity, replicates and relative measurements. *J. Sens. Stud.*, 1: 155–174.
- MEISELMAN H. L. (1984): Consumer studies of food habits. In: PIGGOT J. R. (Ed.): *Sensory Analysis of Foods*. Elsevier Appl. Sci. Publ., London: 243–303.
- MEISELMAN H. L. (1994): A measurement scheme for developing institutional products. In: MACFIE H. J. H., THOMSON D. M. H. (Eds.): *Measurement of Food Preferences*. Blackie Acad. Prof., London: 1–24.
- MOSKOWITZ H. R. (1994): Product optimization: approaches and application. In: MEISELMAN H. L., MACFIE H. J. H. (Eds.): *Measurement of Food Preferences*. Chapman and Hall: 97–100.
- PANGBORN R. M., GUINARD J. X., MEISELMAN H. L. (1989): Evaluation of bitterness of caffeine in hot chocolate drink by category, graphic and ration scaling. *J. Sens. Stud.*, 4: 31–53.
- PEARCE J. H., KORTH B., WARREN C. B. (1986): Evaluation of three scaling methods for hedonics. *J. Sens. Stud.*, 1: 27–46.
- PERYAM D. R., GIRARDOT N. F. (1957): Advanced taste-test method. *Food Eng.*, 24: 58.
- ROGOZENSKI J. E., MOSKOWITZ H. R. (1982): A system for the preference evaluation and cyclic menus. *J. Foodservice Syst.*: 139–161.
- SHAND P. J., HAWRYSH Z. J., HARDIN R. T., JEREMIAH L. E. (1985): Descriptive sensory assessment of beef steaks by category scaling, line scaling and magnitude estimation. *J. Food Sci.*, 50: 495–500.
- SHEPHERD R., GRIFFITHS N. M. (1987): Preferences for eggs produced under different systems assessed by consumer and laboratory panels. *Lebensm. Wiss.-Technol.*, 20: 128–132.
- STONE H., SIDEL J., OLIVER S., WOOLSEY A., SINGLETON R. C. (1974): Sensory evaluation by quantitative descriptive analysis. *Food Technol.*, 29(11): 24–34.

Received for publication March 11, 1999

Accepted for publication March 29, 1999

## Souhrn

BABICZ-ZIELIŃSKA E. (1999): *Vztahy mezi různými způsoby zjišťování preferencí potravin*. *Czech J. Food Sci.*, 17: 89–94.

Preference u různých skupin potravin byly zjišťovány čtyřmi různými metodami. Párové zkoušky zahrnovaly dvě různé hedonické strukturované a nestruturované stupnice nebo sedmibodovou hedonickou stupnici. Různé preference četnosti konzumu byly zjišťovány nezávisle na použité technice průzkumu. Pozorované vztahy nebyly ovlivněny ani zkoumanou skupinou potravin, ani sociální skupinou zkoumaných osob.

**Klíčová slova:** preference; stupeň obliby; preference četnosti konzumu

## Corresponding author:

Dr. EWA BABICZ-ZIELIŃSKA, Gdynia Maritime Academy, Department of Commodities and Cargo Sciences, Morska 81-87, 81-225 Gdynia, Poland, tel.: + 48 58 62 89 625, fax: + 48 58 62 06 701, e-mail: zielavz@vega.wsm.gdynia.pl

## Antioxidačný účinok muškátového kvetu, saturejky a badiánu

MÁRIA TAKÁCSOVÁ, NGUYEN DAC VINH, DANG MINH NHAT

Slovak Technical University, Faculty of Chemical Technology, Bratislava, Slovak Republic

### Abstract

TAKÁCSOVÁ M., DAC VINH N., MINH NHAT D. (1999): Antioxidative effects of geranium, savory and star anise. Czech J. Food Sci., 17: 95–98.

The present world trend is to substitute appropriate natural substances for synthetic antioxidants. Many spices contain compounds with antioxidative effects. The objective of our paper was to study antioxidative effects of powder and ethanol extracts of geranium, savory and star anise. All spices had antioxidative effects, geranium extract was the most efficient of all. Spice extracts were slightly more efficient than powder forms.

**Key words:** oil; spices; antioxidant; antioxidative effect

### Súhrn

TAKÁCSOVÁ M., DAC VINH N., MINH NHAT D. (1999): Antioxidačný účinok muškátového kvetu, saturejky a badiánu. Czech J. Food Sci., 17: 95–98.

Súčasný trend vo svete je nahradiť syntetické antioxidanty vhodnými prírodnými látkami. Mnohé koreniny obsahujú zlúčeniny, ktoré majú antioxidačný účinok. Cieľom práce bolo sledovať antioxidačný účinok prášku a etanolového extraktu muškátového kvetu, saturejky a badiánu. Všetky koreniny mali antioxidačný účinok, pričom najúčinnější bol extrakt muškátového kvetu. Extrakty korenín boli mierne účinnejšie ako prášková forma.

**Kľúčové slová:** antioxidant; koreniny; antioxidačný účinok; olej

Lipidy sú dôležité zložky potravín, podliehajú však pomerne ľahko autooxidácii, pričom vytvárajú nežiaduce produkty, ktoré ovplyvňujú nutričnú, senzoricú a hygienickú hodnotu potravín.

Aplikácia antioxidantov je jeden z technicky najjednoduchších spôsobov zníženia stupňa oxidácie lipidov. Zo zdravotného hľadiska je výhodnejšie používať prírodné antioxidanty ako syntetické antioxidanty. Mnohé koreniny obsahujú zlúčeniny s antioxidačným účinkom, preto popri ich základnej funkcii ovplyvnenia chuti a arómy potravín môžu pôsobiť aj ako antioxidanty (KORCZAK *et al.* 1988; SCHWARZ, TERNES 1992; FANG, WADA 1993; TERNES *et al.* 1995; MADSEN, BERTELSEN 1995). Mechanizmus antioxidačného účinku niektorých zlúčenín, (napr. fenolových) bol objasnený a publikovaný (GEOF-FROY *et al.* 1994).

Koreniny sa môžu aplikovať do potravín v rôznych formách, napr. ako extrakt získaný organickými rozpúšťadlami alebo kritickým CO<sub>2</sub>, ako prášok alebo silice (WU *et al.* 1982; TERNES *et al.* 1995; LACHOWICZ *et al.* 1996).

Cieľom našej práce bolo sledovať antioxidačný účinok extraktov a práškov muškátového kvetu, saturejky a badiánu a porovnať ich účinnosť v repkovom oleji.

### MATERIÁL A METÓDY

Na sledovanie antioxidačného účinku muškátového kvetu, saturejky a badiánu sme použili repkový olej Raciol, výrobok firmy PALMA-TUMYS Bratislava, a. s., ktorý sme získali z obchodnej siete. Obsahuje veľké množstvo nenasýtených mastných kyselín a neobsahuje žiadny pridaný antioxidant. Skladovaním pri vyššej teplote sa rýchlo oxiduje, a preto je veľmi výhodný pre stanovenie antioxidačného účinku korenín (FRANKEL *et al.* 1996; HOPIA *et al.* 1996).

Koreniny sme získali z obchodnej siete (výrobky firmy AVOKADO v drvenej forme v 10g balení), ktoré sme dôkladne zhomogenizovali na laboratórnom vibračnom mlyne VM 4-386. Časť získanej práškovej formy korenín sa použila na prípravu zásobného 10% (hm.) alkoholového extraktu korenín s 96% etylalkoholom extrakciou pri teplote miestnosti počas 48 h.

Koreniny sme pridávali do vzoriek oleja vo forme etanolových extraktov, ako aj v práškovej forme v koncentrácii 0,5 % (hm.). Použili sme 30ml zábrusové prachovnice z číreho skla, ktoré sme naplnili 17,4 ml oleja a príslušným prídavkom extraktov a prášku korenín (0,5 % hm.).

Vzorky sme skladovali v uzavretých prachovniciach 21 dní pri teplote 60 °C v termostate.

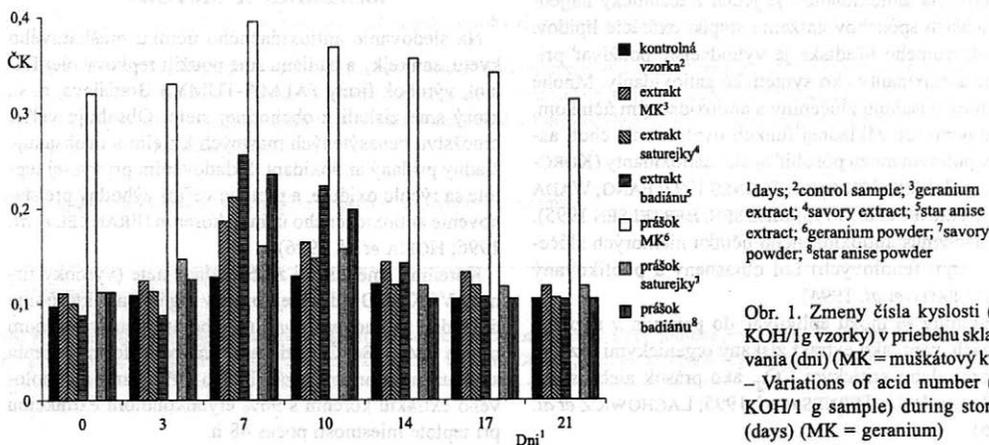
Pri analýze zmien lipidov sme použili tieto metódy (DAVÍDEK *et al.* 1974):

- stanovenie čísla kyslosti (ČK) a peroxidového čísla (PČ) titračnou metódou;
- stanovenie oxidačných zmien lipidov spektrofotometricky v UV oblasti spektra;
- stanovenie tiobarbiturového čísla (TBC) spektrofotometricky priamou metódou.

## VÝSLEDKY A DISKUSIA

Zmeny lipidov sme sledovali pomocou ČK, PČ, TBC a množstva oxidačných produktov lipidov spektrofotometricky v UV oblasti. Výsledky sú zázornené na obr. 1–5.

Číslo kyslosti vyjadruje stupeň hydrolyzy triacylglycerolov katalyzovanou lipázou v oleji (GOPALAKRISHNAN *et al.* 1996). Obsah voľných mastných kyselín sa mierne zvýšil vo všetkých prípadoch, po dosiahnutí maximálnych hodnôt sa znížil. Hydrolyza teda prebiehala temer rovnakou rýchlosťou, akou prebiehali aj degračné reakcie voľných mastných kyselín. Číslo kyslosti väčšiny vzoriek s prídavkom korenín bolo vyššie ako v kontrolnej vzorke, môžeme teda predpokladať, že extrakty a prášky korenín spomalili proces degradácie mastných kyselín. V priebehu skladovania sa zvýšil najviac obsah voľných mastných kyselín vzorky s prídavkom extraktu badiánu v 7. dni skladovania (2,9-krát oproti 0. dňu), najmenší nárast zaznamenávala vzorka s prídavkom prášku muškátového kvetu, a síce o 23,8 %. ČK kontrolnej vzorky sa v maxime zvýšilo o 33 % v 10. dni v porovnaní s 0. dňom skladovania.



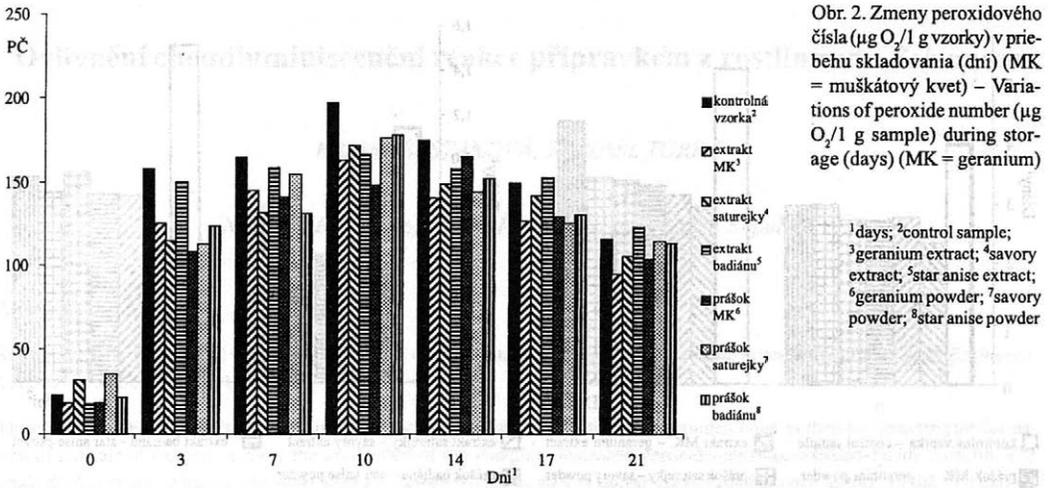
Obr. 1. Zmeny čísla kyslosti (mg KOH/1 g vzorky) v priebehu skladovania (dni) (MK = muškátový kvet) – Variations of acid number (mg KOH/1 g sample) during storage (days) (MK = geranium)

Peroxidové číslo všetkých vzoriek sa skladovaním rýchlo zvýšilo, väčšina vzoriek dosiahla svoje maximálne hodnoty v 10. dni, len vzorka s prídavkom prášku muškátového kvetu v 14. dni skladovania. Po dosiahnutí maxima sa hodnoty PČ znížili. PČ vyjadruje množstvo hydroperoxidov (primárny produkt autooxidácie) v tukoch, ktoré podliehajú degradácii na sekundárne produkty, ktoré pôsobia na senzoričku a hygienickú hodnotu potravín. Rýchlosť tvorby hydroperoxidov mastných kyselín na začiatku je veľká (hydroperoxydy sa hromadia v oleji). V priebehu skladovania rozkladné produkty hydroperoxidov dominujú, preto sa množstvo hydroperoxidov znižuje, ale množstvo sekundárnych produktov sa stále zvyšuje (ANGELO 1992).

Nárast PČ vzoriek s prídavkami extraktu a prášku korenín bol pomalší ako nárast PČ kontrolnej vzorky, čo sa ukázalo v priebehu skladovania, pretože všetky vzorky mali nižšie hodnoty PČ ako kontrolná vzorka, okrem 0. dňa. Všetky vzorky s prídavkom extraktov mali nižšie maximálne hodnoty PČ ako vzorky s prídavkom práškov. Najväčší účinok mal extrakt muškátového kvetu, ktorý znížil maximálnu hodnotu PČ oleja o 17,4 % v porovnaní s kontrolnou vzorkou. Najmenší antioxidačný účinok mal prášok badiánu, jeho maximálna hodnota PČ je len o 9,7 % nižšia ako maximum hodnoty PČ kontrolnej vzorky.

Z dosiahnutých výsledkov vyplýva poradie antioxidačného účinku extraktov: muškátový kvet > badián > saturejka a poradie antioxidačného účinku práškov: muškátový kvet > saturejka > badián.

Hodnoty TBC sa mierne znížili v 3. dni, ale v ďalších dňoch skladovania už len stúpali. Pretože sme použili čerstvý olej, množstvo malónaldehydu bolo na začiatku nízke a rýchlosť degradácie hydroperoxidov nebola výrazná. Malónaldehyd je veľmi reaktívna zlúčenina, ktorá sa môže viazať s ďalšími zlúčeninami v oleji (KAKUDA *et al.* 1981; ANGELO 1992). Po tomto čase sa za daných podmienok rýchlosť tvorby sekundárnych produktov značne zvýšila, reakcia s inými zlúčeninami vo



Obr. 2. Zmeny peroxidového čísla ( $\mu\text{g O}_2/1 \text{ g}$  vzorky) v priebehu skladovania (dni) (MK = muškátový kvet) – Variations of peroxide number ( $\mu\text{g O}_2/1 \text{ g}$  sample) during storage (days) (MK = geranium)

1)days; 2)control sample; 3)geranium extract; 4)savory extract; 5)star anise extract; 6)geranium powder; 7)savory powder; 8)star anise powder

vzorkách sa stala zanedbateľná, hodnoty TBC sa zvyšovali, čo sa prejavovalo aj v priebehu PČ. Po 3. dni skladovania hodnoty PČ sa miernejšie zvýšili, po dosiahnutí maxima znížili.

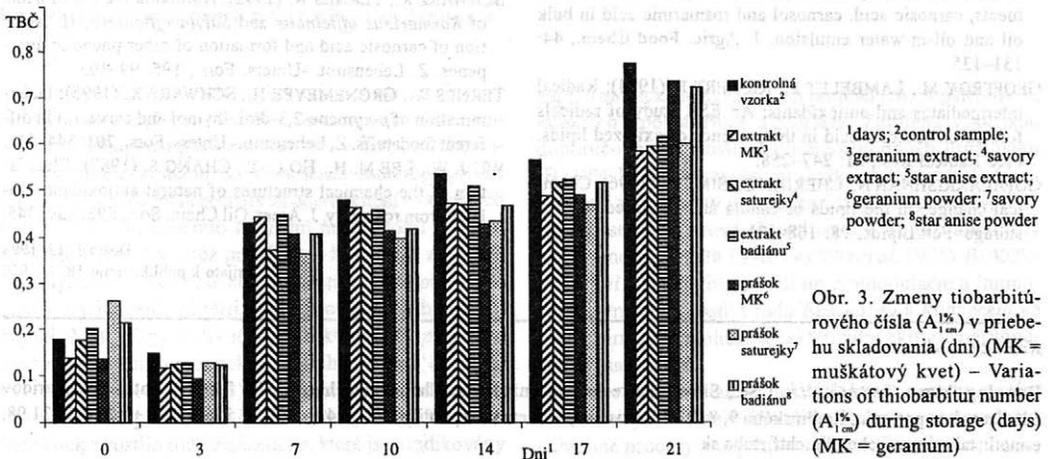
TBC všetkých vzoriek sa skladovaním zvyšovalo pomalšie ako TBC kontrolnej vzorky. V poslednom dni skladovania hodnoty TBC vzoriek s prídavkom extraktov boli nižšie ako TBC vzoriek s prídavkom práškov, pričom rozdiel medzi extraktom a práškom saturejky nebol výrazný. V záverečnej fáze skladovania bola najnižšia hodnota TBC u vzorky s prídavkom extraktu muškátového kvetu, t.j. o 24,4 % nižšia ako v kontrolnej vzorke. Prášok muškátového kvetu a badiánu mal malý účinok, dokázal znížiť množstvo malondialdehydu v oleji len o 5 %, resp. 6,8 % v porovnaní s kontrolnou vzorkou.

Množstvo diénonov a triénonov sme merali na začiatku a na konci skladovania. Obsah konjugovaných diénonov a triénonov sa skladovaním zvýšil. Najnižší obsah týchto oxidačných produktov bol vo vzorke s prídavkom extraktu muškátového kvetu. Množstvo diénonov v tejto vzorke bolo o 43,3 % nižšie ako v kontrolnej vzorke, množstvo triénonov bolo o 60,7 % nižšie.

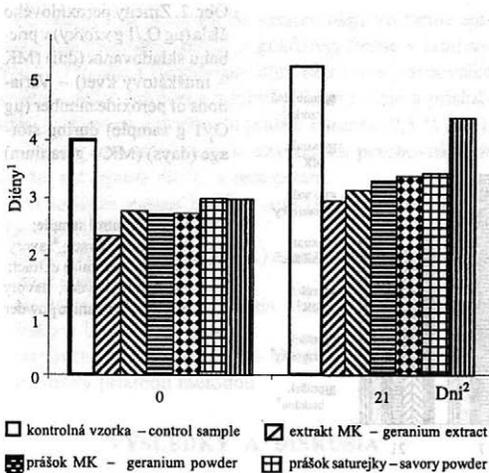
Najväčší obsah diénonov bol vo vzorke s prídavkom prášku badiánu, ale zároveň bol o 16,6 % menší ako obsah diénonov v kontrolnej vzorke, najväčší obsah triénonov bol vo vzorke s prídavkom prášku muškátového kvetu, ale i napriek tomu bol o 37,5 % menší ako v kontrolnej vzorke. Vzorky s prídavkom práškových foriem korenín obsahovali väčšie množstvo konjugovaných diénonov a triénonov ako vzorky s prídavkom extraktov, ale menej ako kontrolná vzorka.

Vplyv antioxiadačného účinku sledovaných korenín na stabilitu oleja bol porovnaný so stabilitou kontrolnej vzorky, získané výsledky sú v súlade s dostupnými údajmi v literatúre (MADSEN, BERTELSEN 1995).

Z dosiahnutých výsledkov vyplýva, že všetky koreniny aplikované v oboch formách, t.j. v práškovej a vo forme



Obr. 3. Zmeny tiobarbiturového čísla ( $A_{15_n}^{1\%}$ ) v priebehu skladovania (dni) (MK = muškátový kvet) – Variations of thiobarbitur number ( $A_{15_n}^{1\%}$ ) during storage (days) (MK = geranium)



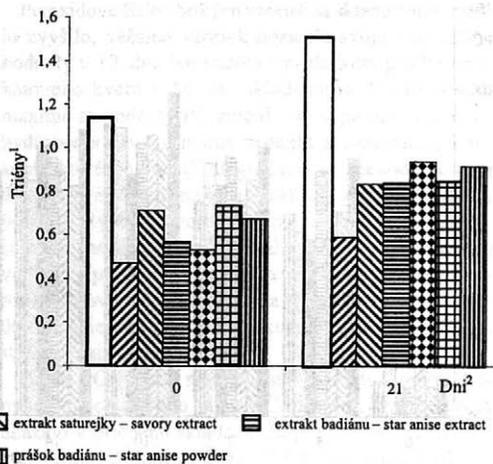
<sup>1</sup>dienes; <sup>2</sup>days

Obr. 4. Zmeny množstva konjugovaných diénov ( $A_{1,1m}^{0,1\%}$ ) v priebehu skladovania (dni) – Variations of the quantity of conjugated dienes ( $A_{1,1m}^{0,1\%}$ ) during storage (days)

extraktu, mali antioxidantný účinok. Extraktory mali väčší antioxidantný účinok ako prášok, pričom najúčinnější bol extrakt muškátového kvetu.

#### Literatúra

- ANGELO A. J. (1992): Lipid Oxidation in Food. Am. Chem. Soc. Symp. Series. In: 202<sup>nd</sup> Nat. Meet. Amer. Chem. Soc., New York, August 25–30, 1991, Washington, DC.
- DAVÍDEK J., HRDLÍČKA J., KARVÁNEK M., POKORNÝ J., SEIFERT J., VELÍŠEK J. (1974): Návody k laboratornému cvičení z všeobecné analýzy potravín. Praha, SNTL.
- FANG X., WADA S. (1993): Enhancing the antioxidant effect of  $\alpha$ -tocopherol with rosemary in inhibiting catalyzed oxidation caused by  $Fe^{2+}$  and hemoprotein. Food Res. Int., 26: 405–411.
- FRANKEL N., HUANG S.-W., ÄSCHBACH R., PRIOR E. (1996): Antioxidant activity of a rosemary extract and its constituents, carnosic acid, carnosol and rosmarinic acid in bulk oil and oil-in-water emulsion. J. Agric. Food Chem., 44: 131–135.
- GEOFFROY M., LAMBELET P., RICHERT P. (1994): Radical intermediates and antioxidants: An ESR study of radicals formed on carnosic acid in the presence of oxidized lipids. Free Radical Res., 21: 247–258.
- GOPALAKRISHNAN N., CHERIAN G., SIM J. S. (1996): Chemical changes in the lipids of canola and flax seeds during storage. Fett/Lipids, 98: 168–171.



Obr. 5. Zmeny množstva konjugovaných triénov ( $A_{1,1m}^{0,1\%}$ ) v priebehu skladovania (dni) – Variations of the quantity of conjugated trienes ( $A_{1,1m}^{0,1\%}$ ) during storage (days)

- HOPIA A. I., HUANG S. W., GERMAN J. B., FRANKEL N. (1996): Effect of different lipid systems on antioxidant activity of rosemary constituents carnosol and carnosic acid with and without  $\mu$ -tocopherol. J. Agric. Food Chem., 44: 2030–2036.
- KAKUDA Y., STANLEY D. W., VAN DE VOORT F. R. (1981): Determination of TBA Number by High Performance Liquid Chromatography. J. Amer. Oil Chem. Soc., 58: 773–775.
- KORCZAK J., FLACZYK E., PAZOLA T. (1988): Effects of spices on stability of minced meat products kept in cold storage. Fleischwirtschaft, 68: 64–68.
- LACHOWICZ K. J., JONES G. P., BRIGGS D. R., BIENVENU F. E., PALMER M. V., TING S. S. T., HUNTER M. (1996): Characteristic of essential oil from basil (*Ocimum basilium* L.) grown in Australia. J. Fd. Chem., 44: 877–881.
- MADSEN H. L., BERTELSEN G. (1995): Spices as antioxidant. Trend Food Sci. Technol., 6: 271–277.
- SCHWARZ K., TERNES W. (1992): Antioxidative constituents of *Rosmarinus officinalis* and *Salvia officinalis*. II. Isolation of carnosic acid and formation of other phenolic diterpenes. Z. Lebensmit.-Unters. Fors., 195: 99–103.
- TERNES W., GRONEMEYER H., SCHWARZ K. (1995): Determination of *p*-cymene-2,3-diol, thymol and carvacrol in different foodstuffs. Z. Lebensmit.-Unters. Fors., 201: 544–547.
- WU J. W., LEE M. H., HO C.-T., CHANG S. (1982): Elucidation of the chemical structures of natural antioxidants isolated from rosemary. J. Amer. Oil Chem. Soc., 59: 339–345.

Došlo 1. 12. 1998

Prijato k publikovaniu 18. 1. 1999

#### Kontaktná adresa:

Doc. Ing. Mária TAKÁCSOVÁ, CSc., Slovenská technická univerzita, Chemickotechnologická fakulta, Katedra sacharidov a konzervácie potravín, Radlinského 9, 812 37 Bratislava, Slovenská republika, tel.: + 421 7 59 32 556 4, fax: + 421 7 39 31 98, e-mail: takacsova@chemlin.chf.stuba.sk

## Ovlivnění chemiluminiscenční reakce přípravkem z rostlin rodu *Echinacea*

HELENA ŠESTÁKOVÁ, BOHUMIL TUREK

National Institute of Public Health, Prague, Czech Republic

### Abstract

ŠESTÁKOVÁ H., TUREK B. (1999): **Influencing the chemiluminescence reaction by preparation of the plant family *Echinacea*.** Czech J. Food Sci., 17: 99–102.

The effect of an *Echinacea* drug on murine granulocytes was followed by the chemiluminescence method for detecting the formation of radicals of oxygen, namely the production of the complex: hydrogen peroxide–myeloperoxidase–halide cofactor. The crude drug (powdered leaves and root) were fed before testing as well as during chemiluminescence testing. In the first experiment, after five days feeding the *Echinacea* drug was terminated and three days afterwards chemiluminescence was tested; this gave only 1.2 times higher values than those found in controls. In the second experiment the drug was fed full 16 days. During that period chemiluminescence values were 1.7 times higher than in the control group. Within three days upon termination of the feeding these values fell to those observed in the first experiment. We consider the effect of *Echinacea* to be immunomodulatory.

**Key words:** chemiluminescence; plants of family *Echinacea*

### Abstrakt

ŠESTÁKOVÁ H., TUREK B. (1999): **Ovlivnění chemiluminiscenční reakce přípravkem z rostlin rodu *Echinacea*.** Czech J. Food Sci., 17: 99–102.

Metodou chemiluminiscence, která sleduje produkci kyslíkových radikálů, speciálně produkci komplexu peroxid vodíku–myeloperoxidasa–halidový kofaktor, byl sledován účinek přípravku z rostlin *Echinacea* na myši granulocyty. Přípravek (sušené listy a kořen) jsme podávali jednak před vyšetřováním, jednak souběžně s vyšetřováním chemiluminiscence. V prvním pokusu jsme po pěti dnech podávání přípravku *Echinacea* přerušili a chemiluminiscenci jsme sledovali od 3. dne po pětidenním krmení. Hodnoty chemiluminiscence byly u skupiny myši ovlivněných přípravkem *Echinacea* ve srovnání s kontrolní skupinou zvířat jen 1,2krát vyšší. V druhém pokusu jsme myším podávali přípravek nepřetržitě 16 dní. V době podávání pravidelné denní dávky přípravku *Echinacea* jsme u těchto myši našli 1,7krát vyšší hodnoty chemiluminiscence ve srovnání s kontrolní skupinou. Po přerušení podávání přípravku klesly tyto hodnoty během tří dní na úroveň hodnot zaznamenaných v prvním pokusu. Zjištěný efekt přípravku *Echinacea* považujeme za imunomodulační.

**Klíčová slova:** chemiluminiscence; rostliny rodu *Echinacea*

Extrakty z různých částí rostlin rodu *Echinacea* (*E. purpurea*, *E. angustifolia*, *E. pallida*) jsou známé především pro svoji schopnost posilovat aktivitu v nespecifické oblasti imunitního systému. Severoameričtí Indiáni používali tyto rostliny k léčení horečnatých onemocnění a oteřených ran, ale také při kousnutí hmyzem nebo hadím uštknutí (BAUER 1994). Bylo též prokázáno, že extrakt z čerstvé rostliny, natě i kořenů působí imunostimulačně při nemocích z nachlazení, zánětlivých procesech a zhoubném bujení. Makrofágy ovlivněné extraktem z *E. purpurea* zvyšují produkci „tumor nekrotizujícího faktoru“ (TNF  $\alpha$ ) (STEINMÜLLER *et al.* 1993). V Německu je v současnosti na trhu asi 300 přípravků včetně homeopatických s obsahem látek z rostlin rodu *Echinacea*, které jsou indikovány

např. u atopického ekzému, při poraněních, popáleninách, infekcích i polyartritidě a psoriáze. Zejména však jsou doporučovány k posílení obranyschopnosti organismu (BAUER 1994). Mezi aktivní složky rostlin rodu *Echinacea* jsou zahrnovány polysacharidy, glykoproteiny, depsidy kyseliny kávové (kyselina cikorová), alkaloidy a polyfenoly (BAUER 1996; FACINO *et al.* 1995). BUKOVSKÝ *et al.* (1993a, b) popsali imunomodulační a imunostimulační efekt rostlin rodu *Echinacea* a *Rudbeckia* ve fagocytární, metabolické a baktericidní aktivitě peritoneálních makrofágů.

Látky s imunomodulačním účinkem na imunitní systém mohou zvyšovat zejména detoxikační a antioxidační ochranné procesy v organismu a snižovat tak metabolické

kou aktivaci karcinogenních látek. Imunitní systém souvisí do určité míry s prooxidačními a antioxidačními procesy v organismu a má rozhodující roli v konečných fázích onkogeneze. V naší práci jsme metodou chemiluminiscence testovali přípravek z rostlin rodu *Echinacea*, schválený jako potravní pro zvláštní účely. Zjistovali jsme jeho schopnost aktivovat komplex peroxid vodíku–myeloperoxidasa–halidový kofaktor (CHATELET *et al.* 1996; THOMAS *et al.* 1988)

## MATERIÁL A METODY

**Pokusná zvířata:** Myši Balb/c, imbrední samice o hmotnosti 20–22 g.

**Příprava testované látky:** Sušený kořen a list z *Echinacea purpurea* byl rozpuštěn na jemně rosolovitou hmotu v redestilované vodě a podáván myším sondou do trávicího traktu. Přípravek byl podáván myši v denní dávce 83 mg/kg.

**Materiál pro chemiluminiscenční test:** Dimethylsulfoxid (DMSO), veronalový pufr pH 7,3, lumino-hydrazid kyseliny 3-aminoftalové (Sigma) – zásobní roztok luminolu (3,5 mg luminolu ve 2 ml DMSO) se pro práci ředí redestilovanou vodou v poměru 1 : 10, polystyrenové zkumavky o objemu 4 cm<sup>3</sup>, analytický luminometr Lumino M 90a (JZD Obránců míru, Dolní Újezd u Lito-myšle).

**Chemiluminiscenční test:** Polymorfonukleární leukocyty byly získány z peritonea pěti myší (pro jedno vyšetření) po čtyřech hodinách po aplikaci 5 ml glykogenu. K výplachu peritonea byl použit veronalový pufr pH 7,3 s 2 jednotkami heparinu na 1 ml. Získaná substance buněk byla promyta veronalovým puffem bez heparinu (odstředění 10 min při 300 g). Konečná koncentrace buněk byla upravena na  $5,75 \times 10^6$  na 1 ml ve veronalovém puffu bez heparinu. V polystyrenových zkumavkách bylo smícháno 0,6 ml veronalového puffu, 0,1 ml ředěného luminolu, 0,2 ml suspenze buněk získaných z peritonea pěti myší a 0,1 ml 1% zymošanu jako stimulans

(v kontrole 0,1 ml veronalového puffu). Chemiluminiscenční aktivita byla měřena při pokojové teplotě v pěti-minutových intervalech po dobu 90 min na analytickém luminometru. Výsledky jsou udány v maximálních hodnotách (mV) chemiluminiscenční odpovědi polymorfonukleárních leukocytů v závislosti na čase.

## VÝSLEDKY

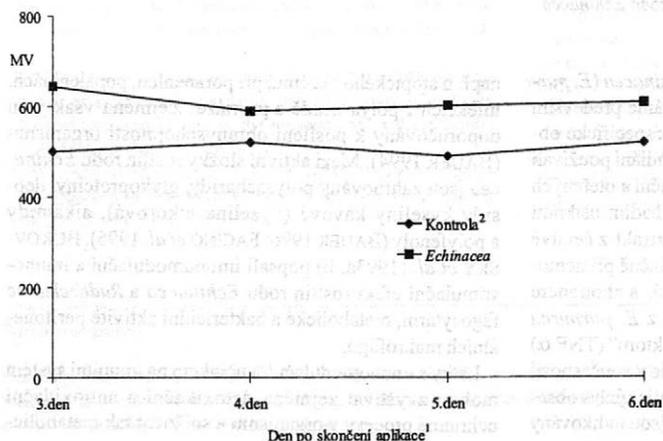
Vyšetřovali jsme dvě skupiny myší: skupinu ovlivněnou výtažkem z rostliny rodu *Echinacea* a skupinu neovlivněnou (kontrolní). Chemiluminiscenčním testem jsme sledovali závislost hodnot chemiluminiscence na čase u jednotlivých skupin myší a maximální hodnoty získaných křivek jsou uvedeny v tabulkách i v grafech.

Po podávání přípravku *Echinacea* v dávce 83 mg/kg po pět dnů jsme začali s vyšetřováním chemiluminiscence tři dny po ukončení podávání přípravku. Během dalších čtyř dnů vyšetřování jsme zaznamenali hodnoty chemiluminiscence u skupiny myší ovlivněné přípravkem v průměru jen nepatrně vyšší (1,2krát) ve srovnání s kontrolní skupinou. Tyto hodnoty zůstaly na stejné úrovni i šestý den po ukončení podávání přípravku *Echinacea*. I když byly zvýšené hodnoty chemiluminiscence nevýrazné, přesto byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi ovlivněnou a kontrolní skupinou myší (3., 5., 6. den –  $p < 0,01$ , 4. den –  $p < 0,05$ ) (tab. 1 a obr. 1).

Tab. 1. Hodnota chemiluminiscence po pěti dnech podávání přípravku *Echinacea* – Chemiluminiscence values after five days of *Echinacea* drug application

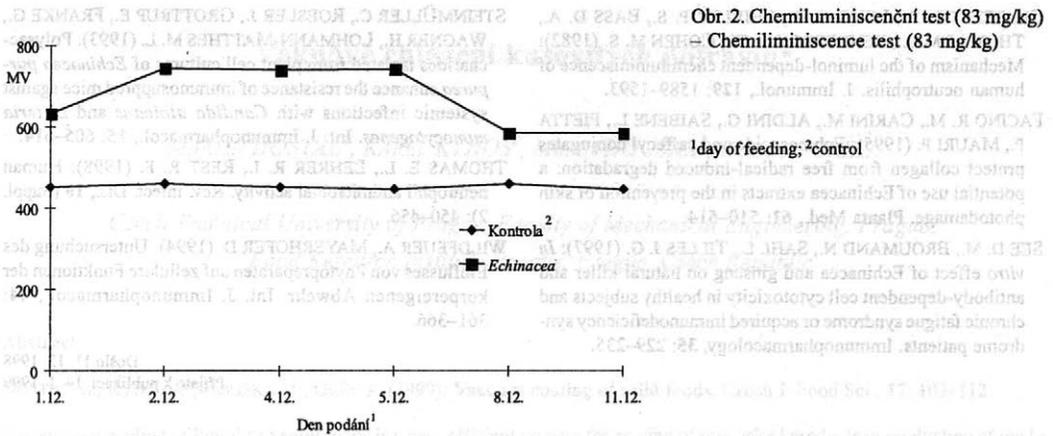
Den po skončení aplikace <sup>1</sup>	Kontrola <sup>2</sup>	<i>Echinacea</i>
3. den <sup>3</sup>	500	643
4. den	520	590
5. den	490	602
6. den	520	610

<sup>1</sup>day after application termination; <sup>2</sup>control; <sup>3</sup>day



<sup>1</sup>day after application termination; <sup>2</sup>control

Obr. 1. Chemiluminiscenční test (83 mg/kg) – Chemiluminiscence test (83 mg/kg)



Ve druhém pokusu (tab. 2 a obr. 2) jsme myším podávali přípravek Echinacea nepřetržitě 16 dní. Při sledování chemiluminiscence v době denního podávání přípravku jsme našli hodnoty chemiluminiscenční aktivity u této skupiny myši vyšší až 1,7krát ve srovnání s kontrolní skupinou. Myši byly při denním krmení vyšetřovány po pět dnů od 12. do 16. dne po začátku krmení. Po přerušení podávání přípravku Echinacea, tj. 19. a 22. den od začátku krmení, klesly hodnoty chemiluminiscence u ovlivněné skupiny myši během tří dnů na úroveň hodnot naměřených v prvním pokusu. Všechny hodnoty chemiluminiscence u ovlivněné skupiny myši byly signifikantně zvýšené ( $p < 0,01$ ).

Tab 2. Hodnota chemiluminiscence po podání přípravku Echinacea (od 20. 11. do 5. 12. denní podávání, od 5. 12. již nebyl podáván) – Chemiluminescence values after Echinacea drug application (daily application between 20th Nov. and 5th Dec., application was terminated from 5th Dec.)

Datum podání <sup>1</sup>	Kontrola <sup>2</sup>	Echinacea
1. 12.	450	632
2. 12.	458	744
4. 12.	450	740
5. 12.	446	742
8. 12.	458	585
11. 12.	446	586

<sup>1</sup>date of feeding; <sup>2</sup>control

## DISKUSE

Podáním výtažku z rostlin *Echinacea purpurea* došlo ke zvýšení fagocytózy *Candidy albicans* granulocyty a monocyty u zdravých osob a také ke zvýšení chemotaktické migrace granulocytů. Neovlivněna byla blastická

transformace lymfocytů (WILDFEUER & MAYERHOFER 1994). U imunodeficitních zvířat aktivovala *E. purpurea* makrofágy k produkci TNF  $\alpha$  (tumor nekrotizujícího faktoru) a u myši obnovila jejich rezistenci proti letálním infekcím (STEINMÜLLER *et al.* 1993). FACINO *et al.* (1995) předpokládají, že při ochraně organismu proti volným radikálům působí především polyfenoly z *Echinacea* sp. svou schopností zřádit reaktivní kyslíkové radikály. SEE *et al.* (1997) popsali zvýšení funkční aktivity NK buněk po podání extraktu z *Echinacea purpurea*. Výsledky našeho testování přípravku Echinacea jsou v souladu s nálezem, který uveřejnili BUKOVSKÝ *et al.* (1993b), že jsou imunomodulačně aktivní extrakty z kořene *Echinacea gloriosa* a *Echinacea angustifolia*, i když vyšší stimulační účinek našli u extraktů rostlin *Rudbeckia speciosa*. V našich pokusech jsme zjistili, že sušený kořen a list z rostliny rodu *Echinacea* může působit imunostimulačně v oblasti přirozené imunity, je-li podáván v pravidelné denní dávce. Po vysazení užívání tohoto přípravku jeho účinnost rychle klesá. Vzhledem k tomu, že při podávání přípravku Echinacea se aktivita komplexu peroxid–myeloperoksidasa–halidový kofaktor zvýšila jen 1,7krát ve srovnání s kontrolou, považujeme efekt přípravku z rostlin rodu *Echinacea* za imunomodulační.

## Literatura

- BAUER R. (1994): *Echinacea* – eine Arzneidroge auf dem Weg zum Rationalen Phytotherapeutikum. *Deu. Apoth. Z.*, 134: 18–27.
- BUKOVSKÝ M., KOŠTÁLOVÁ D., MAGNUSOVÁ R., VAVERKOVÁ Š. (1993a): Testovanie imunomodulačných účinkov etanolovo-vodných extraktov z nadzemných častí rastlín rodu *Echinacea* Moench a *Rudbeckia* L. *Česk. Farm.*, 42: 228–235.
- BUKOVSKÝ M., VAVERKOVÁ Š., KOŠTÁLOVÁ D., MAGNUSOVÁ R. (1993b): Imunomodulačná aktivita etanolovo-vodných extraktov z koreňov *Echinacea gloriosa* L., *Echinacea angustifolia* DC. a *Rudbeckia speciosa* Wenderoth testovaná na imunitnom systéme imbredných myši C57BL6. *Česk. Farm.*, 42: 184–187.

- CHATELET L. R., LONG G. D., SHIRLEY P. S., BASS D. A., THOMAS M. L., HENDERSON T. W., COHEN M. S. (1982): Mechanism of the luminol-dependent chemiluminescence of human neutrophils. *J. Immunol.*, **129**: 1589–1593.
- FACINO R. M., CARINI M., ALDINI G., SAIBENE L., PIETTA P., MAURI P. (1995): Echinacoside and caffeoyl conjugates protect collagen from free radical-induced degradation: a potential use of Echinacea extracts in the prevention of skin photodamage. *Planta Med.*, **61**: 510–514.
- SEE D. M., BROUMAND N., SAHL L., TILLES J. G. (1997): *In vitro* effect of Echinacea and ginseng on natural killer and antibody-dependent cell cytotoxicity in healthy subjects and chronic fatigue syndrome or acquired immunodeficiency syndrome patients. *Immunopharmacology*, **35**: 229–235.
- STEINMÜLLER C., ROESLER J., GROTRUP E., FRANKE G., WAGNER H., LOHMANN-MATTHES M. L. (1993): Polysaccharides isolated from plant cell cultures of *Echinacea purpurea* enhance the resistance of immunosuppressed mice against systemic infections with *Candida albicans* and *Listeria monocytogenes*. *Int. J. Immunopharmacol.*, **15**: 605–614.
- THOMAS E. L., LEHRER R. I., REST R. F. (1998): Human neutrophil antimicrobial activity. *Rev. Infect. Dis.*, **10** (Suppl. 2): 450–456.
- WILDFEUER A., MAYERHOFER D. (1994): Untersuchung des Einflusses von Phytopreparaten auf zelluläre Funktionen der körpereigenen Abwehr. *Int. J. Immunopharmacol.*, **44**: 361–366.

Došlo 11. 12. 1998

Přijato k publikaci 14. 1. 1999

**Kontaktní adresa:**

Mgr. HELENA ŠESTÁKOVÁ, Státní zdravotní ústav, Šrobárova 48, 100 42 Praha 10, Česká republika, tel.: + 420 2 67 08 25 70, fax: + 420 67 31 02 91, e-mail: turek@bbs.szu.cz

## Vakuové chlazení kusovitých potravin\*

MARTIN DOSTÁL<sup>1</sup>, KAREL KÝHOS<sup>2</sup>, MILAN HOUŠKA<sup>2</sup>, RUDOLF GRÉE<sup>2</sup>

*Czech Technical University of Prague, Faculty of Mechanical Engineering, Prague;*

*<sup>2</sup>Food Research Institute Prague, Prague, Czech Republic*

### Abstract

DOSTÁL M., KÝHOS K., HOUŠKA M., GRÉE R. (1999): Vacuum cooling of solid foods. Czech J. Food Sci., 17: 103–112.

The vacuum cooling of liquid and solid foods is a very efficient process for cooling of precooked products in production of ready meals intended for fast food systems. This process enables to very quickly overcome the dangerous temperature ranges during traditional slow cooling between 30–40 °C. This paper deals with modelling of the vacuum cooling of solid foods to determine the mechanism of cooling and predict the product of the mass transfer coefficient and specific mass transfer area in food volume unit. The experimental set up is schematically shown in Fig. 1. Fig. 2 contains the detailed schema of thermoelements and placement in the sample. The time–temperature dependence measured during heating of the chopped meat piece are shown in Fig. 4 and for cooling in Fig. 5. It is apparent that there are hardly any differences in temperature during cooling in different places of the product. It enables us to deduce the theory supposing that the evaporation is taking place in the whole body of the food. This assumption is valid also in such foods like ham, cooked smoked meat, salami, chopped meat and potatoes. The theory of the vacuum cooling is based on equations [1]–[6] outlined on differential form of the energy balance. We assume the constant evaporation heat  $r$  and constant specific heat of cooled food  $c$  in this theory. The numerical analysis taking into account changes of evaporation heat showed the minor influence of omitting of a change in evaporation heat. The time–temperature history during cooling can be described by differential mass balance [8] containing the mass transfer coefficient  $k_m$  and contact area  $S$ . We suppose that the contact area active during evaporation is proportional to the volume of the sample, see eq. [9]. The constant of proportionality  $k_s$  is expected to be specific for a given food (proportional to the porosity of the food). The differential equation [13] taking into account the changing evaporation heat  $r$  as a function of temperature can be solved numerically. The solution of this equation can be done iteratively with changing input parameters. Comparing the resulting time temperature history with experimental data can be done and least squares of differences predicted. By this way the input parameters can be optimized to find such values of them to coincide with the predicted and measured time temperature history during cooling. This method was used for prediction of product  $k_m k_s$ . The mean value of the specific heat of cooled foods was previously predicted from initial and final temperatures and loss of mass using equation [7]. The prediction of temperature as a function of time from eq. [14] is based on the knowledge of pressure as a function of time. We used the measured time–pressure courses for the calculation. The example of comparison of predicted and measured temperatures as a function of time during cooling is shown in Fig. 8. Very good agreement is achieved. Input and resulting parameters of the calculations are given in Table 1. Table 2 shows the predicted values of product  $k_m k_s$  which are food specific data. The highest values are given for porous foods having higher water content (higher water activity). The lowest values were predicted for foods with higher salt content and bound water, such as salami and smoked rolled pork. An important feature of vacuum cooling is the quality of food and weight loss. The quality of foods was very good, only the surface of meat samples was too dry. This inconvenience can be overcome by cooling the meat just after cooking in cooking water. In this case the process can be described by tools similar to those used for modelling the vacuum cooling of liquid foods. The vacuum cooling of foods is a modern method of processing which can be used for ready meal semiproducts to overcome the dangerous ranges of temperatures. Precooled foods can be placed directly into the freezer or can be portioned and completed with other parts of composed dishes. This method can be utilized in catering systems provided that the cookers will be equipped with condensers and vacuum pumps and sealed. The vacuum cooling can also be used for opposite task to predict the specific heat of cooked or reheated foods. This data, scarce in literature, are necessary for modelling of thermal processes, e.g. microwave heating.

**Key words:** vacuum cooling; solid foods; mass transfer; mass transfer coefficient

\*Práce byla vypracována s podporou grantu č. 101/96/0327 Grantové agentury České republiky.

## Souhrn

DOSTÁL M., KÝHOS K., HOUSKA M., GRÉE R. (1999): **Vakuové chlazení kusovitých potravin.** Czech J. Food Sci., 17: 103–112.

Proces vakuového chlazení vybraných kusovitých potravin rostlinného i živočišného původu byl studován pomocí poloprovozní experimentální aparatury vakuového chlazení kapalných potravin AV-50. Vzorky válcového tvaru nebyly chlazený v kapalném prostředí. Při chlazení byly snímány teploty v několika místech vzorku a tlak ve vakuovaném prostoru. Při uvážení všech zjednodušujících předpokladů se autoři článku snaží proces vakuového chlazení popsat a sledovat pomocí součinitele přestupu hmoty, který udává rychlost transportu hmoty z chlazeného vzorku. Součinitel přestupu hmoty je autory pokládán za určující parametr vakuového chlazení. Z praktického hlediska byl sledován a hodnocen hmotnostní úbytek vakuově chlazených vzorků spolu s orientačním hodnocením senzorických vlastností chlazených vzorků.

**Klíčová slova:** vakuové chlazení; kusovité potraviny; přenos hmoty; součinitel přenosu hmoty

Vakuové chlazení kusovitých potravin je jedním z neefektivnějších a nejintenzivnějších způsobů chlazení. Tento fakt je důležitý zejména z praktického hlediska, neboť rychlé zchlazení tepelně předzpracované potraviny (určené např. pro společné stravování) velmi snižuje možnost jejich znehodnocení růstem mikroorganismů. Dlouhodobé setrvání potravin při teplotách 30–40 °C je z hlediska růstu mikroorganismů přímo ideální.

Protože součástí hygienicky správné výroby potravin je kromě jejich ohřevu i následně rychlé chlazení, je této problematice věnována dosti velká pozornost v zahraniční literatuře (NOLAN 1987; BURFOOT *et al.* 1990).

GRÉE *et al.* (1995) se zabývali vakuovým chlazením kusovitých potravin a HOUSKA *et al.* (1996) vakuovým chlazením kapalných potravin. Uvádějí teorii založenou na konceptu součinitele přestupu hmoty i teorii vedoucí k určení poklesu tlaku ve vakuované nádobě v závislosti na charakteristice vývěvy a charakteristice netěsnosti.

Při vakuovém chlazení tekutých a kašovitých látek je intenzita chlazení určena odparem vody z volné hladiny za postupného snižování tlaku. Teplu potřebné k odpaření vody se čerpá z tepelného obsahu vsádky, což způsobuje pokles teploty vsádky. To jsou základní fakta o chlazení kapalných a kašovitých látek.

Při chlazení kusovitých potravin dochází zřejmě k obdobným jevům. Jediným problémem je určení ekvivalentní hodnoty volné hladiny, na které dochází k odparu vody. Voda se pravděpodobně odparuje i z pórů potravin. Abychom si potvrdili či vyvrátili hypotézu o odparu vody z pórů probíhající v celém objemu, budeme měřit rozložení teploty uvnitř chlazeného vzorku potraviny.

Vakuové chlazení se často používá pro chlazení kapalných a kašovitých potravin. Cílem této práce je zmapování možnosti použití vakuového chlazení pro chlazení kusovitých potravin.

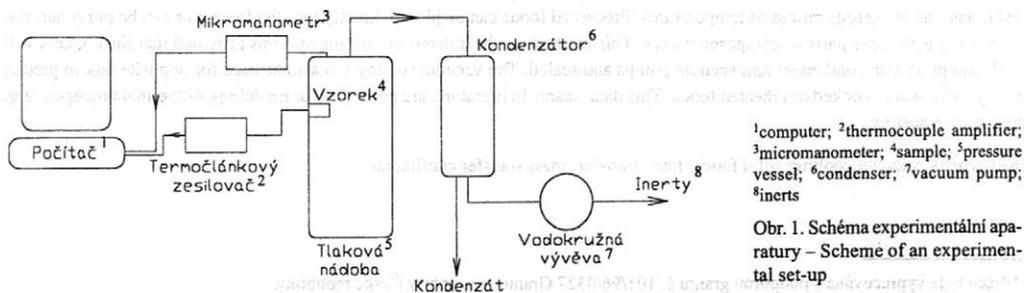
## MATERIÁL A METODY

## Experimentální zařízení

Experimentální měření procesu vakuového chlazení kusovitých potravin bylo prováděno na poloprovozní jednotce aseptického zařízení pro var a vakuové chlazení kapalných potravin AV-50, které bylo vyvinuto ve VÚPP Praha. Schéma experimentální aparatury je zobrazeno na obr. 1.

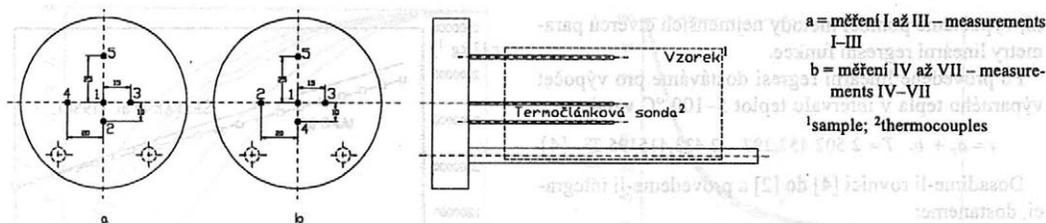
Základním prvkem aparatury je nerezová tlaková nádoba (vařák), do níž byl na speciálním držáku (obr. 2) umístěn vakuově chlazený vzorek potraviny. Ve vařáku dochází k vakuovému chlazení zkoumané potraviny s tím, že páry odcházející z chlazené potraviny jsou kondenzovány v kondenzátoru a vlastní inertní plyny jsou odváděny vodokružnou vývěvou zpět do atmosféry.

Teplota vzorku je kontinuálně snímána pomocí pěti termočlánkových čidel Fe-Ko. Signál z těchto čidel je veden do termočlánkového zesilovače AX 752, který slouží k zesílení termoelektrického napětí generovaného termočlánkovým čidlem a zároveň tvoří referenční konec termočlánků. Signál je zaznamenán do počítače PC, který je vybaven 16kanalovou kartou A/D převodníku 12 bitů AX 5411 a programem pro snímání teploty v nastaveném časovém kroku 0,5 s. Krajiná chyba stanovení teploty činí  $\pm 0,5$  °C.



<sup>1</sup>computer; <sup>2</sup>thermocouple amplifier; <sup>3</sup>micromanometer; <sup>4</sup>sample; <sup>5</sup>pressure vessel; <sup>6</sup>condenser; <sup>7</sup>vacuum pump; <sup>8</sup>inerts

Obr. 1. Schéma experimentální aparatury – Scheme of an experimental set-up



Obr. 2. Držák měřeného vzorku a rozmístění teplotních čidel – A holder of measured sample and placement of thermoelements

Tlak ve vakuovaném měřicím prostoru je měřen pomocí přesného digitálního mikromanometru BHV 5355DM, jehož výstupní analogový signál je zpracováván stejným způsobem jako zesílený signál z termočláňkových čidel.

#### Metodika měření

Pro experimenty byly vybrány tyto potraviny: brambory, kedlubny, uzené maso, sekaná, šunkový salám a salám Herkules. Z materiálů byly vytvořeny válcové vzorky o přibližném průměru 60 mm a délce 110 mm. Přesné rozměry jednotlivých vzorků jsou uvedeny v tab. 1.

Vzorky byly před vlastním měřením změřeny a zváženy, poté nasazeny na držák vzorků a zváženy s vlastním držákem. Následovalo tepelné opracování vzorků ve vodní lázni. Vzorek byl i s držákem vložen do vroucí vody a vařen tak dlouho, dokud nebyla v celém vzorku dosažena rovnoměrná konstantní teplota odpovídající teplotě varu vody za daného barometrického tlaku. Ohřev byl prováděn pomocí vařiče o příkonu 1 200 W a probíhal asi v 5 l kapaliny. Průměrná doba varu se pohybovala okolo jedné hodiny. Během varu byla průběžně měřena teplota ve všech pěti místech vzorku. Po ukončení varu byl vzorek opět zvážen spolu s držákem a poté byl upevněn do nerezové tlakové nádoby zařízení AV-50.

Po uzavření vzorku s držákem do vakuované nádoby byla zapnuta vývěva. Časový průběh teplot ve všech pěti místech vzorku společně s časovým průběhem poklesu tlaku uvnitř vakuované nádoby byl měřen a ukládán do datového souboru pomocí počítače PC. Všechny hodnoty byly snímány s časovým intervalem 0,5 s a každá z těchto hodnot je vypočtena jako aritmetický průměr z 20 po sobě rychle následujících měření téže veličiny.

Po skončení měření průběhu teplot a tlaku v procesu evakuace byla změřena konečná hmotnost vzorku s držákem a poté samotného vzorku.

Hodnota barometrického tlaku, která je potřebná k získání hodnoty absolutního tlaku v evakuovaném prostoru, byla získávána v okamžiku měření z meteorologické stanice Praha-Libuš.

#### Způsob vyhodnocení naměřených výsledků

Při experimentálním sledování vakuového chlazení kůsovitých potravin jsme stanovovali následující veličiny: Rozměry vzorků před ohřevem – průměr  $D$   
– výška  $H$

Hmotnost vzorku před ohřevem	$m_1$
Hmotnost vzorku po ohřevu	$m_2$
Hmotnost vzorku po vakuovém chlazení	$m_3$
Časový průběh teplot	$T_1, T_2, T_3, T_4, T_5$
Časový průběh celkového tlaku	$p$
Barometrický tlak	$P_a$

Hodnoty těchto základních veličin pro jednotlivé vzorky jsou uvedeny v tab. 1.

Při sledování procesu chlazení se nejprve zaměříme na tepelnou bilanci vzorku. Předpokládáme, že během procesu vakuového chlazení odebíráme vzorku teplo tím, že odpařujeme vodu ze vzorku a tak odebíráme teplo odpovídající množství odpařené vody. Diferenciální tepelná bilance bude mít tvar:

$$r \, dm = c \, m \, dT \quad [1]$$

Integrací této diferenciální tepelné bilance vzorku získáme integrální tepelnou bilanci, ze které můžeme určit průběh hmotnosti vzorku v závislosti na jeho teplotě. Upravme tedy rovnici [1] do následujícího tvaru:

$$\frac{dm}{m} = \frac{c}{r} \, dT \quad [2]$$

Problémem při integraci této rovnice zůstávají veličiny  $c$  a  $r$ . Měrná tepelná kapacita materiálu vzorku  $c$  i výparné teplo vody  $r$  jsou veličiny závislé na teplotě. Z důvodů zjednodušení budeme uvažovat, že měrná tepelná kapacita vzorku je konstantní v rozsahu teplot mezi 5 a 100 °C a nebude záviset ani na změně složení materiálu vzorku během procesu vakuového chlazení. I když se zřejmě jedná o velká zjednodušení, budeme ve vztahu [2] počítat s její střední hodnotou, tj.  $c_s$ . Výparné teplo  $r^{(1)}$  počítáme podle vlastností vody a vodní páry formulace IAPS 84 (International Association for the Properties of Steam) (HAAR *et al.* 1984), nebo můžeme pro výpočet použít aproximace, kterou uvádějí ŠESTÁK *et al.* (1980):

$$r = 2,255 \cdot 10^6 \left[ \frac{374,15 - T}{274,15} \right]^{0,38} \quad [3]$$

Porovnáním hodnot výparného tepla vypočtených pomocí formulace IAPS 84 a pomocí aproximace [3] v intervalu teplot od 5 do 100 °C (obr. 3) vidíme, že dosahujeme dosti značných odchylek, zvláště pak v oblasti nižších teplot. Protože se v oblasti námi sledovaných teplot jeví závislost výparného tepla na teplotě přibližně lineár-

ni, vypočteme pomocí metody nejmenších čtverců parametry lineární regresní funkce.

Po provedené lineární regresi dostáváme pro výpočet výparného tepla v intervalu teplot 5–100 °C vztah:

$$r = a_r + b_r T, \quad T = 2\,502\,452,297 - 2\,433,415195 T \quad [4]$$

Dosadíme-li rovnici [4] do [2] a provedeme-li integraci, dostaneme:

$$\frac{m}{m_2} = \left( \frac{a_r + b_r T}{a_r + b_r T_2} \right)^{c_s/b_r} \quad [5]$$

Vztah [5] nám jednoznačně určuje průběh hmotnosti v závislosti na teplotě vzorku. Jedinou neznámou je střední měrná tepelná kapacita měřeného vzorku. Protože jsme měřili hmotnost vzorku před procesem vakuového chlazení a po proběhnutí procesu vakuového chlazení, můžeme z celkové integrální tepelné bilance spočítat hodnotu  $c_s$ .

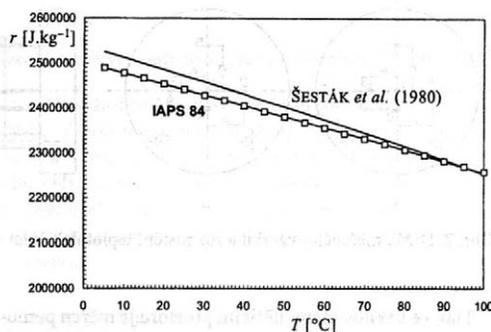
$$\frac{m_3}{m_2} = \left( \frac{a_r + b_r T_3}{a_r + b_r T_2} \right)^{c_s/b_r} \quad [6]$$

Střední měrná tepelná kapacita vzorku je dán vztahem:

$$c_s = \frac{b_r \ln \frac{m_3}{m_2}}{\ln \frac{a_r + b_r T_3}{a_r + b_r T_2}} \quad [7]$$

Na obr. 4 a 5 jsou příklady průběhů naměřených teplot pro ohřev a vakuové chlazení vzorku sekané. Ze závislosti časového průběhu teplot při ohřevu vzorku je patrné, že během vlastního ohřevu převládá vnitřní tepelný odpor vzorku, tzn. že se výrazně projevuje vliv vedení tepla ve vzorku (tepelná vodivost vzorku). Při chlazení se naopak všechny hodnoty teplot pohybují v pásmu maximálně 1% odchylek od střední hodnoty (obr. 5). To by ukazovalo na to, že v celém objemu vzorku dochází k poklesu teploty téměř shodně bez vzniku větších teplotních gradientů. Vnitřní tepelný odpor je zanedbatelný a hlavní význam má opravdu odvod tepla odpařováním vody.

Na základě experimentálního měření vakuového chlazení se dá tedy předpokládat, že vlivem porézности materiálu dochází k okamžitému vyrovnání tlaků v celém objemu materiálu vzorku a tím i ke stejnoměrnému odpa-



Obr. 3. Porovnání hodnot výparného tepla vypočteného pomocí formulace IAPS 84 a podle autorů ŠESTÁK *et al.* (1980) – Comparison of evaporation heat values calculated according to the formulation IAPS 84 and from ŠESTÁK *et al.* (1980)

řování vody i ochlazování celého objemu vzorku. Abychom však mohli dokázat uvedené tvrzení, museli bychom provést mnohem důkladnější experimenty pokud možno s přesnějším měřením teploty, průběžným měřením hmotnosti vzorku a měřením tlakových diferencií uvnitř vzorku. Nicméně v rámci námi dosažené přesnosti měření teploty a pro praktické použití budeme nadále předpokládat nulový gradient teploty a odpar z celého objemu vzorku.

Během procesu vakuového chlazení dochází k hmotnostnímu úbytku chlazeného vzorku podle rovnice [5]. K poklesu hmotnosti vzorku dochází zároveň s poklesem teploty tak, jak se snižuje tlak sytých par v okolí vzorku. Dochází tedy k transportu hmoty ze vzorku. Předpokládáme, že hnací silou tohoto transportu je rozdíl koncentrací vlhkosti prostředí a vzorku. Tento rozdíl můžeme vyjádřit jako rozdíl parciálního tlaku vodních par v prostředí a tlaku sytých par při teplotě vzorku. Parciální tlak vodních par v prostředí vyjádříme přibližně jako celkový tlak v systému. Transport hmoty je závislý na velikosti povrchu  $S$ , na kterém k transportu hmoty dochází:

$$\frac{dm}{dt} = k_m S (p - p^{\text{sat}}) \quad [8]$$

Celkový tlak v systému  $p$  je závislý na čase a získali jsme ho měřením pomocí přesného digitálního mikro-

<sup>1)</sup> Ukažme si, jaké chyby bychom se dopustili v případě, že bychom uvažovali konstantní výparné teplo  $r_s$  při střední teplotě  $T_s = (T_2 + T_3)/2$ .

Integraci rovnice [2] dostaneme:

$$\frac{m}{m_2} = e^{-\frac{c_s}{r_s}(T_2 - T)} \quad [1.1]$$

Hodnotu neznámé střední měrné tepelné kapacity  $c_s$  určíme z integrální tepelné bilance celého procesu vakuového chlazení:

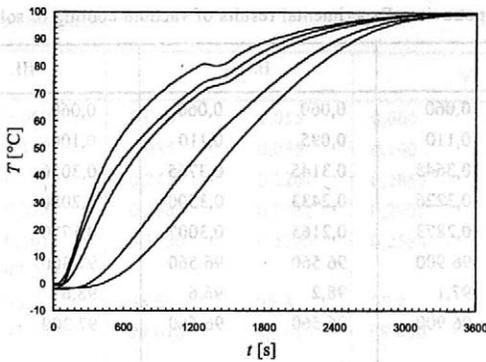
$$\frac{m_3}{m_2} = e^{-\frac{c_s}{r_s}(T_3 - T_2)} \quad [1.2]$$

Střední měrná tepelná kapacita vzorku je:

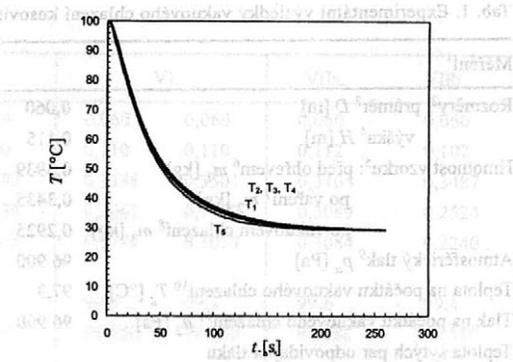
$$c_s = \frac{r_s}{T_2 - T_3} \ln \frac{m_2}{m_3} \quad [1.3]$$

Vypočteme-li pak např. střední měrnou tepelnou kapacitu měřeného vzorku šunkového salámu, dostaneme pro případ konstantního výparného tepla, pomocí rovnice [1.3] hodnotu 5 191 J/kg.K a pomocí metody proměnného výparného tepla (rovnice [7]) hodnotu 5 188 J/kg.K. Chyba, které se tím dopouštíme, je zanedbatelná.

Možná, že námi použitý postup s uvažováním proměnnosti výparného tepla připadá někomu obtížný, ovšem pro další řešení, zvláště pro řešení diferenciální rovnice [14], je výhodný.



Obr. 4. Časový průběh teplot  $T_1$ – $T_4$  uvnitř vzorku sekané při jeho ohřevu ve vodní lázni (měření VI-1) – Time temperature history  $T_1$ – $T_4$  inside a sample of chopped meat during its heating in water bath (measurement VI-1)



Obr. 5. Časový průběh teplot uvnitř vzorku sekané při jeho vakuovém chlazení (měření VI-1) – Time temperature history inside a sample of chopped meat during its vacuum cooling (measurement VI-1)

manometru. Tlak sytých par  $p^{(2)}$  je veličina závislá na teplotě vzorku  $T$  a je časově závislá (ziskali jsme ji měněním během procesu vakuového chlazení).

Ve vztahu [8] vystupuje  $k_m$  jako součinitel přestupu hmoty, který bude charakterizovat intenzitu přestupu hmoty ze vzorku do jeho okolí. Čím je tento součinitel větší, k tím intenzivnějším přestupu hmoty do okolí dochází. K tomu, abychom mohli tento součinitel přestupu hmoty určit, budeme potřebovat znát nejen časový průběh celkového tlaku v okolí vzorku a časový průběh teploty vzorku, ale i časový průběh hmotnosti vzorku. Tento průběh jsme sice neměřili, ale podařilo se nám ho zrekonstruovat pomocí tepelné bilance [5]. Dalším problémem ve vztahu [8] je veličina  $S$ . Podle našeho předpokladu je definována jako plocha, na níž dochází k přestupu hmoty. Předpokládáme, že velikost této plochy je přímo úměrná velikosti objemu vzorku (určitě spíše objemu než povrchu vzorku, protože k přestupu hmoty dochází v pórech na rozhraní mezi hmotou vzorku a okolím – velikost pórů je úměrná objemu vzorku) s konstantou úměrnosti  $k_S$ , které se obvykle říká pórozita. Zavedením tohoto geometrického součinitele tvrdíme, že povrch pórů v jednotce objemu, na nichž dochází k vypařování (přestupu

hmoty), je pro danou komoditu ve stavu tepelného zpracování stejný:

$$S = k_S V \quad [9]$$

Přepíšeme transportní rovnici [8] pomocí rov. [9] do tvaru:

$$\frac{dm}{dt} = k_m k_S V (p - p'') \quad [10]$$

Vidíme, že v této rovnici vystupuje součin součinitele přestupu hmoty a pórozity, který je závislý (součin těchto dvou veličin) na materiálu vakuově chlazeného vzorku.

Časovou derivaci průběhu hmotnosti vzorku vyjádříme pomocí rovnice [5] s tím, že musíme uvažovat časovou derivaci jakožto derivaci složené funkce:

$$\frac{dm}{dt} = \frac{dm}{dT} \frac{dT}{dt} = \frac{c_S}{a_r + b_r T} m_2 \left( \frac{a_r + b_r T}{a_r + b_r T_2} \right)^{c_S/b_r} \cdot \frac{dT}{dt} \quad [11]$$

Přepíšeme nyní vztah [10] použitím rovnice [11]:

$$\frac{c_S}{a_r + b_r T} m_2 \left( \frac{a_r + b_r T}{a_r + b_r T_2} \right)^{c_S/b_r} \cdot \frac{dT}{dt} = k_m k_S V (p - p'') \quad [12]$$

Dostali jsme diferenciální rovnici popisující průběh teploty v průběhu vakuového chlazení. Abychom mohli tuto rovnici řešit, musíme znát průběh celkového tlaku, ter-

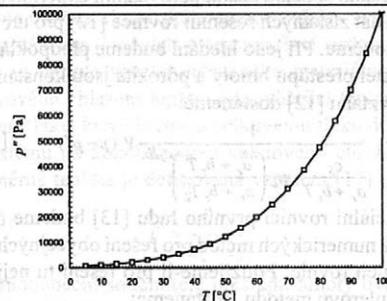
<sup>2)</sup> Pro výpočet tlaku sytých par v závislosti na teplotě či v opačné závislosti používáme formulaci IAPS 84. ŠESTÁK *et al.* (1980) uvádějí zajímavou alternativu pro výpočet této závislosti. Pro výpočet tlaku sytých par v závislosti na teplotě lze použít vztah:

$$p'' = e^{\frac{23,1964}{T} - \frac{3816,44}{T + 227,02}} \quad [2.1]$$

a pro výpočet teploty sytých par odpovídající danému tlaku vztah:

$$T'' = \frac{3816,44}{23,1964 - \ln p} - 227,02 \quad [2.2]$$

Na obr. 2.1 vidíme výbornou shodu této aproximace s formulací IAPS 84.



Obr. 2.1. Porovnání hodnot tlaku sytých par vypočteného pomocí formulace IAPS 84 (čára) a podle autorů ŠESTÁK *et al.* (1980) (body) – Comparison of pressure values of saturated vapors calculated by formulation IAPS 84 (curvo) and by ŠESTÁK *et al.* (1980) (points)

Tab. 1. Experimentální výsledky vakuového chlazení kusovitých potravin – Experimental results of vacuum cooling of solid

Měření <sup>1</sup>	I.		II.		III.
Rozměry <sup>2</sup> : průměr <sup>3</sup> $D$ [m]	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060
výška <sup>4</sup> $H$ [m]	0,115	0,110	0,095	0,110	0,100
Hmotnost vzorku <sup>5</sup> : před ohřevem <sup>6</sup> $m_1$ [kg]	0,3939	0,3645	0,3145	0,3765	0,3050
po vaření <sup>7</sup> $m_2$ [kg]	0,3435	0,3226	0,2433	0,3500	0,2080
po vakuovém chlazení <sup>8</sup> $m_3$ [kg]	0,2925	0,2873	0,2165	0,3007	0,1770
Atmosférický tlak <sup>9</sup> $p_a$ [Pa]	96 900	96 900	96 560	96 560	97 300
Teplota na počátku vakuového chlazení <sup>10</sup> $T_2$ [°C]	97,3	97,1	98,2	96,6	98,6
Tlak na počátku vakuového chlazení <sup>11</sup> $p_2$ [Pa]	96 900	96 900	96 560	96 560	97 300
Teplota sytých par odpovídající tlaku na počátku vakuového chlazení <sup>12</sup> $T_2''$ [°C]	98,8	98,8	98,7	98,7	98,9
Teplota na konci vakuového chlazení <sup>13</sup> $T_3$ [°C]	24,4	26,5	27,3	29,0	28,5
Tlak na konci vakuového chlazení <sup>14</sup> $p_3$ [Pa]	4 045	3 875	4 275	5 000	4 082
Teplota sytých par odpovídající tlaku na konci vakuového chlazení <sup>15</sup> $T_3''$ [°C]	29,2	28,4	30,1	32,9	29,3
Objem tělesa 1 000 $V^{16}$ [m <sup>3</sup> ]	0,325155	0,311018	0,268606	0,311018	0,282743
Hmotnostní úbytek <sup>17</sup> : $m_{12} = 100 (m_2/m_1 - 1)$ [%]	-12,8	-11,5	-22,6	-7,0	-31,8
$m_{23} = 100 (m_3/m_2 - 1)$ [%]	-14,8	-10,9	-11,0	-14,1	-14,9
$m_{13} = 100 (m_3/m_1 - 1)$ [%]	-25,7	-21,2	-31,2	-20,1	-42,0
Střední měrná tepelná kapacita <sup>18</sup> $c_S$ [J.kg <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup> ]	5 188,236	3 859,080	3 866,070	5 274,789	5 402,885
Střední měrná tepelná kapacita $c_S$ [J.kg <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup> ] v případě uvažování konstantního $r$ <sup>19</sup>	5 190,693	3 860,797	3 867,808	5 276,944	5 405,264
Střední měrná tepelná kapacita $c_S$ [J.kg <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup> ]	3859		3 866		5 403
1 000 $k_S k_m$ [kg.s <sup>-1</sup> .m <sup>-3</sup> .Pa <sup>-1</sup> ] – průměrná hodnota <sup>20</sup>	0,1675		0,0736		0,0457
Poznámka <sup>21</sup>	volně chlazené <sup>22</sup>		volně chlazené		volně

I. = šunkový salám – ham salami; II. = uzené maso rolka – smoked rolled meat; III. = salám Herkules – Herkules salami; IV. = kedlubna

<sup>1</sup>measurement; <sup>2</sup>dimensions; <sup>3</sup>diameter; <sup>4</sup>height; <sup>5</sup>sample weight; <sup>6</sup>before heating; <sup>7</sup>after cooking; <sup>8</sup>after vacuum cooling; <sup>9</sup>atmospheric pressure; to pressure at the beginning of vacuum cooling; <sup>13</sup>temperature at the end of vacuum cooling; <sup>14</sup>pressure at the end of vacuum cooling; <sup>15</sup>temperature <sup>19</sup>mean specific heat capacity  $c_S$  [J.kg<sup>-1</sup>.K<sup>-1</sup>] in the case of constant variant; <sup>20</sup>average temperature; <sup>21</sup>note; <sup>22</sup>freely cooled; <sup>23</sup>cooled in water bath

mofyzikální vlastnosti chlazeného materiálu, velikost součinu součinitele přestupu hmoty  $k_m$  a pórizity  $k_S$ , objem vzorku a počáteční teplotu chlazeného vzorku. Protože však velikost součinu součinitele přestupu hmoty  $k_m$  a pórizity  $k_S$  neznáme, ale z experimentálního měření známe průběh teploty chlazeného materiálu, budeme se snažit hodnotu tohoto součinu získat porovnáním experimentálních dat a dat získaných řešením rovnice [12] pro určitou hodnotu součinu. Při jeho hledání budeme předpokládat, že součinitel přestupu hmoty a pórizita jsou konstantní. Úpravou vztahu [12] dostaneme:

$$\frac{dT}{dt} = k_m k_S \frac{1}{\frac{c_S}{a_r + b_r T} m_2 \left( \frac{a_r + b_r T}{a_r + b_r T_2} \right)^{c_S/b_r}} V (p - p^*) \quad [13]$$

Diferenciální rovnici prvního řádu [13] budeme řešit některou z numerických metod pro řešení obyčejných diferenciálních rovnic. Použijeme-li pro řešení tu nejednodušší Eulerovu metodu, dostaneme:

$$\frac{T_{i+1} - T_i}{\Delta t} = k_m k_S \frac{1}{\frac{c_S}{a_r + b_r T_i} m_2 \left( \frac{a_r + b_r T_i}{a_r + b_r T_2} \right)^{c_S/b_r}} V [p - p^*(T_i)] \quad [14]$$

kde:  $i$  – časový krok

$\Delta t$  – velikost časového kroku

Počáteční podmínka má tvar  $T_0 = T_2$ . Hodnoty součinitele přestupu hmoty budeme hledat regresí mezi známým, experimentálně naměřeným průběhem teploty daného vzorku a průběhem získaným řešením rovnic [13] a [14]. Rovnice [13] nám také umožňuje určit průběh teploty a hmotnosti chlazeného materiálu, známe-li termofyzikální vlastnosti materiálu a průběh celkového tlaku.

Ve vztazích pro určitou hodnotu součinitele přestupu hmoty vystupuje velikost objemu vzorku materiálu  $V$ . Při experimentálním ověřování procesu vakuového chlazení kusovitých potravin jsme používali vzorků válcového tvaru o průměru základny  $D$  a výšce  $H$ . Objem válce je:

$$V = \frac{\pi D^2 H}{4} \quad [15]$$

Rozměry vzorku byly měřeny před vlastním ohřevem. Protože během ohřevu došlo u některých vzorků ke změně objemu (i když ani u jednoho vzorku nebyla nijak markantní), provedeme redukci původního objemu na objem

food in pieces

	IV.		V.		VI.		VIIa.	VIIb
0,060	0,060	0,055	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060
0,100	0,085	0,095	0,100	0,100	0,110	0,110	0,112	0,102
0,3120	0,2457	0,2264	0,2855	0,3183	0,3136	0,3501	0,3105	0,3487
0,2320	0,1965	0,2082	0,2902	0,3238	0,3062	0,3452	0,3089	0,2524
0,2010	0,1730	0,1725	0,2584	0,2875	0,2772	0,3079	0,3084	0,2240
97 300								
98,2	98,5	95,3	97,8	97,9	99,6	99,4	99,6	99,4
97 300	99 610	99 610	98 480	98 480	98 850	98 850	97 580	97 580
98,9	99,5	99,5	99,2	99,2	99,3	99,3	98,9	98,9
34,8	30,5	28,4	30,9	27,8	29,3	29,0	40,3	40,0
5 196	4 686	4 246	4 533	4 044	4 075	3 767	7 592	7381
33,6	31,7	30,0	31,1	29,2	29,3	27,9	40,5	40,0
0,282743	0,240332	0,225704	0,282743	0,282743	0,311018	0,311018	0,316673	0,288398
-25,6	-20,0	-8,0	1,6	1,7	-2,4	-1,4	-0,5	-27,6
-13,4	-12,0	-17,1	-11,0	-11,2	-9,5	-10,8	0,0	-11,3
-35,6	-29,6	-23,8	-9,5	-9,7	-11,6	-12,1	-0,7	-35,8
5 293,386	4 391,531	6 610,294	4 068,089	3983,477	3 318,401	3 809,221		
5 295,303	4 393,354	6 612,935	4 069,722	3985,228	3 319,873	3 810,915		
	4 392		4 026		3 564			
	0,7632		0,3977		0,1392			
chlazeno	volně chlazeno		volně chlazeno		volně chlazeno		chlazeno ve vodní lázni <sup>23</sup>	

– kohlřabi; V. = brambora – potato; VI. = sekaná – chopped meat; VIIa. = sekaná – chopped meat; VIIb. = uzené maso II – smoked meat II

<sup>10</sup>temperature at the beginning of vacuum cooling; <sup>11</sup>pressure at the beginning of vacuum cooling; <sup>12</sup>temperature of saturated vapors corresponding of saturated vapors corresponding to pressure at the end of vacuum cooling; <sup>16</sup>body volume 1 000 K; <sup>17</sup>mass loss; <sup>18</sup>mean specific heat capacity;

po ohřevu. Označme ho redukováný objem  $V_R$ . Budeme-li předpokládat, že během varu došlo k lineární změně všech rozměrů (průměru a výšky vzorku), a budeme-li předpokládat, že se nezměnila hustota vzorku, můžeme psát:

$$V_R = V \frac{m_2}{m_1} \quad [16]$$

Tento redukováný objem budeme používat při výpočtech součinitele přestupu hmoty.

Pro numerické řešení obyčejné diferenciální rovnice [13] lze použít jednoduchý program, který řeší uvedeno obyčejnou diferenciální rovnici Eulerovou metodou [14] nebo metodou Runge-Kutta.

## VÝSLEDKY A DISKUSE

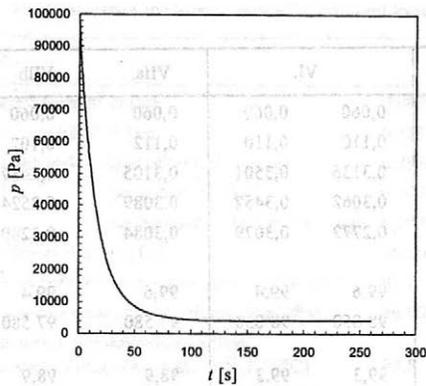
Základní údaje o experimentech vakuového chlazení kusovitých potravin jsou uvedeny v tab. 1. Typické průběhy časových závislostí teplot uvnitř měřeného vzorku sekané v průběhu jeho ohřevu jsou znázorněny na obr. 4. Na obr. 5 je naproti tomu časový průběh teplot v měřeném vzorku sekané v průběhu vakuového chlazení a na

obr. 6 časový průběh celkového tlaku v okolí vzorku během vakuového chlazení.

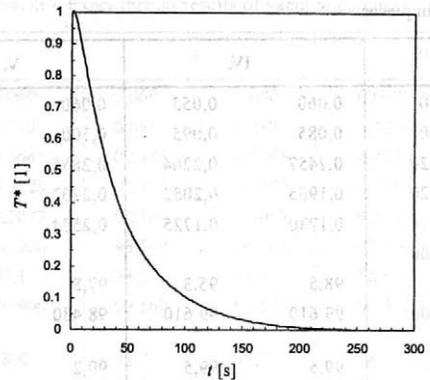
Průběh teplot je pro všechny chlazené materiály analogický. Je charakterizován rychlým poklesem teploty v první fázi a pomalejším poklesem ve fázi druhé. Jak je z obrázků patrné, ke konci procesu vakuového chlazení dochází téměř k zastavení poklesu teploty. To je dáno tím, že vývěva už nedokáže snížit tlak v systému. Jak je patrné z obr. 7 (závislost bezrozměrné teploty na čase), blíží se teplota vzorku chlazeného materiálu na konci vakuového chlazení teplotě odpovídající teplotě sytých par při tlaku, který je roven celkovému tlaku dosaženému v systému na konci procesu vakuového chlazení. Bezrozměrná teplota je definována vztahem [17]:

$$T^* = \frac{T - T_3''}{T_2'' - T_3''} \quad [17]$$

Vyhodnocení součinitele přestupu hmoty bylo prováděno na základě matematického modelu popsaného v předchozí části. Součinitel přestupu hmoty byl hledán pomocí metody nejmenších čtverců. Cílem tady bylo najít součinitel přestupu hmoty tak, aby byl minimalizován součet



Obr. 6 Časový průběh celkového tlaku při vakuovém chlazení vzorku sekané (měření VI-1) – Time-total pressure history at vacuum cooling of chopped meat sample (measurement VI-1)



Obr. 7. Časový průběh bezrozměrné střední teploty uvnitř vzorku sekané při jeho vakuovém chlazení (měření VI-1) – Time-dimensionless mean temperature history inside chopped meat sample at its vacuum cooling (measurement VI-1)

druhých mocnin odchylek<sup>3)</sup> průběhu teploty získaného řešením rovnice [13], resp. jejího diferenciálního tvaru [14] od naměřených experimentálních hodnot.

Na obr. 8 vidíme porovnání experimentálních hodnot a hodnot vypočtených podle rovnic [13] a [14] pro případ vakuového chlazení vzorku sekané. Hodnoty získané numerickou simulací jsou uvedeny v tab. 1.

V tab. 1 jsou rovněž uvedeny hodnoty měrné tepelné kapacity vzorku získané výpočtem pomocí rovnic [1.3] a [7].

Teoretický průběh hmotnosti vybraného vzorku sekané během vakuového chlazení, který vychází z uvedené teorie (rovnice [5]), je uveden na obr. 9. Vzhledem k tomu, že během vlastního vakuového chlazení jsme průběžně hmotnost vzorku neměřili (i když by to bylo zřejmě významné a poučné), nemůžeme tento teoretický průběh porovnat s průběhem experimentálním. S experimentálním průběhem však musí nicméně souhlasit počáteční a konečná hodnota hmotnosti vzorku. Vyplývá to z tepelné bilance vzorku, z níž průběh hmotnosti počítáme.

Na obr. 10 je vyznačen průběh poslední významné veličiny – experimentálně naměřeného celkového tlaku. Vzhledem k tomu, že tento průběh není uvedeným mode-

lem předpovídán, je na obr. 10 znázorněn průběh experimentálně naměřeného celkového tlaku a průběh tlaku sýchých par odpovídající teplotě vzorku v daném čase.

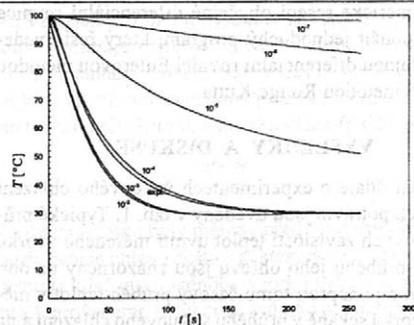
Posledním důležitým parametrem pro praktické použití vakuového chlazení je hmotnostní úbytek vzorků. Relativní hmotnostní úbytky vznikající vlivem varu, vakuového chlazení a celkové relativní hmotnostní úbytky jsou uvedeny v tab. 1.

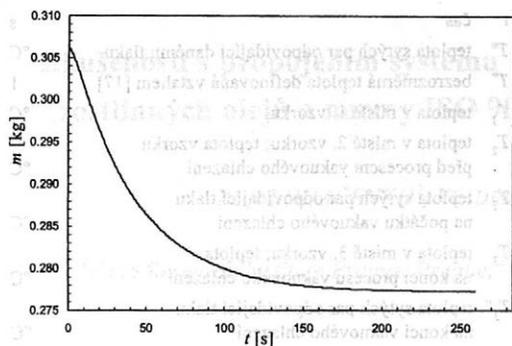
Při vlastních experimentech vakuového chlazení jsme se zaměřili i na sledování kvality chlazených potravin. Ani u jednoho vzorku jsme nezjistili významné snížení jeho kvality nebo chuti. Pouze u některých vzorků uzeného masa docházelo k částečnému oschnutí povrchu vzorků. Střed vzorků měl obsah šťávy a barvu nezměněny. Pro tyto materiály, které jsou náchylné k osychání, bude vhodné provádět chlazení přímo ve vodní lázni.

Experimentální chlazení kusovitých vzorků ve vodní lázni jsme zkoušeli v měření VI a VII (uzené maso a sekaná). Z naměřených dat jsme však vyhodnocovali pouze relativní hmotnostní úbytky a ne již hodnotu součinitele přestupu hmoty, protože se jedná kvalitativně o jiný děj, odpovídající spíše vakuovému chlazení kapalných potravin.

<sup>3)</sup> Zcela jistě bude zajímavé znázornit, jakým způsobem závisí změna průběhu teplotního pole získaná řešením rovnic [13] a [14] na hodnotě hledaného součinitele přestupu hmoty. Výsledky této citlivostní analýzy vidíme na obr. 3.1.

Obr. 3.1. Vypočtený časový průběh střední teploty vzorku sekané při jeho vakuovém chlazení pro různé hodnoty  $k_m, k_S$  (měření VI-1) – výsledek numerické simulace – Predicted time-mean temperature history of chopped meat sample at its vacuum cooling for different values  $k_m, k_S$  (measurement VI-1) – results of numerical modelling



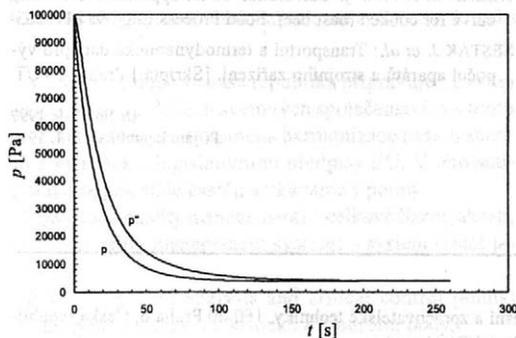


Obr. 8. Porovnání experimentálně naměřeného a výpočtem zjištěného časového průběhu střední teploty uvnitř vzorku sekané při jeho vakuovém chlazení (měření VI-1) – Comparison of experimentally measured and predicted time-mean temperature history inside chopped meat sample at its vacuum cooling (measurement VI-1)

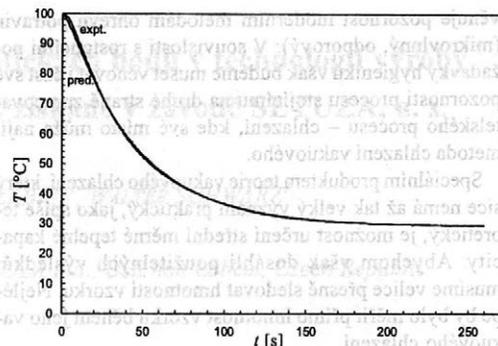
### Závěry

Zabývali jsme se procesem vakuového chlazení kusovitých potravin. Na základě fyzikální představy o dějích probíhajících během procesu vakuového chlazení jsme vytvořili matematický model vakuového chlazení. Pomocí rovnic [13], [14], [4] a [5] můžeme na základě znalosti vlastností chlazeného materiálu, hodnoty součinitele přestupu hmoty a experimentálně naměřeného průběhu celkového tlaku v chlazeném prostoru určit průběh teploty v chlazeném vzorku, průběh hmotnosti vzorku, případně průběh teploty sytých par.

S pomocí výsledků experimentálního měření procesu vakuového chlazení vybraných druhů kusovitých potravin se nám podařilo určit hodnotu součinitele přestupu



Obr. 10. Průběh celkového tlaku v systému (experimentálně naměřený) a průběh tlaku sytých par odpovídající střední teplotě vzorku sekané při jeho vakuovém chlazení (měření VI-1) – Curve of total pressure in the system (experimentally measured) and curve of saturated vapour pressure corresponding to the mean temperature of chopped meat sample at its vacuum cooling (measurement VI-1)



Obr. 9. Vypočtený časový průběh hmotnosti vzorku sekané při jeho vakuovém chlazení (měření VI-1) – Predicted time history of chopped meat sample mass at its vacuum cooling (measurement VI-1)

hmoty (resp. hodnotu součinu součinitele přestupu hmoty a pórizity). Vypočtené hodnoty jsou uvedeny v tab. 2 v závislosti na materiálu vakuově chlazeného vzorku.

Kvalita potravin se během procesu vakuového chlazení prakticky nemění. Je vhodné zejména pro kusovité potraviny s vyšším počátečním obsahem volné vody. V případě vakuového chlazení masa může docházet k osychání povrchových vrstev chlazeného materiálu, přičemž v ostatních částech chlazeného materiálu zůstává kvalita prakticky nezměněna. Tyto potraviny (s nižším počátečním obsahem volné vody) by bylo vhodné chladit přímo spolu s varnou lázní. V tom případě se však již blížíme modelování vakuového chlazení kapalin v nichž jsou umístěny vzorky kusovitých potravin. Vakuovým chlazením kapalných potravin se zabývali HOUSKA *et al.* (1996).

Vakuové chlazení je perspektivní metodou rychlého chlazení pro velkovýrobu (doplnění varných kotlů kondenzátorem a vývěvou). V současnosti se ve velké míře

Tab. 2. Experimentální výsledky hodnoty součinitele přenosu hmoty při vakuovém chlazení kusovitých potravin – Experimental values of mass transfer coefficient at vacuum cooling of foods in pieces

Vzorek <sup>1</sup>	1 000 $k_s \cdot t_m$ [kg·s <sup>-1</sup> ·m <sup>-3</sup> ·Pa <sup>-1</sup> ]
Kedlubna <sup>2</sup>	0,7632
Brambora <sup>3</sup>	0,3977
Šunkový salám <sup>4</sup>	0,1675
Sekaná <sup>5</sup>	0,1392
Uzené maso – rolka <sup>6</sup>	0,0736
Salám Herkules <sup>7</sup>	0,0457

<sup>1</sup>sample; <sup>2</sup>kohlrabi; <sup>3</sup>potato; <sup>4</sup>ham salami; <sup>5</sup>chopped meat; <sup>6</sup>smoked rolled meat; <sup>7</sup>Herkules salami

věnuje pozornost moderním metodám ohřevu potravin (mikrovlnný, odporový). V souvislosti s rostoucími požadavky hygieniků však budeme muset věnovat i část své pozornosti procesu stojícímu na druhé straně zpracovatelského procesu – chlazení, kde své místo může najít metoda chlazení vakuového.

Speciálním produktem teorie vakuového chlazení, který sice nemá až tak velký význam praktický, jako spíše teoretický, je možnost určení střední měrné tepelné kapacity. Abychom však dosáhli použitelných výsledků, musíme velice přesně sledovat hmotnosti vzorku. Nejlépe by bylo měřit přímo hmotnost vzorku během jeho vakuového chlazení.

#### Seznam symbolů

$\Delta t$	velikost časového kroku	s
$a$	absolutní konstanta lineární regresní funkce v [4]	$J \cdot kg^{-1}$
$b$	násobná konstanta lineární regresní funkce v [4]	$J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$
$c$	měrná tepelná kapacita vzorku	$J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$
$c_p$	střední měrná tepelná kapacita vzorku	$J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$
$D$	průměr vzorku chlazeného materiálu	m
$H$	výška válcového vzorku chlazeného materiálu	m
$i$	číslo časového kroku (index)	1
$k_m$	součinitel přestupu hmoty	$kg \cdot s^{-1} \cdot m^{-2} \cdot Pa^{-1}$
$k_s$	geometrický součinitel – pórozita	$m^{-1}$
$m$	hmotnost vzorku obecně	kg
$m_1$	hmotnost vzorku počáteční	kg
$m_2$	hmotnost vzorku po varu před procesem vakuového chlazení	kg
$m_3$	hmotnost vzorku na konci procesu vakuového chlazení	kg
$p$	celkový tlak v okolí chlazeného vzorku	Pa
$p^*$	tlak sytých par odpovídající dané teplotě	Pa
$p^*$	bezrozměrný celkový tlak v okolí chlazeného vzorku	1
$p_2$	celkový tlak v okolí chlazeného vzorku na počátku procesu vakuového chlazení	Pa
$p_3$	celkový tlak v okolí chlazeného vzorku na konci procesu vakuového chlazení	Pa
$p_a$	barometrický tlak	Pa
$r$	výparné teplo vody	$J \cdot kg^{-1}$
$r_s$	střední výparné teplo vody	$J \cdot kg^{-1}$
$T$	teplota obecně	$^{\circ}C$

$t$	čas	s
$T^*$	teplota sytých par odpovídající danému tlaku	$^{\circ}C$
$T^*$	bezrozměrná teplota definovaná vztahem [17]	1
$T_1$	teplota v místě 1. vzorku	$^{\circ}C$
$T_2$	teplota v místě 2. vzorku; teplota vzorku před procesem vakuového chlazení	$^{\circ}C$
$T_2$	teplota sytých par odpovídající tlaku na počátku vakuového chlazení	$^{\circ}C$
$T_3$	teplota v místě 3. vzorku; teplota na konci procesu vakuového chlazení	$^{\circ}C$
$T_3^*$	teplota sytých par odpovídající tlaku na konci vakuového chlazení	$^{\circ}C$
$T_4$	teplota v místě 4. vzorku	$^{\circ}C$
$T_5$	teplota v místě 5. vzorku	$^{\circ}C$
$T_i$	teplota v $i$ -tém časovém kroku	$^{\circ}C$
$T_{i+1}$	teplota v $i + 1$ časovém kroku	$^{\circ}C$
$V$	objem vzorku materiálu	$m^3$
$V_R$	redukováný objem vzorku materiálu definovaný [16]	$m^3$

#### Literatura

- BURFOOT D., SELF K., HUDSON W. R., WILKINS T. J., JAMES S. J. (1990): Effect of cooking and cooling method on the processing times, mass losses and bacterial condition of large meat joints. *Int. Food Sci. Technol.*, **25**: 657–667.
- GRÉE R., DOSTÁL M., HOUŠKA M. (1995): Vakuové chlazení kusovitých potravin. *Potrav. Vědy*, **13**: 139–154.
- HAAR L., GALLAGHER J. S., KELL G. S. (1984): NBS/NRC Steam Tables. Thermodynamic and Transport Properties and Computer Programs for Vapor and Liquid States of Water in SI Units. Washington–New York–London, Hemisphere Publ. Corp.
- HOUŠKA M., PODLOUCKÝ Š., ŽITNÝ R., GRÉE R., ŠESTÁK J., DOSTÁL M., BURFOOT D. (1996): Mathematical model of the vacuum cooling of liquids. *J. Food Eng.*, **29**: 339–348.
- NOLAN E. J. (1987): Calculation of an approximate cooling curve for cooked roast beef. *Food Process Eng.*, **9**: 247–263.
- ŠESTÁK J. *et al.*: Transportní a termodynamická data pro výpočet aparátů a strojního zařízení. [Skripta.] Praha, ČVUT.

Došlo 17. 9. 1997

Přijato k publikaci 8. 1. 1999

#### Kontaktní adresa:

Ing. MARTIN DOSTÁL, ČVUT Praha, Fakulta strojní, Ústav procesní a zpracovatelské techniky, 160 00 Praha 6, Česká republika, tel.: + 420 2 24 35 25 60, fax: + 420 2 24 31 02 92, e-mail: dostal@fsid.cvut.cz

## Zkušenosti s propojením systému kritických bodů v technologii výroby rostlinných olejů a normy ISO 9002 získané v závodě SETUZA, a. s.

IVAN BOHAČENKO<sup>1</sup>, VLADIMÍR ERBAN<sup>1</sup>, WALTER SCHWARZ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Food Research Institute Prague, Prague, <sup>2</sup>SETUZA Ltd., Ústí nad Labem, Czech Republic

### Abstract

BOHAČENKO I., ERBAN V., SCHWARZ W. (1999): Experiences with interconnection of the Critical Points System (HACCP) in production technology of plant edible oils and ISO 9002 in company SETUZA, Ltd. Czech J. Food Sci., 17: 113–120.

The article describes the determination of critical points (HACCP system) for production technology of plant edible oils in company SETUZA, a. s., Ústí nad Labem. In the view of the local company situation, when the ISO 9002 standard has been introduced for this group of products there, the process of HACCP introduction was designed in the way which would ensure their highest compatibility within the framework of the company total quality management. This was achieved by incorporating the common points of both these systems into their documentation. At the same time, the required procedures for introduction of these systems have been followed, in case of HACCP it was the Public notice of the Ministry of Agriculture 147/1998.

**Key words:** production; edible plant oils; HACCP; critical points; ISO 9002; compatibility of HACCP/ISO

### Souhrn

BOHAČENKO I., ERBAN V., SCHWARZ W. (1999): Zkušenosti s propojením systému kritických bodů v technologii výroby rostlinných olejů a normy ISO 9002 získané v závodě SETUZA, a. s. Czech J. Food Sci., 17: 113–120.

V článku je popsáno stanovení kritických bodů (systém HACCP) pro technologii výroby rostlinných jedlých olejů v závodě SETUZA, a. s. v Ústí nad Labem. Protože v této organizaci již existovala ve stadiu vysoké rozpracovanosti pro tuto skupinu výrobků norma ISO 9002, byl při zavádění HACCP navržen takový postup prací, který by zajistil jejich co nejvyšší kompatibilitu v rámci celopodnikového systému řízení jakosti. Toho bylo dosaženo přenášením společných prvků obou systémů do jejich dokumentací. Zároveň byly zachovávány předepsané postupy pro zavádění těchto systémů, v případě HACCP Vyhláška MZe 147/1998 Sb., o způsobu stanovení kritických bodů v technologii výroby.

**Klíčová slova:** výroba; rostlinné jedlé oleje; HACCP; kritické body; ISO 9002; kompatibilita HACCP/ISO

V současné době se naše republika připravuje na vstup do EU, resp. do dalších světových společenství, a s tímto procesem integrace je spojena harmonizace našich zákonů a vyhlášek s legislativními předpisy EU. V této souvislosti se pak stále častěji setkáváme s pojmy:

- TQM (total quality management) – celkové řízení jakosti,
- QMS (quality management system) – systém řízení jakosti,
- HACCP (hazard analysis and critical control points) – analýza nebezpečí a kritické a kontrolní body,
- normy řady ISO 9000 a další.

Všechny tyto pojmy, za kterými se v podstatě skrývají nové nástroje (formy) řízení založené především na prevenci, však mají jednoho společného jmenovatele – směřují k zajištění jakosti výrobků, v našem případě potravinářských. Podle normy ISO 8402 z roku 1984 jakosti rozumíme „souhrn charakteristických vlastností výrobku (služeb), které mají

vliv na jeho schopnost uspokojit deklarované či předpokládané potřeby“. Přehledně tyto a další systémy zajišťování jakosti ve vztahu k potravinářství uvádí SUKOVÁ (1997), která konstatuje, že realizaci uvedených nástrojů řízení výrobce jednak zajišťuje a deklaruje (lépe zaručuje, neboť ze zákona má dnes tuto povinnost) jakost svých výrobků, jednak může být podle nich i kontrolován.

V polovině roku 1997 bylo v podniku SETUZA, a. s. započato se zaváděním systému kritických bodů v technologii výroby rostlinných jedlých olejů (dále jen RJO). V té době zde již byla (ve stadiu vysoké rozpracovanosti) zaváděna pro tuto skupinu výrobků norma ISO 9002. Za této situace se vrcholový management podniku rozhodl propojit oba systémy při maximálním využití stávající dokumentace normy ISO 9002 u nově vytvářené dokumentace pro systém kritických bodů a docílit tím účelné a komplexní řízení jakosti svých výrobků. Tento záměr

byl realizován ve spolupráci a pod metodickým vedením Výzkumného ústavu potravinářského Praha.

### Teoretická část

V naší potravinářské výrobní praxi jsou dnes nejvíce frekventovány dva systémy zajišťování a řízení jakosti, a to normy řady ISO 9000 (nejvíce ISO 9002, resp. 9001) a systém stanovení kritických bodů v technologii výroby. Zavedení norem ISO 9000 (ač není uzákoněno) je čím dál častěji vyžadováno především zahraničními odběrateli. Stanovení kritických bodů v technologii výroby je našim výrobcům potravin uloženo jako povinnost vyplývající ze Zákona o potravinách (Zákon... 1997) a navazující vyhlášky (Vyhláška... 1998). Na tomto místě upozorňujeme, že stanovení kritických bodů v technologii výroby je založeno na stejných principech jako celosvětově používaný systém HACCP (Codex... 1993; MATYÁŠ 1993; MATYÁŠ *et al.* 1996). Můžeme je tedy považovat za prakticky totožné, a proto budeme v textu používat pouze zkratku HACCP.

Při zavádění obou systémů (HACCP a ISO 9000), které je finančně i časově náročnou záležitostí vyžadující participaci multidisciplinárního týmu odborníků, se nelze divit tomu, že naši výrobci potravin často kladou otázky typu:

- Musíme mít zavedeny oba systémy?
- Nahrazují normy řady ISO 9000 systém HACCP a naopak?
- Který ze systémů řízení jakosti máme zavádět dříve?
- Můžeme zavést takový systém, který by spojil normy řady ISO 9000 a HACCP do jednoho?

Je možné konstatovat, že na ně hledají odpovědi i odborníci z mnoha zemí a v současné době jsou obecně přijímány následující názory:

1. Systémy řízení jakosti podle norem řady ISO 9000 a podle HACCP nejsou zaměnitelné.
2. Propojení (interakce) norem řady ISO 9000 se systémem HACCP je nejen možné, ale žádoucí, neboť oba systémy jsou součástí TQM, tj. celkového (komplexního) řízení jakosti.

Na tomto místě připomínáme, že podle legislativy EU (Směrnice... 1994) je do systému TQM zařazován i požadavek na plnění hygienických a sanitacních předpisů.

Nové, a podle našich zkušeností pro praxi velmi užitečné, je doporučení týkající se vypracování tzv. prerequisite programs (SPERTER *et al.* 1998) obsahujících požadavky, které musí závod splňovat *sine qua non*. Jedná se například o dokumentace o budovách a výrobních zařízeních, metrologický řád, plány hygieny a sanitace, plány pro specifikaci a kontrolu přijímaných surovin včetně vyhodnocování nabídek dodavatelů, interní plány laboratorní kontroly finálních výrobků včetně vyhodnocování reklamací apod. Tyto programy, jejichž aktuální verze by měly být k dispozici při zavádění systému HACCP, usnadňují provedení dobré analýzy nebezpečí a podporují úspěšné udržování systému HACCP včetně jeho verifikace.

Hlavním důvodem pro první závěr je skutečnost, že i když oba systémy přispívají ke stejnému cíli, tj. zajištění co nejvyšší jakosti potravinářských výrobků pro uspokojení potřeb zákazníků, jsou odlišné jak v pojetí, tak v zaměření se na jiné aspekty (složky, charakteristiky) systémů jakosti. Tomu odpovídá i různost v pracovních postupech používaných při jejich zavádění. Normy řady ISO 9000, které mohou být používány v libovolném výrobním odvětví, představují pouze návrh modelu pro vytváření systému řízení jakosti, který nechává uživateli značnou volnost při jejich interpretaci z hlediska jeho cílů v systému zajišťování kvality. Naproti tomu systém HACCP se nyní uplatňuje specificky v potravinářské sféře a je určen především pro zajištění zdravotní nezávadnosti potravin. Jeho principů však lze použít i k zajištění dalších aspektů jakosti potravinářských výrobků (Codex... 1993).

Pokud se týká propojení obou citovaných systémů, lze za významná považovat stanoviska v závěrečných doporučených skupině ISO/TC 34 z roku 1997 (Směrnice... 1997), kde se uvádí, že normy řady ISO 9000 poskytují dobrý základ pro realizaci požadavků systému HACCP a použití obou technik by mělo přispět k vytvoření účinného systému TQM. Například pro identifikaci kritických bodů v rámci systému HACCP mohou být normy řady ISO 9000 použity pro kontrolu a sledování těchto bodů. Naopak v rámci norem řady ISO 9000 mohou být snadno dokumentovány postupy pro zavádění systému HACCP. Konkrétní využití možných interakcí obou systémů je však ponecháno na interním rozhodnutí potravinářských organizací podle jejich konkrétní situace. Podobně jestliže se výrobce potravin rozhodne zavádět systém HACCP i normy řady ISO 9000, pořadí realizace závisí na jeho výběru a obecně není možné poskytnout radu, která cesta by měla být preferována. U nás se rozbohem ISO norem řady 9000 a jejich provázaností na systém HACCP zabýval MATYÁŠ (1996) a v zahraničí např. JOUVE (1996).

Dále uvádíme informace, podle kterých je v praxi prováděno propojení systému HACCP a norem ISO 9000 holandskou organizací pro aplikovaný vědecký výzkum TNO Nutrition and Food Research (Zeist). Tato organizace má se zaváděním HACCP dlouholeté zkušenosti, její pracovníci se aktivně podílejí na činnosti mezinárodních komisí a pracovních skupin s touto problematikou a navíc je pověřena certifikací systémů HACCP zavedených v potravinářských závodech na území Holandska. Respektuje též zásadu (v souladu s uvedenými závěry skupiny ISO/TC 34), že účinný systém celkového řízení jakosti TQM pro výrobu potravin musí vedle dalších atributů zahrnovat jak HACCP, tak normy ISO 9000, které jsou v současnosti i samostatně certifikovány. To je také důvodem, proč TNO doporučuje při jejich zavádění a propojování kombinovat, resp. doplňovat silné a slabé stránky obou těchto systémů (FOLSTAR 1997).

Za slabinu systému HACCP zaváděného podle zásad Codexu Alimentarius (1993) jsou pak považovány nedo-

Tab. 1. Možné interakce systémů HACCP a norem řady ISO 9001 (Školící materiály TNO/VÚPP 1997) – Possible interaction between HACCP a ISO 9001 systems

ISO 9001	HACCP									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Zodpovědnost vedení <sup>1</sup>	■									□
2. Systém řízení (QMS) <sup>2</sup>	■									■
3. Přezkoušení smluv <sup>3</sup>							□			
4. Vývoj <sup>4</sup>		□	□	□	□	□				
5. Spravování dokumentů a údajů <sup>5</sup>										■
6. Nákup/Zásobování <sup>6</sup>								■		
7. Spravování výrobků opatřených zákazníky <sup>7</sup>										
8. Označování a zpětné sledování výrobku <sup>8</sup>	■								□	■
9. Řízení procesu <sup>9</sup>	□		■	■	■	■	■	■	□	■
10. Zkoušení <sup>10</sup>								■		□
11. Kontrola zkušebních prostředků <sup>11</sup>								□		□
12. Stav z hlediska zkoušení <sup>12</sup>								□		
13. Zacházení s vadnými výrobky <sup>13</sup>								■	□	□
14. Opravná a preventivní opatření <sup>14</sup>								■	□	□
15. Manipulace, skladování, balení, zabezpečení a přeprava <sup>15</sup>	□	■	■	■	■	■	■	■	□	■
16. Spravování záznamů o jakosti <sup>16</sup>										■
17. Interní audit jakosti <sup>17</sup>									■	
18. Školení <sup>18</sup>							□	□	□	
19. Služba zákazníkům <sup>19</sup>	□								■	
20. Statistické metody <sup>20</sup>								■	□	

1 = Jmenování týmu – Appointment of HACCP team

2 = Popis a užití výrobku – Product information

3 = Popis výrobního provozu – Process flow chart

4 = Analýza nebezpečí – Hazard analysis

5 = Stanovení CCP – Determination of CCPs

■ přímý vztah – direct relation

6 = Určení kritických mezí – Critical limits

7 = Sledování zvládnutelného stavu v CCP – Monitoring

8 = Nápravná patření – Corrective actions

9 = Ověřovací postupy HACCP – Verifications

10 = Dokumentace – Documentation

□ nepřímý vztah – indirect relation

<sup>1</sup>management responsibility; <sup>2</sup>quality system; <sup>3</sup>contract review; <sup>4</sup>design control; <sup>5</sup>document and data control; <sup>6</sup>purchasing; <sup>7</sup>control of customer-supplied product; <sup>8</sup>product identification and traceability; <sup>9</sup>process control; <sup>10</sup>inspection and testing; <sup>11</sup>control of inspection, measuring and test equipment; <sup>12</sup>inspection and test status; <sup>13</sup>control of nonconforming product; <sup>14</sup>corrective and preventive action; <sup>15</sup>handling, storage, packaging, preservation and delivery; <sup>16</sup>control of quality records; <sup>17</sup>internal quality audits; <sup>18</sup>training; <sup>19</sup>servicing; <sup>20</sup>statistical techniques

statky ve vymezení všech organizačních vztahů a prvků nutných pro celkové řízení jakosti v podniku a za slabinu norem řady ISO 9000 nedostatečná pozornost pro preventivní zabezpečení zdravotní nezávadnosti potravin. Pro usnadnění prací při hledání možných interakcí při zavádění obou systémů byla TNO navržena matice vztahů (tab. 1), v níž je ve vstředním sloupci uvedeno 20 prvků pro splnění požadavků normy řady ISO 9000 proti 10 bodům zásad postupu při realizaci systému HACCP, uvedeným ve sloupci vodorovném.

### Pracovní část

V souladu se současnými trendy a stanovisky autorů a s potřebami podniku SETUZA, a. s. bylo nejprve rozhodnuto zavádět oba systémy samostatně, včetně vypracování vlastní dokumentace, kterou tvoří jednotný soubor

organizačních směrnic. Ty mohou být následně nezávisle certifikovány. Jejich propojení a zajištění kompatibility nové dokumentace pro HACCP se stávající dokumentací normy ISO 9002 bylo realizováno v následujících krocích.

#### Krok 1: Sestavení pracovního týmu pro zavádění HACCP

Tým byl sestaven tak, aby v něm byli vedle externích pracovníků zapojeni pokud možno stejní pracovníci podniku SETUZA, a. s., kteří participovali na zavádění normy ISO 9002. V čele obou pracovních skupin (jak pro ISO, tak pro HACCP) stojí ředitel pro jakost. Důvodem pro toto rozhodnutí bylo vytvořit kolektiv s vysokou profesní zdatností a akceschopností řešit problémy z titulu svých funkčních postavení, který na základě proškolení pochopil cíle obou systémů v interním TQM. Vzhledem k jejich dřívějším zkušenostem se mohli jeho členové snadno orientovat ve stávající dokumentaci normy ISO 9002.

**Krok 2: Vypracování popisu a předpokládaného použití výrobků sledovaných v systému HACCP**

Za základ byly vzaty podnikové výrobní normy, které se uplatňují i v normě ISO 9002.

**Krok 3: Implementace schémat a popisů výrobních operací (postupů) používaných v technologickém procesu výroby RJO z dokumentace normy ISO 9002 do dokumentace HACCP**

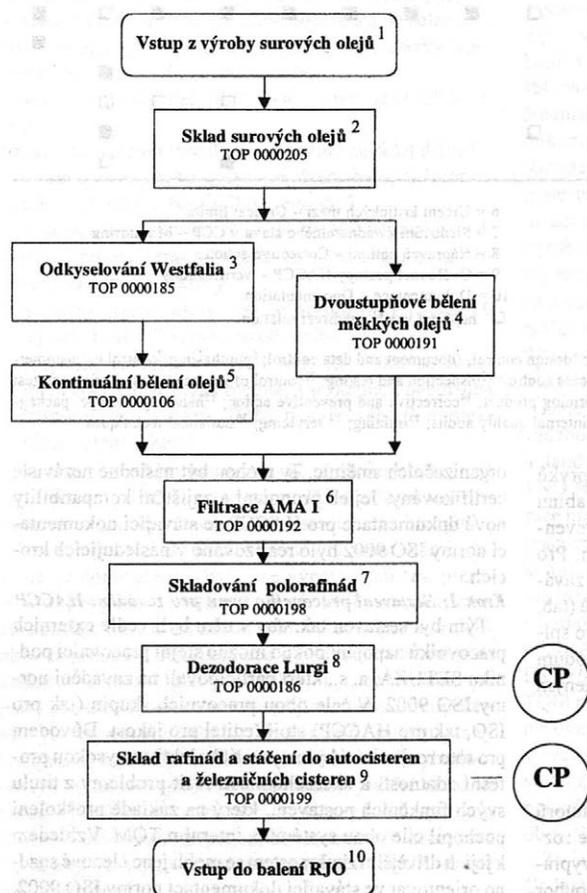
Není možné, aby v jednom podniku existovaly dvě různé dokumentace tohoto typu pro jeden a tentýž technologický postup používaný v rámci TQM. Proto byl do dokumentace HACCP jednak zařazen nový vypracovaný diagram celého technologického procesu výroby RJO včetně stručného popisu (blokové schéma jeho výrobních operací), a dále i detailní schémata jednotlivých výrobních operací, která jsou identická s dokumentací ISO 9002. Důležité však je, že u každé výrobní operace (bloku) v diagramu výrobního procesu je uvedeno i číslo TOP (technicko-organizačního předpisu), podle kterého lze v dokumentaci ISO snadno nalézt jeho podrobné schéma

a popis. Tímto způsobem je zajištěna nejen kompatibilita těchto částí dokumentace v obou systémech, ale i velmi dobrá možnost využití informací z normy ISO 9002 týmem pro zavádění HACCP při hodnocení výrobních operací, analýze nebezpečí, stanovení kritických bodů včetně odpovídajících znaků, hodnot kritických mezí a sledování jejich zvládnutého stavu.

Jako příklad uvádíme část diagramu výrobního procesu týkající se rafinace RJO (obr. 1) a schéma výrobní operace „dezodorace na koloně Lurgi“ (obr. 2), která je převzata z dokumentace ISO 9002.

**Krok 4: Provedení analýzy nebezpečí****Krok 5: Stanovení kritických bodů****Krok 6: Stanovení znaků a hodnot kritických mezí pro každý kritický bod**

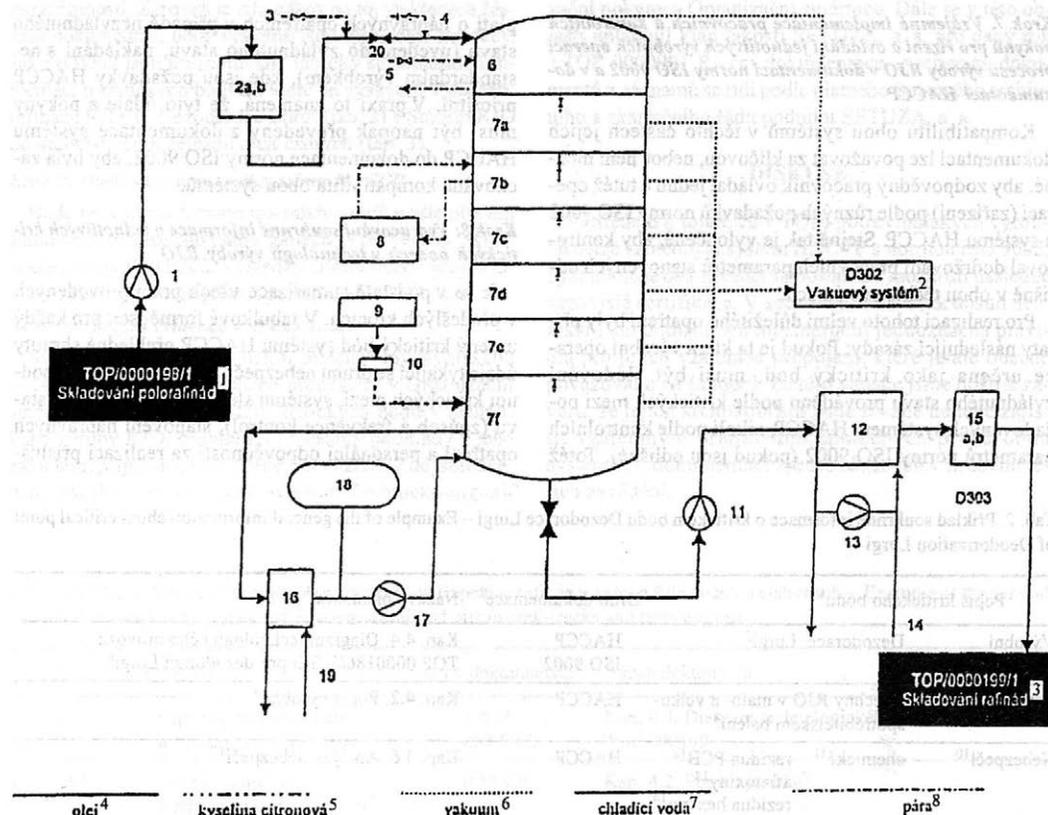
Kroky 4–6 byly provedeny podle příslušných bodů § 1 a § 2 Vyhlášky MZe (1998) a jsou samostatně uvedeny v dokumentaci HACCP.



<sup>1</sup>input from the production of crude oils; <sup>2</sup>storage of refined oils; <sup>3</sup>deacidification Westfalia; <sup>4</sup>two-stage bleaching of oils; <sup>5</sup>continuous bleaching of oils; <sup>6</sup>filtration AMA I; <sup>7</sup>storage of semi-refined oils; <sup>8</sup>deodorization Lurgi; <sup>9</sup>store of refined oils and filling of tank-trucks and tank-wagons; <sup>10</sup>input into packaging of vegetable edible oils

CP = kritické body – critical point

Obr. 1. Diagram technologického procesu výroby RJO (část Rafinace surových olejů) – Diagram of the technological process of the vegetable edible oils production (part Refining of crude oils)



1 = čerpadlo polorafinády G301 – pump of semi-refined oil G301

2a, b = vstupní filtry D304 – input filters D304

3 = vstup páry do čerpací trasy – steam inlet into pumping path

4 = vstup páry do kolony – steam inlet into column

5 = vstup páry do odplyňovacího stupně F301 – steam inlet into degassing stage F301

6 = odplyňovací stupeň F301 – degassing stage F301

7a = 1. patro dezodorační kolony D301 (předehřívací) – 1<sup>st</sup> tray of deodorization column D301 (preheating)

7b = 2. patro dezodorační kolony D301 (vyhřívací) – 2<sup>nd</sup> tray of deodorization column D301 (heating)

7c = 3. patro dezodorační kolony D301 (dezodorační) – 3<sup>rd</sup> tray of deodorization column D301 (deodorizing)

7d = 4. patro dezodorační kolony D301 (dezodorační) – 4<sup>th</sup> tray of deodorization column D301 (deodorizing)

7e = 5. patro dezodorační kolony D301 (předchlazovací) – 5<sup>th</sup> tray of deodorization column D301 (precooling)

7f = 6. patro dezodorační kolony D301 (chladičí) – 6<sup>th</sup> tray of deodorization column D301 (cooling)

8 = vysokotlaký vyvíječ páry Wanson D310 – high-pressure steam generator Wanson D310

9 = zásobník kyseliny citronové F305 – citric acid reservoir F305

10 = odměrka kyseliny citronové – citric acid measuring vessel

11 = čerpadlo rafinovaného oleje G302 z D301 – pump of refined oil G302 from D301

12 = chladič rafinády E301 – cooler of refined oil E301

13 = temperační čerpadlo chladiče E301 – tempering pump of cooler E301

14 = vstup chladicí vody do chladiče E301 – inlet of cooling water into cooler E301

15a, b = výstupní filtry rafinády – output filters of refined oils

16 = chladič E303 (chladičí okruh 6. patra) – cooler G304 (cooling circle 6<sup>th</sup> tray)

17 = čerpadlo G304 (chladičí okruh 6. patra) – pump G304 (cooling circle 6<sup>th</sup> tray)

18 = vyrovnávací nádrž F303 (chladičí okruh 6. patra) – equalizing reservoir F303 (cooling circle 6<sup>th</sup> tray)

19 = přívod ochlazené vody – cooled water feed

20 = kulový ventil KV301 (vstup oleje do F301) – globe valve KV301 (oil inlet into F301)

<sup>1</sup>storage of semi-refined oils; <sup>2</sup>vacuum system; <sup>3</sup>storage of refined oils; <sup>4</sup>oil; <sup>5</sup>citric acids; <sup>6</sup>vacuum; <sup>7</sup>cooling water; <sup>8</sup>steam

Obr. 2. Schéma dezodorační na koloně Lurgi (TOP 0000186) – Flow sheet of deodorization Lurgi (TOP 0000186)

**Krok 7. Vzájemná implementace pracovních a kontrolních pokynů pro řízení a ovládní jednotlivých výrobních operací procesu výroby RJO v dokumentaci normy ISO 9002 a v dokumentaci HACCP**

Kompatibilitu obou systémů v těchto částech jejich dokumentaci lze považovat za klíčovou, neboť není možné, aby zodpovědný pracovník ovládal jednu a tutéž operaci (zařízení) podle různých požadavků normy ISO 9002 a systému HACCP. Stejně tak je vyloučené, aby kontroloval dodržování pracovních parametrů stanovených odlišně v obou těchto systémech.

Pro realizaci tohoto velmi důležitého opatření byly přijaty následující zásady: Pokud je ta která výrobní operace určena jako kritický bod, musí být sledování zvládnutého stavu prováděno podle kritických mezí požadovaných systémem HACCP, nikoli podle kontrolních parametrů normy ISO 9002 (pokud jsou odlišné). Totéž

platí o nápravných opatřeních v případě nezvládnutého stavu (uvedení do zvládnutého stavu, nakládání s nestandardním výrobkem), kde jsou požadavky HACCP prioritní. V praxi to znamená, že tyto údaje a pokyny musí být naopak převedeny z dokumentace systému HACCP do dokumentace normy ISO 9002, aby byla zachována kompatibilita obou systémů.

**Krok 8: Vypracování souhrnné informace o jednotlivých kritických bodech v technologii výroby RJO**

Je to v podstatě sumarizace všech prací provedených v předešlých krocích. V tabulkové formě jsou pro každý určený kritický bod systému HACCP přehledně shrnuty údaje týkající se druhu nebezpečí, stanovení znaku a hodnot kritických mezí, systému sledování zvládnutého stavu (způsob a frekvence kontrol), stanovení nápravných opatření a personální odpovědnosti za realizaci přísluš-

Tab. 2. Příklad souhrnné informace o kritickém bodu Dezodorace Lurgi – Example of the general information about critical point of Deodorization Lurgi

Popis kritického bodu <sup>1</sup>		Druh dokumentace <sup>2</sup>	Název dokumentu <sup>3</sup>
Výrobní operace <sup>4</sup>	Dezodorace Lurgi <sup>5</sup>	HACCP ISO 9002	Kap. 4.4. Diagram technologického provozu TOP 0000186/1, TD pro dezodoraci Lurgi <sup>6</sup>
Výrobek <sup>7</sup>	Všechny RJO v malo- a velko-spotřebitelském balení <sup>8</sup>	HACCP	Kap. 4.2. Popis výrobku <sup>9</sup>
Nebezpečí <sup>10</sup>	chemické <sup>11</sup> rezidua PCB <sup>12</sup> aflatoxiny <sup>13</sup> rezidua hexanu <sup>14</sup> biologické <sup>15</sup> všechny mikroorganismy včetně spor <sup>16</sup>	HACCP	Kap. 4.6. Analýza nebezpečí <sup>17</sup>
Znak kritické meze <sup>18</sup>	teplota, čas <sup>19</sup>	HACCP	Kap. 4.8. Určení kritických bodů a kritických mezí <sup>20</sup>
Hodnota kritické meze <sup>21</sup>	teplota <sup>22</sup> 230–265 °C čas <sup>23</sup> 26 ± 5 min v každém patře kolony <sup>24</sup>	HACCP ISO 9002	Kap. 4.8. Určení kritických bodů a kritických mezí, TD pro dezodoraci Lurgi, Krok 5. Zadáni procesních dat <sup>25</sup>
Způsob sledování <sup>26</sup>	velin <sup>27</sup> automatický nebo ruční záznam v deníku jednou za hodinu <sup>28</sup>	ISO 9002	TD pro dezodoraci Lurgi, Krok 6. Technické parametry vyhovují? <sup>29</sup>
Nápravná opatření <sup>30</sup>	uvedení do zvládnutelného stavu, nakládání s nestandardním výrobkem <sup>31</sup>	ISO 9002	TD pro dezodoraci Lurgi, Krok 8. Odstranění závady <sup>32</sup>
Zodpovědnost <sup>33</sup>	obsluha Lurgi, vedoucí provozu, popř. vedoucí divize laboratorní kontroly <sup>34</sup>	ISO 9002	TD pro dezodoraci Lurgi, Krok 5., 6. a 8. (viz výše) <sup>35</sup>

<sup>1</sup>critical point description; <sup>2</sup>type of documentation; <sup>3</sup>document name; <sup>4</sup>operation; <sup>5</sup>deodorization Lurgi; <sup>6</sup>Head 4.4 Diagram of technological operation TOP 0000186/1, TD for deodorization Lurgi; <sup>7</sup>product; <sup>8</sup>all vegetable edible oils in package for regular customer and for industrial use; <sup>9</sup>Head 4.2 Product description; <sup>10</sup>hazard; <sup>11</sup>chemical; <sup>12</sup>PCB residues; <sup>13</sup>aflatoxins; <sup>14</sup>hexane residues; <sup>15</sup>biological; <sup>16</sup>all microorganismus inclusive spores; <sup>17</sup>Head 4.6 Hazard analysis; <sup>18</sup>critical limit criterion; <sup>19</sup>temperature, time; <sup>20</sup>Head 4.8 Determination of critical points and critical limits; <sup>21</sup>critical limit value; <sup>22</sup>temperature; <sup>23</sup>time; <sup>24</sup>in each column tray; <sup>25</sup>Head 4.8 Determination of critical points and critical limits, TD for deodorization Lurgi, Step 5. Process data entry; <sup>26</sup>monitoring method; <sup>27</sup>control room; <sup>28</sup>automatic or manual record in time book once per hour; <sup>29</sup>TD for deodorization Lurgi, Step 6. Are the technical parameters satisfactory; <sup>30</sup>corrective action; <sup>31</sup>putting into controllable state, treatment with nonstandard product; <sup>32</sup>TD for deodorization Lurgi, Step 8. Fault elimination; <sup>33</sup>responsibility; <sup>34</sup>Lurgi operators, head of plant or head of division of laboratory control; <sup>35</sup>TD for deodorization Lurgi, Step 5., 6. and 8. (see above)

ných činností. Zároveň je zde odkaz na to, ve kterých částech dokumentací obou systémů jsou tyto údaje uvedeny. Jako příklad jsou prezentovány tabulky se souhrnnou informací o kritických bodech, které se vyskytují v procesu rafinace RJO, tj. Dezodorace Lurgi (tab. 2) a Stáčení RJO do autocisteren a železničních cisteren (tab. 3).

#### Krok 9: Ověřování účinnosti systému HACCP

Bude prováděno formou interních auditů podle předem stanoveného časového plánu společně s prověrkou jakosti podle normy ISO 9002. Výsledky auditů budou projednávány a řešeny v Radě jakosti podniku SETUZA, a. s.

#### Krok 10: Vedení evidence a dokumentace

Systém evidence dokumentů požadovaný Vyhláškou č. 147, § 2 bod 11 je obsažen především v Organizační směrnici č. 000422 Systém kritických bodů v technologii výroby RJO, obsahující i všechny podklady z jeho zavádění, případně i provedené novelizace. Zde jsou uvedeny všechny odkazy na související Technicko-organi-

zační pokyny a Organizační směrnice. Dále se v této oblasti uplatňují Plán jakosti SETUZA, a. s. pro daný rok a TOP 0000001 Řízení dokumentace. Archivace dokumentů a záznamů se řídí podle platného Spisového archivu a skartačního řádu podniku SETUZA, a. s.

#### DISKUSE

Vzhledem k tomu, že v TQM potravinářských výrobcích nelze zaměňovat systém HACCP s normou ISO 9002, bylo nutné je oba zavádět samostatně s možností následné nezávislé certifikace. V současné době však dosud neexistují ani domácí, ani mezinárodní jednoznačná pravidla pro jejich vzájemné propojení, které je ale obecně považováno za žádoucí. Za této situace jsme došli k závěru, že jejich kompatibilitu bude možné nejlépe zajistit vzájemným přenášením společných prvků obou systémů do dokumentací zpracovávaných v průběhu jejich zavádění.

Tab. 3. Příklad souhrnné informace o kritickém bodu Expedice rafinád v auto- a železničních cisternách – Example of the general information about critical point of dispatch of refined oils in tank-trucks and tank-wagons

Popis kritického bodu <sup>1</sup>		Druh dokumentace <sup>2</sup>	Název dokumentu <sup>3</sup>
Výrobní operace <sup>4</sup>	expedice rafinád v auto- a železničních cisternách <sup>5</sup>	HACP ISO 9002	Kap. 4.4. Diagram technologického provozu <sup>6</sup> TOP 000199
Výrobek <sup>7</sup>	sójový, slunečnicový a řepkový rafinovaný olej <sup>8</sup>	HACCP	Kap. 4.2. Popis výrobku <sup>9</sup>
Nebezpečí <sup>10</sup>	mechanické <sup>11</sup> kontaminace mechanickými nečistotami <sup>12</sup>	HACCP	Kap. 4.6. Analýza nebezpečí <sup>13</sup> Kap. 4.7. Určení kritických bodů <sup>14</sup>
Znak kritické meze <sup>15</sup>	čistota cisterny <sup>17</sup>	HACCP	Kap. 4.8. Určení kritických bodů a kritických mezí <sup>17</sup>
Hodnota kritické meze <sup>18</sup>	viditelné nečistoty <sup>19</sup>	HACCP ISO 9002	Kap. 4.8. Určení kritických bodů a kritických mezí <sup>17</sup> , TD pro manipulaci, skladování, čerpání a dodávání rafinád, Kap. 5.2. Popis procesu, operace č. 5 Expedování rafinád <sup>20</sup>
Způsob sledování <sup>21</sup>	vizuální, každá cisterna před plněním <sup>22</sup>	ISO 9002	TD pro manipulaci, skladování, čerpání a dodávání rafinád, Kap. 5.2. Popis procesu, operace č. 5, Expedování rafinád <sup>20</sup>
Nápravná opatření <sup>23</sup>	opakované čištění <sup>24</sup>	ISO 9002	TD pro manipulaci, skladování, čerpání a dodávání rafinád, Kap. 5.2. Popis procesu, operace č. 5, Expedování rafinád <sup>20</sup>
Zodpovědnost <sup>25</sup>	mistr rafinerie, obsluha čerpání, řidiči cisterny <sup>26</sup>	ISO 9002	TD pro manipulaci, skladování, čerpání a dodávání rafinád, Kap. 5.2. Popis procesu, operace č. 5, Expedování rafinád <sup>20</sup>

<sup>1</sup>critical point description; <sup>2</sup>type of documentation; <sup>3</sup>document name; <sup>4</sup>operation; <sup>5</sup>dispatch of refined oils in tank-trucks and tank-wagons; <sup>6</sup>Head 4.4-Diagram of technological operation; <sup>7</sup>product; <sup>8</sup>soybean, sunflower and rapeseed refined oil; <sup>9</sup>Head 4.2 Product description; <sup>10</sup>hazard; <sup>11</sup>mechanical; <sup>12</sup>contamination with mechanical impurities; <sup>13</sup>Head 4.6 Hazard analysis; <sup>14</sup>Head 4.7 Determination of critical points; <sup>15</sup>critical limit criterion; <sup>16</sup>tank cleanliness; <sup>17</sup>Head 4.8 Determination of critical points and critical limits; <sup>18</sup>critical limit value; <sup>19</sup>visible impurities; <sup>20</sup>TD for handling, storage, pumping and delivery of refined oils, Head 5.2. Process description, operation No. 5, dispatch of refined oils; <sup>21</sup>monitoring method; <sup>22</sup>visual, each tank before filling; <sup>23</sup>corrective action; <sup>24</sup>re-cleaning; <sup>25</sup>responsibility; <sup>26</sup>head of refinery plant, operators, tank-truck driver

Z doporučení zahraničních i našich expertů je zřejmé, že hlavní možné interakce systémů HACCP a norem ISO 9002 lze hledat v oblastech:

- účasti vedení organizace v pracovních týmech pro zavádění obou systémů a v jejich následné spolupráci při ověřování jejich funkčnosti;
- kompatibility diagramů výrobního procesu a schémat jednotlivých výrobních operací včetně procesů manipulace, skladování, balení a přepravy finálních výrobků;
- kompatibility organizačních pokynů pro řízení výrobních operací určených jako kritické body včetně stanovení nápravných opatření při zjištění nezvládnutého stavu a pokynů pro zacházení s neshodným výrobkem;
- evidence a dokumentace o postupech a vedení záznamů.

Tyto vztahy se promítly do uvedených deseti kroků při zavádění systému HACCP pro technologii výroby rostlinných jedlých olejů v závodě SETUZA, a. s. a do vypracování příslušné dokumentace. U jednotlivých kroků jsou zároveň uvedena jejich zdůvodnění a účel v nich obsažených činnostech a dále zásady pro převod údajů a pokynů z dokumentace systému HACCP do dokumentace normy ISO 9002 a naopak.

Domníváme se, že tento námi použitý (i když ne jediný možný) postup, který je v plném souladu s požadavky Vyhlášky MZe ČR č. 147 a doporučeními dalších našich i zahraničních autorů, lze využít i v jiných českých potravinářských organizacích, které budou zavádět systém HACCP a současně již mají zavedenu jednu z norem řady ISO 9000.

#### Literatura

FOLSTAR P. (1997): Food safety, HACCP and EU integration. Přednáška na semináři Quality control using HACCP. Praha.

JOUVE J. L. (1996): Assurance de la qualité dans le production alimentaire en Europe selon ISO 9000 et HACCP. Zbl. Hyg., 199: 131–142.

MATYÁŠ Z. (1993): Praktická příručka: Analýza nebezpečí a kritické kontrolní/ochranné body – HACCP. Praha, SZÚ.

MATYÁŠ Z. (1996): Rozbor ISO norem řady 9000-9004 z hlediska jakosti a zdravotní nezávadnosti potravin a jejich provázanosti na systém HACCP. Řeznicko-uzenářské noviny (speciál), V: 1–6.

MATYÁŠ Z., KOZÁK A., SOVJAK R. (1996): Podklady pro zavedení HACCP do oboru zpracování masa a výroby masných výrobků. Praha, Agral.

SPERTER W. H., STEVENSON K. E., BERNARD D. T., DEIBEL K. E., MOBERG L. J., HONTZ L. R., SCOTT V. N. (1998): The role of prerequisite programs in managing a HACCP system. Dairy, Food Environ. Sanit., 18: 418–423.

SUKOVÁ I. (1997): Systémy zajišťování jakosti a provádění kontroly v potravinářství. Praha, ÚZPI.

Codex Alimentarius (1993): Vol. 1 – Sup. 1–1993, Section 7.5 HACCP Guidelines.

CSN ISO 9001 (1995): Systémy jakosti. Model zabezpečování jakosti při návrhu, vývoji, výrobě, instalaci a servisu.

CSN ISO 9002 (1995): Systémy jakosti. Model zabezpečování jakosti při výrobě, instalaci a servisu.

Směrnice EU č. 94/43/CEE o hygieně potravin (1994).

Směrnice pro použití norem ISO 9001 a ISO 9002 v potravinářském průmyslu (1997): ISO/TC 34 N 1014, druhé vydání ISO/CD 15161.

Školící materiál TNO/VÚPP (1997).

Vyhláška 147/1998 Sb., Ministerstva zemědělství o způsobu stanovení kritických bodů v technologii výroby, částka 51 (1998): 6644–6647.

Zákon 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů, částka 38 (1997): 2178–2191.

Došlo 5. 8. 1998

Přijato k publikaci 29. 12. 1998

#### Kontaktní adresa:

Ing. IVAN BOHAČENKO, CSc., Výzkumný ústav potravinářský Praha, Radiová 7, 102 33 Praha 10-Hostivař, Česká republika, tel. + 420 2 70 23 31, fax + 420 2 70 19 83, e-mail: i.bohacenko@vupp.cz

## INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

The responsibility for the contents of a manuscript rests with the authors. The Editorial Board will decide on publication, after considering the manuscripts scientific importance, quality, and the comments of the referees.

The manuscript should be typed with a wide margin, double spaced on standard A4 paper. A PC diskette with the complete text and including references, tables and figure legends of graphical documentation should be provided with manuscript, indicating the used editor program.

Manuscript should consist of the following sections: Title page, Abstract, Keywords, Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion, References, Contact address, Tables, Legends to figures.

The Title page must contain an informative title, complete name(s) of the author(s), the name(s) and address(es) of the institution(s) where the work was done.

The **Abstract** should state in short and concise form what was done and how, and should contain basic numerical and statistical data from the results.

**Key words** follow the abstract; they are ranked from general to specific terms, and are written in lower case letters and separated by semicolons.

The **Introduction** (without a subtitle) should consist of a short review of literature relevant and important for the study. The reason(s) for the work may be included.

In **Materials and Methods**, the description of experimental procedures should be sufficient to allow replication. Abbreviations can be used if necessary; first use of an abbreviation should be just after its complete name or description. The International System of Units (SI) and their abbreviations should be used.

**Results** should be presented clear and concise.

The **Discussion** should interpret the results, without unnecessary repetition. Sometimes it is possible or advantageous to combine Results and Discussion in one section.

If **Acknowledgments** are needed, they are next.

**References** in the text to citations consist of author's name and year of publication. If there are more than two authors, only the first is named, followed by the phrase *et al.* The list of References should include only publications quoted in the text. These should be in alphabetical order under the first author's name, citing all authors, year (in brackets), full title of the article, abbreviation of the periodical, volume number, first and last page numbers.

**Contact address** which also should include the telephone, fax and e-mail numbers of the corresponding author.

**Tables and Figures** shall be enclosed separately. Tables and Figures are numbered in Arabic numerals. Each of them must be referred to in the text. Figures should be restricted to material essential for documentation and understanding of the text. Duplicated documentation of data in both tables and figures is not acceptable. All illustrative material must be of publishing quality. Both line drawing and photographs are referred to as figures. They cannot be redrawn by publisher. Photographs should have high contrast. Each figure should be accompanied by a concise, descriptive legend.

**Reprint:** Twenty (20) reprint of each paper are supplied free of charge.

## POKYNY PRO AUTORY

Autor je plně odpovědný za původnost práce a za její věcnou i formální správnost. O uveřejnění práce rozhoduje redakční rada se zřetelem k lektorským posudkům, vědeckému významu a přínosu i kvalitě práce.

Rukopis musí být zaslán výtiskem na papíru formátu A4. K rukopisu je vhodné přiložit disketu s textem práce, popř. grafickou dokumentací pořízenou na PC (uvést použitý program).

Vědecké práce musí mít toto členění: titulní strana, abstrakt a klíčová slova, úvod, materiál a metody, výsledky, diskuse, literatura, kontaktní adresu, tabulky a obrázky včetně popisů.

Titulní strana musí obsahovat název práce, plné jméno autorů, název a adresu instituce, kde byla práce dělána.

**Souhrn** musí vyjádřit všechno podstatné, co je obsaženo ve vědecké práci, má obsahovat základní číselné údaje včetně statistických hodnot.

**Klíčová slova** (key words, index terms) se připojují po vynechání řádku pod souhrn. Řadí se směrem od obecných výrazů ke speciálním; začínají malým písmenem a oddělují se středníkem.

**Úvod** (bez nadpisu) by měl obsahovat krátký přehled důležité literatury vztahující se k tématu a cíl práce.

**Materiál a metody:** Model pokusu musí být popsán podrobně a výstižně. Popis metod by měl umožnit, aby kdokoli z odborníků mohl práci opakovat. Zkratky jsou používány jen pokud je to nutné; první použití zkratky musí být uvedeno úplným popisem nebo vysvětlením. Používané měřové jednotky musí odpovídat soustavě měřových jednotek SI.

**Výsledky:** Doporučuje se nepoužívat k vyjádření kvantitativních hodnot tabulek, ale dát přednost grafům, anebo tabulky shrnout v statistickém hodnocení naměřených hodnot. Tato část práce by neměla obsahovat teoretické závěry ani dedukce, ale pouze faktické nálezy.

**Diskuse** obsahuje zhodnocení práce. Je přípustné spojení s předchozí kapitolou (Výsledky a diskuse).

**Poděkování** se uvádí před přehled použité literatury.

**Literatura:** Odkazy na literaturu v textu se provádějí uvedením jména autora a roku vydání publikace. Má-li práce tři a více autorů v textu se uvádí první z nich a za jméno se doplní zkratka *et al.* V části Literatura se uvádějí jen práce citované v textu. Citace se řadí abecedně podle jména prvního autora: příjmení, zkratka jména, rok vydání (v závorce), plný název práce, úřední zkratka časopisu, ročník, první-poslední stránka; u knih je uvedeno místo vydání a vydavatel.

**Kontaktní adresa** obsahuje také čísla telefonu, faxu a e-mail autora pověřeného korespondencí.

**Tabulky a obrázky:** Tabulky, obrázky a fotografie se dodávají zvlášť a všechny musí být citovány v práci. Akceptovány budou pouze obrázky, které jsou nezbytné pro dokumentaci výsledků a umožňují pochopení textu. Není přípustné dokumentovat výsledky jak v tabulkách, tak pomocí grafů. Všechny ilustrativní materiály musí mít kvalitu vhodnou pro tisk. Fotografie i grafy jsou v textu uváděny jako obrázky a musí být průběžně číslovány. Každý obrázek musí mít stručný a výstižný popis.

**Separáty:** Autor obdrží zdarma 20 separátních výtisků práce.

## Contents

## Obsah

▶ <b>Sensory viscosity evaluation of non-Newtonian beverages</b>	Senzorické hodnocení viskozity neneutonských kapalných potravin	VALENTOVÁ H. PANOVSKÁ Z. POKORNÝ J., HOUŠKA M.	81
▶ <b>Relationships between different food preference measures</b>	Vztahy mezi různými způsoby zjišťování preferencí potravin	BABICZ-ZIELIŇSKA E.	89
Antioxidative effects of geranium, savory and star anise	▶ <b>Antioxidačný účinok muškátového kvetu, saturejky a badiánu</b>	TAKÁCSOVÁ M., DAC VINH N. MINH NHAT D.	95
Influencing the chemiluminescence reaction by preparation of the plant family <i>Echinacea</i>	▶ <b>Ovlivnění chemiluminiscenční reakce přípravkem z rostlin rodu <i>Echinacea</i></b>	ŠESTÁKOVÁ H. TUREK B.	99
Vacuum cooling of solid foods	▶ <b>Vakuové chlazení kusovitých potravin</b>	DOSTÁL M., KÝHOS K. HOUŠKA M., GRÉE R.	103
Experiences with interconnection of the Critical Points System (HACCP) in production technology of plant addible oils and ISO 9002 in company SETUZA, Ltd.	▶ <b>Zkušenosti s propojením systému kritických bodů v technologii výroby rostlinných olejů a normy ISO 9002 získané v závodě SETUZA, a. s.</b>	BOHAČENKO I. ERBAN V. SCHWARZ W	113