

ÚSTAV ZEMĚDĚLSKÝCH A POTRAVINÁŘSKÝCH INFORMACÍ

Czech Journal of
FOOD SCIENCES

Potravinářské vědy

ČESKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÝCH VĚD

6

VOLUME 16
December 1998
ISSN 1212-1800

An international journal published under the authorization by the Ministry of Agriculture of the Czech Republic and under the di-rection 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 ofFAO (AGRIS database), Food Science and Technology Abstracts, Dairy Science Abstracts, Chemical Abstracts, PASCAL – CD-ROM (INIST), WLAS, TOXILINE PLUS and Czech Agricultural Bibliography.

Editorial board – Redakční rada

Chairman – Předseda

Ing. Zeno Šimůnek, CSc.

Members of the Editorial Board – Členové redakční rady

Ing. Miloslav Adam, CSc., Ing. Luisa Benešová, prof. Ing. Dušan Čurda, CSc., prof. Ing. Jiří Davídek, DrSc., Ing. Jan Drbohlav, CSc., Ing. Jiřina Houšová, CSc., prof. Ing. Ivo Ingr, DrSc., prof. Ing. Jan Pokorný, DrSc., prof. Ing. Mojmir Rychtera, CSc., Ing. Olga Štiková, CSc., MUDr. Bohumil Turek, CSc., prof. Ing. Jan Velišek, DrSc.

Foreign Members of the Editorial Board – Zahraniční členové redakční rady

Prof. Dr. Werner Baltes (Germany), Dr. Reto Battaglia (Switzerland), Ing. Milan Kováč, CSc. (Slovak Republic), Prof. Dr. Halina Kozłowska (Poland), Prof. Dr. Radomir Lászity (Hungary), O. Univ. Prof. Dr. Werner Pfannhauser (Austria), Prof. Ing. Alexander Pribela, DrSc. (Slovak Republic)

Editor-in-chief – Vedoucí redaktorka

RNDr. Marcela Braunová

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 16 appearing in 1998.

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 25 10 98, fax: + 420 2 242 538 39, e-mail: editor@login.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 1998 is 84 USD (Europe) and 88 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 16 vychází v roce 1998.

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.: 02/25 10 98, fax: 02/24 25 39 38, e-mail: editor@login.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 1998 je 336 Kč.

Irradiation Treatment of Amaranth Grain for Shelf-life Prolongation of Amaranth-based Biscuits

Bernadetta HOZOVÁ, Lubomir VALÍK

Faculty of Chemical Technology of the Slovak University of Technology – Department of Milk, Fats and Foods Hygiene, Bratislava, Slovak Republic

Abstract

HOZOVÁ B., VALÍK L. (1998): Irradiation treatment of amaranth grain for shelf-life prolongation of amaranth-based biscuits. Czech J. Food Sci., 16: 205–209.

The paper presents some results obtained by a microbiological control (total bacterial count, coliform bacteria, aerobic sporeforming bacteria, yeasts and moulds) of amaranth-based biscuits produced from the amaranth grain irradiated by various ionizing radiation doses (1.5, 3 and 5 kGy, radiation source ^{60}Co) and stored for the period of 12 months at the laboratory temperature (20–25 °C). As a complementary parameter was chosen the a_w value. The number of microorganisms in biscuits varied in dependence on the level of the starting raw-material treatment (non-irradiated grain – 10^6 CFU/g; irradiated by 1.5 and 3 kGy – 10^3 CFU/g; irradiated by 5 kGy – in the absence of the microflora). The rate of aerobic sporulants (*Bacillus subtilis*, *B. brevis*) surviving the shelf-life process, particularly in the samples untreated by radiation and in those treated by lower ionizing radiation doses (1.5 and 3 kGy), constituted 30 to 100% of the total count of microorganisms. The ionizing radiation dose providing the biscuits' maximum hygienic quality maintained up to the end of the one-year storage was 5 kGy.

irradiation; amaranth grain; amaranth biscuits; microbiological analysis; a_w ; storage

The traditional technology for processing of grains to flour by grinding permits the penetration of microflora into flour in the amount depending, among others, mainly on the initial grain quality. In good and healthy grains the prevailing microflora is *Erwinia herbicola* (30–50%), in bad and low-quality flours and grains it does not occur because it is expelled by the other microflora (salmonellae, coliforms and aerobic sporulants, yeasts and moulds) (J e s e n s k á, 1987).

In the recent accessible literature attention has been paid mainly to the problem associated with the presence of the microscopic filamentous fungi in cereals, with the development of their toxic metabolites – mycotoxins, and with the question of their potential prevention and destruction (B e c k et al., 1992; L v o v a et al., 1993; A z i m a t h o l, T e y, 1992; W o l f f, R i c h t e r, 1992). Besides the various traditional methods of decontamination of grain and flour involving, for example, thermal treatment (pasteurization, flame heating, IR), use of preservatives (potassium sorbate, polypropyleneglycol, propionic acid, acetic acid), aeration of grains, adjustment of the a_w value, application of antioxidants (ascorbic acid), etc. there exists method for the raw-material shelf-life extension by means of ionizing radiation (B a d s a h et al., 1992; O' N e i l et al., 1993).

Within the framework of co-operation with the firm Bohemia Amaranth, Ltd. (Olomouc, Czech Republic), which produces already about 40 sorts of the more and more requested amaranth-based cereal products (snacks, crackers, egg-free pastries, sandwiches, sponge-biscuits, cereal breakfast, etc.), we endeavoured to look for the possibility of extending their hygienic quality and shelf-life (three to four month's guarantee period valid so far). Inasmuch as our recently published experimental results (H o z o v á et al., 1996, 1997) have shown that during the storage of amaranth-based products their microbiological quality undergoes the deterioration (survival of aerobic sporulants), the amaranth grain was irradiated, in accordance with the valid legislation (L o a h a r a n u, 1994), by different ionizing radiation doses (1.5, 3 and 5 kGy) to achieve the decontamination of microorganisms being transferred from the raw-material into the semi-product (dough) and consequently partially surviving in the finished product in the form of spores.

During our investigation conducted in 1997–1998, the microbiological quality (total count, coliform and spore-forming bacteria, yeasts and moulds) in basic raw-material (grain, flour) samples, semiproducts (dough) and in final model products (biscuits) was studied for 1, 6 and 12 months at the temperature of 20–25 °C. In the same conditions, the

a_w value of biscuit samples was measured as one of the crucial factors determining the microbiological quality.

MATERIAL AND METHODS

Raw Materials

Amaranth grain – non-irradiated (control) and irradiated by doses of 1.5, 3 and 5 kGy (radiation source: ^{60}Co gamma rays at a dose rate of 1 kGy/h; radiation equipment: RCH-gamma-30) (Varga, Tölgyessy, 1982).

The preparation of irradiated samples: amaranth grain was divided into 3 parts ($m = 2.5$ kg), then placed in the dark glass bottles and prepared for irradiation by increasing gamma radiation doses. After irradiation the samples were ground in a steel mill and flour was used for dough preparation.

Flour – wheat flour, amaranth flour from the non-irradiated as well as irradiated grain.

Semi-Products

Wheat dough (100% of the wheat fine-ground flour).

Amaranth dough (80% of the wheat flour and 20% of the amaranth flour) from the non-irradiated as well as irradiated grain.

Products

Amaranth-based biscuits from the non-irradiated (control) as well as irradiated grain.

CLUB biscuits from the wheat dough (control) (baking of all the three types of biscuits: 10 min/200 °C in laboratory conditions).

The composition of amaranth-based biscuits: wheat flour, amaranth flour (20%), sugar, fat, eggs, aromatic additives. (The packaging material: cellophane bags placed in paper boxes).

At every time interval, two samples (10 g each) were taken for the microbiological analysis (homogenization was performed in the sterile mortar) proceeding in three parallel determinations ($n = 6$) according to these methods:

1. Determination of aerobic mesophilic and aerobic spore-forming bacteria by the plate count method, on the tryptone glucose extract agar (Šarišské Michaľany, Slovak Republic) (STN ISO 4832).
2. Determination of coliform bacteria by the plate count method, on the VRB agar (Šarišské Michaľany, Slovak Republic) (STN ISO 4832).
3. Determination of yeasts and moulds by the plate count method, on the chloramphenicol glucose extract agar (Šarišské Michaľany, Slovak Republic) (STN ISO 7954).
4. Measurement of the a_w value: apparatus Thermoconstanter, Defensor AG – Novasina (Switzerland) (TH 200, 1995); the principle of the measurement is based on comparing the electric conductivity of a balanced relative humidity above the sample with: the sensor electric conductivity at 25 °C.
5. Identification of vegetative cells and spores of the *Bacillus* genus (macroscopically and microscopically, the colouring of spores) (Arpai, Bartl, 1977).

6. Mathematical and statistical calculations of results (\bar{x} , s) were accomplished using three samples (10 g each) in two parallel determinations ($n = 6$) (Eckschlager et al., 1980).

RESULTS AND DISCUSSION

Table I incorporates the results of the average number ($n = 6$) of the chosen microorganisms in raw-materials (grain, flour) and in semi-products (dough) of the different origin and technological procedure (wheat and amaranth samples irradiated or non-irradiated by various ionizing radiation doses). Table I indicates also the percentage of sporeforming bacteria from the total mesophilic microflora, notably of *Bacillus subtilis* and *B. brevis* surviving the milling process and preparation of the semi-product (dough).

As can be seen from the results summarized in Table I, the respective microflora of non-irradiated amaranth raw samples and of semi-products was evidently higher than in the case of irradiated samples and it was proportionately decreasing with a growth of the ionizing radiation doses (starting from 10^6 CFU/g to 10^{2-3} CFU/g). Particularly, coliform bacteria, yeasts and moulds showed to be more sensitive than other microorganisms, mainly sporulating ones which are much more resistant (Thorne, 1991). However, probably due to the insufficient mill hygiene, air contamination or the variability in the sorption properties of flour to the coliform microorganisms (10^3 CFU/g) appeared during milling of grain to flour made from the grain irradiated by 1.5 kGy (total count increased by 1 log cycle). With the application of higher ionizing radiation doses (3 and 5 kGy) coliform bacteria amounting to 10^3 CFU/g were found in the dough which was contaminated, in all probability, by added raw-materials designed for the production of biscuits (wheat flour, eggs, fat, sugar, aromatic admixtures). Table II indicates that all coliform bacteria were decontaminated in the baking process (10 min/200 °C). Furthermore, it demonstrates the microbiological status of amaranth-based biscuits compared to wheat biscuits and to those which were produced and supplied by a producer, existing at the beginning of the one-year storage at 20–25 °C.

In biscuits made from wheat flour (S_1) the microorganisms were not present either after the baking process (10 min/200 °C), or during the time period of storage, which indicates the sufficient effect of the baking process with respect to the starting hygienic level of the raw material (flour) and semi-product (10^4 CFU/g).

The number of microorganisms in the amaranth biscuits ranged in dependence on the initial raw-material (Table I). In products from the non-irradiated grain (S_2) it achieved 10^2 CFU/g after one month (Table II) and 10^2 CFU/g after six months of the storage (Table III), the sporulating bacteria (mainly *Bacillus subtilis* and *B. brevis*) representing the 30–100% proportion. Already after the applica-

I. Microbiological status of basic material (grain, flour, dough) for preparing of biscuits

Sample		Microorganisms [CFU/g] ^a					
		CFU ^b	ASB ^c	% spores from CFU	coliforms	yeasts	moulds
Wheat	flour	5.7.10 ⁴ ± 7.2.10 ³	3.4.10 ³ ± 4.3.10 ²	6.0	5.2.10 ⁴ ± 1.1.10 ⁴	7.1.10 ³ ± 2.0.10 ³	2.9.10 ² ± 2.1.10 ²
	dough	5.8.10 ⁴ ± 1.0.10 ⁴	1.6.10 ² ± 3.7.10 ¹	0.3	6.3.10 ³ ± 1.3.10 ³	1.1.10 ² ± 1.6.10 ¹	<10 ± 0
Amaranth non-irradiated	grain	2.9.10 ⁶ ± 3.3.10 ⁵	2.7.10 ⁵ ± 7.1.10 ⁴	9.3	2.4.10 ⁶ ± 6.2.10 ⁴	2.7.10 ⁴ ± 8.8.10 ³	1.8.10 ³ ± 6.9.10 ²
	flour	1.0.10 ⁶ ± 1.4.10 ⁵	1.3.10 ⁴ ± 1.6.10 ³	1.3	8.4.10 ⁴ ± 3.4.10 ⁴	8.2.10 ³ ± 1.5.10 ³	4.4.10 ² ± 1.8.10 ²
	dough	2.8.10 ⁵ ± 8.5.10 ⁴	3.6.10 ³ ± 5.6.10 ²	1.3	1.8.10 ⁴ ± 4.8.10 ³	1.8.10 ³ ± 5.4.10 ²	1.4.10 ² ± 1.3.10 ²
Amaranth irradiated 1.5 kGy	grain	4.9.10 ³ ± 7.9.10 ²	1.1.10 ³ ± 1.0.10 ²	22.4	0 ± 0	0 ± 0	4.3.10 ² ± 1.0.10 ²
	flour	1.3.10 ⁴ ± 4.3.10 ³	3.2.10 ³ ± 5.5.10 ²	24.6	1.8.10 ³ ± 5.5.10 ²	<10 ± 0	2.0.10 ² ± 7.8.10 ¹
	dough	3.6.10 ⁴ ± 1.4.10 ⁴	1.8.10 ³ ± 6.6.10 ²	5.0	6.5.10 ³ ± 2.1.10 ³	7.0.10 ² ± 2.4.10 ²	4.1.10 ² ± 1.1.10 ²
Amaranth irradiated 3 kGy	grain	2.5.10 ³ ± 4.0.10 ²	8.7.10 ² ± 1.8.10 ²	34.8	0 ± 0	0 ± 0	<10 ± 0
	flour	6.5.10 ³ ± 1.0.10 ³	1.3.10 ² ± 2.3.10 ¹	2.0	<10 ± 0	<10 ± 0	<10 ± 0
	dough	2.1.10 ⁴ ± 6.7.10 ³	6.3.10 ² ± 2.2.10 ²	3.0	7.6.10 ³ ± 2.8.10 ³	<10 ± 0	1.7.10 ² ± 6.6.10 ¹
Amaranth irradiated 5 kGy	grain	0 ± 0	0 ± 0	0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
	flour	0 ± 0	<10 ± 0	100	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
	dough	1.4.10 ⁴ ± 3.7.10 ³	2.4.10 ² ± 2.0.10 ¹	1.7	2.4.10 ³ ± 8.8.10 ²	<10 ± 0	<10 ± 0

^aaverage of six replicates ± S.D.^btotal count of microorganisms^caerobic sporeforming bacteria

II. Microbiological status of biscuits at the beginning of storage at 20–25 °C

Sample	Mark	Microorganisms [CFU/g] ^a					
		CFU ^b	ASB ^c	% spores from CFU	coliforms	yeasts	moulds
Wheat	S ₁	0 ± 0	0 ± 0	0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
Amaranth non-irradiated	S ₂	1.5.10 ³ ± 1.10 ²	4.5.10 ² ± 2.10 ²	30	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
Amaranth irradiated 1.5 kGy	S ₃	<10 ± 0	<10 ± 0	100	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
Amaranth irradiated 3 kGy	S ₄	<10 ± 0	<10 ± 0	100	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
Amaranth irradiated 5 kGy	S ₅	0 ± 0	0 ± 0	0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0

^aaverage of six replicates ± S.D.^btotal count of microorganisms^caerobic sporeforming bacteria

tion of 1.5 and 3 kGy the microorganisms were found at the beginning of the storage of biscuits (S₃, S₄) only sporadically (less than 10 CFU/g); after the application of 5 kGy (S₅) the finding was negative in the check samples (S₁) (produced from wheat flour). Also, the other investigated groups of microorganisms (coliform bacteria, yeasts and moulds) were not present in any of the samples up to the 12th month of the storage (Tables III and IV). However, with the prolongation of the storage time (after six months) the microorganisms and sporulants occurred in densities of 10¹–10² CFU/g (50 and more per cent of sporulants) in the samples produced from the grain treated by lower ionizing radiation doses (1.5 and 3 kGy) (S₃, S₄) (Table III). The presence of microorganisms in the sample S₃ (produced from the amaranth grain irradiated by 1.5 kGy) after six months and in the next months of storage could have been brought about by the secondary air

contamination mostly due to the insufficient tightness of the packaging. It is also possible that the spores present in the raw-material (e.g. in the amaranth grain), which survived the baking and irradiation process, have proliferated. In the case of the sample S₄ (produced from the amaranth grain irradiated by 3 kGy) the other reason for a sudden increase in the number of bacteria after the six-month storage might have been (besides the possible secondary contamination) the sample variability.

Table IV gives a survey of our results obtained from the microbiological analysis of biscuits after the one-year storage (20–25 °C). It reveals that biscuits produced from wheat flour (S₁) maintained almost the starting hygienic quality (aerobic mesophilic and sporeforming bacteria occurred only sporadically – less than 10 CFU/g). In biscuits produced from the non-irradiated amaranth grain (S₂) the increased level of sporulating microorganisms

III. Microbiological status of biscuits after the six-month storage at 20–25 °C

Sample	Mark	Microorganisms [CFU/g] ^a					
		CFU ^b	ASB ^c	% spores from CFU	coliforms	yeasts	moulds
Wheat	S ₁	0 ± 0	0 ± 0	0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
Amaranth non-irradiated	S ₂	9.10 ² ± 5.10 ¹	4.7.10 ² ± 7.5.10 ¹	52.2	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
Amaranth irradiated 1.5 kGy	S ₃	3.2.10 ² ± 2.5.10 ¹	3.1.10 ² ± 2.1.10 ¹	96.8	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
Amaranth irradiated 3 kGy	S ₄	1.2.10 ² ± 1.2.10 ¹	6.10 ¹ ± 1.10 ¹	50.0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
Amaranth irradiated 5 kGy	S ₅	0 ± 0	0 ± 0	0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0

^aaverage of six replicates ± S.D.; ^btotal count of microorganisms; ^caerobic sporeforming bacteria

IV. Microbiological status of biscuits after the one-year storage at 20–25 °C

Sample	Mark	Microorganisms [CFU/g] ^a					
		CFU ^b	ASB ^c	% spores from CFU	coliforms	yeasts	moulds
Wheat	S ₁	<10 ± 0	<10 ± 0	100	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
Amaranth non-irradiated	S ₂	2.5.10 ⁴ ± 5.3.10 ³	2.3.10 ⁴ ± 3.8.10 ³	92	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
Amaranth irradiated 1.5 kGy	S ₃	2.7.10 ² ± 4.1.10 ¹	2.5.10 ² ± 4.4.10 ¹	92.5	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
Amaranth irradiated 3 kGy	S ₄	<10 ± 0	<10 ± 0	100	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
Amaranth irradiated 5 kGy	S ₅	0 ± 0	0 ± 0	0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0

^aaverage of six replicates ± S.D.; ^btotal count of microorganisms; ^caerobic sporeforming bacteria

(10⁴ CFU/g), constituting as much as 92% of the total count of bacteria, was observed at the end of the storage. In biscuits produced from the grain irradiated by 1.5 kGy (S₃) the microbiological status was not explicitly changed (10² CFU/g – the total count as well as sporulating bacteria in the same densities) and similarly like in the prior case the aerobic sporeforming bacteria represented as much as 92.5 % (which is understandable from the aspect of the a_w value being decreased during the storage). In biscuits S₄ and S₅ produced from the grain irradiated by higher ionizing radiation doses (3 and 5 kGy) the number of microorganisms was only scarce (less than 10 CFU/g in the first case) or negative. In the biscuits from a producer (control) only the insignificant quantities of microorganisms (less than 10 CFU/g) coming probably from the external environment were noticeable at the end of the storage. The other investigated groups of microorganisms (coliforms, yeasts and moulds) were not observed in any of the biscuit samples until the end of the storage.

In view of the fact that the samples' storage was accomplished in the summer time (June–August 1997) at temperatures higher than 20 °C (up to 25 °C), which is more convenient for a more rapid propagation of mesophilic microorganisms, the results attained are satisfactory and, with the exception of biscuits produced from the non-irradiated grain (S₂), they do not exceed the limits required for the microbiological quality (Hygiene Standards 68, 1990) of this type of durable cereal products, i.e. the maximum 10³ CFU/g of the total count of microorganisms, 2.10² CFU per g of moulds and less than 10² CFU/g of coliform bacte-

ria. Our results have confirmed that the irradiation treatment is suitable for decontamination of the amaranth grain (the optimum dose of 5 kGy) and thereby for extension of the hygienic quality of final products (from the declared 3–4 months to 1 year); on the basis of this fact it will be possible to optimize in the near future also the conditions for maintaining the other sorts of amaranth commodities.

The a_w values in biscuits (Table V) were moderately varying: at the beginning of the storage (1 month) they were ranging at the interval from 0.30 to 0.44, after 6 months from 0.36 to 0.40 and at the end of the storage the lowest values were anticipated from 0.25 to 0.32. It is to be noted that the critical value limits necessary for the growth and propagation of microorganisms were not achieved in any of the indicated cases.

V. a_w value of biscuits during the one-year storage at 20–25 °C

Sample	Mark	Storage [months]		
		1	6	12
Wheat	S ₁	0.30	0.40	0.26
Amaranth non-irradiated	S ₂	0.30	0.36	0.32
Amaranth irradiated 1.5 kGy	S ₃	0.44	0.40	0.27
Amaranth irradiated 3 kGy	S ₄	0.41	0.39	0.25
Amaranth irradiated 5 kGy	S ₅	0.44	0.39	0.25

Conclusion

Based on our results it is possible to conclude that producers of the durable cereal products could employ the action of permitted ionizing radiation doses for the potential decontamination of the more abundantly contaminated grain after considering many other aspects, especially those which are related to the economic and operational problems encountered in the technological process. At the application of long-time storage of final baked products sensory evaluation can be also recommended.

References

- ARPAI J., BARTL V. (1977): Food Microbiology. Bratislava, SNTL.
- AZIMATHOL H. L. P., TEY L. Y. (1992): Enzyme-linked immunosorbent assay for aflatoxin B₁ in cereals and peanuts. *Asean Food J.*, 7: 204–209.
- BADSAH A., KLOPFENSTEIN C. F., BURROUGHS R., SATTAR A. (1992): Effect of gamma irradiation on field and storage fungi of wheat, maize and soybean. *Chem. Mikrobiol. Technol. Lebensmittel*, 14: 57.
- BECK R., SÜSS A., LEPSCHY J., PALANT J. (1992): Studies on the microbiology of malting wheat II. Microbiological aspects of cereal storage and the microbiology of malting. *Brauwelt*, 132: 2388.
- ECKSCHLAGER K., HORSÁK I., KODEJŠ Z. (1980): Evaluation of Analytical Results and Methods. Prague, SNTL.
- HOZOVÁ B., ZEMANOVIČ J., CHORVÁTOVÁ R. (1996): Evaluation of the microbiological and sensory quality of amaranth-based biscuits. *Food Technol. Biotechnol. Rev.*, 33: 155–159.
- HOZOVÁ B., BUCHTOVÁ V., DODOK L., ZEMANOVIČ J. (1997): Microbiological, nutritional and sensory aspects of stored amaranth biscuits and amaranth crackers. *Nahrung*, 41: 155–158.
- JESENSKÁ Z. (1987): Microscopic Fungi in Foods. Bratislava, Alfa.
- LOAHARANU P. (1994): Status and prospects of food irradiation. *Food Technol.*, 48: 124–131.
- EVOVA L. S., ORLOVA N. Yu., OMEČENKO V. D. (1993): Penicillium moldes produce ochratoxin A in grain. *Appl. Biochem. Microbiol.*, 28: 692.
- O'NEIL K., DAMOGLON A. P., PATTERSON M. F. (1993): Sensitivity of some common grain fungi to irradiation on grain and in phosphatebuffered saline. *Food Additiv. Contamin.*, 10: 35 p.
- THORNE S. (1991): Food Irradiation. London and New York.
- VARGA Š., TÓLGYESSY J. (1982): Fundamentals of Radiation Chemistry and Radiation Technology. Bratislava.
- WOLFF J., RICHTER W. I. S. (1992): Ochratoxin A in Getreide. *Getreide, Mehl u. Brot*, 46: 355.
- STN ISO 4833: 1991 (1997): Microbiology. General instructions for estimation of the number of microorganisms. The method for the calculation of colonies cultivated at 33 °C. Bratislava.
- STN ISO 4832: 1991 (1997): Microbiology. General instructions for estimation of the number of coliform bacteria. The method for the calculation of colonies. Bratislava.
- STN ISO 7954: 1987 (1997): Microbiology. General instructions for estimation of the number of yeasts and moulds cultivated at 25 °C. Bratislava.
- TH 200 (1995): Directions for use. Novasina, Axair Ltd. Switzerland.

Received June 9, 1998

Súhrn

HOZOVÁ B., VALÍK L. (1998): Ožarovanie amarantového zrna na predĺženie skladovania amarantových sušienok. *Czech J. Food Sci.*, 16: 205–209.

V práci sa uvádzajú výsledky mikrobiologickej kontroly (celkový počet, koliformné baktérie, aeróbne sporujúce baktérie, kvasinky a plesne) amarantových sušienok vyrobených zo zrna ožiareného rôznymi dávkami ionizujúceho žiarenia (1,5; 3 a 5 kGy) (zdroj žiarenia ⁶⁰Co) a skladovaných 12 mesiacov pri laboratórnej teplote (20–25 °C). Doplnkovým parametrom bola meraná hodnota *a_w*. Počty mikroorganizmov v sušienkach sa pohybovali v závislosti od stupňa ošetrenia vychodiskovej suroviny (zrno neožiarené – 10⁶ KTJ/g; ožiarené 1,5 a 3 kGy – 10³ KTJ/g; ožiarené 5 kGy – bez prítomnosti mikroflóry). Podiel aeróbných sporujúcich mikroorganizmov (*Bacillus subtilis*, *B. brevis*) prežívajúcich skladovací proces, a to najmä v radiačne neošetrených vzorkách a vo vzorkách ošetrených nižšími dávkami ionizujúceho žiarenia (1,5 a 3 kGy), tvoril 30 až 100 % z celkového počtu mikroorganizmov. Dávka ionizujúceho žiarenia, zabezpečujúca maximálnu hygienickú akosť sušienok až do konca jednorozného skladovania, bola 5 kGy.

ionizujúce žiarenie; zrno amarantu; amarantové sušienky; mikrobiologická analýza; *a_w*; skladovanie

Contact address:

RNDr. Bernadetta H o z o v á, CSc., Slovenská technická univerzita, Chemickotechnologická fakulta, Katedra mlieka, tukov a hygieny požívatin, Radlinského 9, 812 37 Bratislava, Slovenská republika, tel.: + 421 7 59 32 54 78, fax: + 421 7 49 31 98, e-mail: schmidt@checdel.chft.stuba.sk

The Graduate School VLAG in Wageningen

a

Výzkumný ústav potravinářský Praha

uspořádají v Praze v červnu nebo červenci 1999

dua týdenní postgraduální kursy

Zajištění mikrobiální nezávadnosti potravin

Předběžný program:

- Ekologie surovin
- Vlivy technologických procesů
- Sanitační procesy
- Dobrá výrobní praxe (GMP)
- Systém kritických bodů (HACCP)
- Zajišťování kvality
- Zdravotní nezávadnost v mezinárodním obchodě

Kurs je určen pro potravinářské mikrobiology, technology, projektanty technologických zařízení, chemiky a vývojové pracovníky

Ekofyziologie gastrointestinálního traktu

Předběžný program:

- Fyziologie a patologie trávení
- Fyziologický význam intestinální mikroflóry a její mikroekologie
- Mikroorganismy v potravinách, nemoci z potravin a jejich vztah ke zdraví populace
- Nutriční faktory a metabolismus žlučových kyselin
- Význam probiotik a prebiotik
- Význam intestinální flóry pro lokální a systémový imunitní systém
- Uplatnění mléčných kultur ve funkčních mlékárenských výrobcích
- Role diet ve střevní patologii

Kurs je určen pro pracovníky potravinářského průmyslu zabývající se vývojem nových typů potravin, pracovníky v hygieně, dietology a lékaře zabývající se gastrointestinálním traktem

Bližší informace a předběžné přihlášky získáte na adrese:

RNDr. Vladimír Erban, CSc., VÚPP Praha, Radiová 7, 102 31 Praha 10

tel.: 02/ 70 23 31, fax: 02/ 70 19 83, e-mail: v.erman@vupp.cz, <http://web.vupp.cz/www/aktuality.htm>

Folacin in Infant Food

Ružena UHEROVÁ, Milada HORKULIČOVÁ, Dominik MÍZNER¹, Mária MIKUŠOVÁ

Faculty of Chemical Technology of the Slovak University of Technology – Department of Saccharides and Food Preservation, Bratislava; ¹Maternal Hospital, Malacky, Slovak Republic

Abstract

UHEROVÁ R., HORKULIČOVÁ M., MÍZNER D., MIKUŠOVÁ, M. (1998): **Folacin in infant food.** Czech J. Food Sci., 16: 211–214.

The total and free folacin concentration of human milk and of the chosen kinds of fortified and unfortified powdered milk products designed for the nutrition of infants was assayed. Special attention was paid to the proportional level of the free form of this vitamin, which is important from the aspect of its utilization mainly for newborn babies and infants till four months of life. With regard to the human milk (total folacin content equal to 1.77 ± 0.20 up to $2.65 \pm 0.27 \mu\text{g}/100 \text{ ml}$), in which the free folacin content represented 72.5 to 80.2%, the similar proportional level was detected in Eviko and Feminar samples. The remarkable free vitamin proportion was found in fortified Aptamil 1 and Aptamil 2 samples where the concentration of 3.93 ± 0.23 and $3.65 \pm 0.19 \mu\text{g}/100 \text{ ml}$ constituted only 36.8 to 38% of the total form. The percentage of the recommended daily dose dependent on the quantity of consumed milk ranged from 6.0 to 60.8. It was determined by the microbiological assay procedure using *Lactobacillus rhamnosus* ATCC 7469.

infant food; human milk; total and free folacin concentration

Folacin (the older name "folic acid", B₉ vitamin) ranks among the B-group vitamins due to its hydrophilic character. In nature, it occurs in the free form or it is bound to proteins, polyglutamates or polysaccharides. In view of human health this vitamin was not considered very important for quite a long time because the symptoms of man's hypovitaminosis and avitaminosis were not very clear and frequent. Only in recent years, the scientific investigation has revealed a wide folacin application in biochemical processes of the living cell. Foliates play an important role as coenzymes in the synthesis of DNA, RNA and proteins and their increased intake is required during periods of growth, cellular application and in the time of enhanced metabolic activity. From this aspect, a greater stress is nowadays laid on the folacin intake for pregnant and lactating women and on its necessity for infants up to twelve months of life (Picciano et al., 1994).

Good folacin sources are obtainable in the green parts of plants such as vegetables and, to a lesser extent, in fruits. From among (in μg per 100 g) the animal tissues the richest folacin source liver (beef 290–963, pork: 36–221) and kidneys (beef: 80–410, pork: 93). As far as the vegetable is concerned, the highest content of folacin (in μg per 100 g) occurs in spinach (48–193), cucumbers (6.7–207) and Brussels sprouts (27.9–125). The valuable sources of this vitamin are also leguminous plants, mainly green peas

(12–133 $\mu\text{g}/100 \text{ g}$) and green bean (10–133 $\mu\text{g}/100 \text{ g}$). The poorer sources are rice (5.9–29 $\mu\text{g}/100 \text{ g}$), wheat flour (21–35 $\mu\text{g}/100 \text{ g}$) and milk (11.1 $\mu\text{g}/100 \text{ g}$) (Fragner, 1961; Černá, 1980; Favier et al., 1987).

The primary folate deficiency appears mainly in the state of undernourishment. The secondary deficiency is known in the case of chronic anaemia, malignant diseases and children's defects such as a neural tube defect (NTD) and *spina bifida* (Jurko, 1994; Picciano et al., 1994; Potier de Courcy, 1994). The nourishment tables recommend 200 μg of folic acid per day for pregnant women (from the second trimester) and 300 μg of folic acid per day for fully or partially lactating women. Children should receive 60 μg of folic acid per day up to twelve months of life (Miko et al., 1993). For newborn babies and those until four months of life the free folacin form is more significant than the bound one because the bowels digestion, resorption and the activity of intermediate metabolism are fully developed only after four months of life (Horanský, 1989).

It is generally known that for children at the infant age the main source of folacin is human milk or the specific powdered infant formula milk product. In view of these facts our work was directed also to the assessment of the free form of folacin and to its proportional level complying with the infant food requirements.

MATERIAL AND METHODS

The free and total folacin content of human milk and of some kinds of powdered formula products (obtainable from our trade network) designed for the infant nutrition was established (Table I). The vitamin concentration was determined by the microbiological assay procedure using *Lactobacillus rhamnosus* ATCC 7469 [Czechoslovak State Standard (ČSN) and Slovak State Standard (STN) 1981]. The working procedure was based upon the free folacin elution in the medium of citrate-phosphate buffer with pH 4.6 in the presence of ascorbic acid as a stabilizer of labile folates. To determine the total folacin content the conjugase from pork kidneys was used for liberation of bound forms. The enzymatic hydrolysis proceeded for 18 to 29 hrs at 37 °C. The determination included a suitable dilution of the sample tested, distribution of pipetting into each assay tube, inoculation, incubation (20 hrs at 37 °C) and turbidimetric measurements (540 nm).

I. The free and total folacin content of human milk and of the chosen kinds of powdered milk products

Sample	Sample characteristics
Transitional milk ^a	6 days postpartum
Mature milk ^a	3 to 5 weeks postpartum
Feminar ^b	adapted powdered milk designed for infant nutrition up to 6 months, from a trade network
Sunar ^b	powdered milk (3.5% fat) designed for infant nutrition after 4 months, from a trade network
Eviko ^b	powdered milk (2.5% fat) designed for dietary infant nutrition, from a trade network
Aptamil 1 ^c	fortified infant milk food up to 4 months (78 µg/100 g of dry food)
Aptamil 2 ^c	fortified infant milk food after 4 months (67 µg/100 g of dry food)

^aPostpartum human milk from the Maternal Hospital, Malacky, Slovak Republic - milk bank

^bInfant foods producer: Průmysl mléčné výživy, Hradec Králové Ltd., Zábřeh na Moravě, Czech Republic

^cInfant foods producer: Milupa AG, Friedrichsdorf, Germany

RESULTS AND DISCUSSION

The results achieved by determination of the free and total folacin concentration of human milk samples and chosen products designed for the substitutive infant nutrition are summarized in Table II. They reveal that the total folacin concentration of human milk samples ranged between 1.77 ± 0.20 and 2.65 ± 0.26 µg/ml, which is in agreement with the results of works by Ramasastri (1965) and Adrian (1972). The authors engaged in this

II. A general survey of the free and total folacin concentration (µg/100 ml) in analyzed samples (n^a , n^b , n^c)

Sample	Free folacin	Total folacin	Free/total [%]
Human milk ^a			
6 days postpartum	1.92 ± 0.15	2.65 ± 0.27	72.5
Mature milk ^a	1.42 ± 0.21	1.77 ± 0.20	80.2
Feminar ^b	1.11 ± 0.06	1.53 ± 0.06	72.5
Sunar ^b	0.90 ± 0.11	1.52 ± 0.24	59.21
Eviko ^b	0.89 ± 0.07	1.06 ± 0.08	83.96
Aptamil 1 ^c	3.93 ± 0.23	10.70 ± 0.53	36.8
Aptamil 2 ^c	3.65 ± 0.19	9.60 ± 0.53	38.0

For ^{a-c} see Table I

n^a - number of samples = 10

$n^{b,c}$ - number of samples = 5

problem indicate that there exists possibility of great variability of the results obtained by determining this vitamin in the human milk with respect to its level in the organism of the lactating woman, her alimentation customs, total state of health, duration of lactation, etc. (Adrian, 1973; Černá, 1980; Horanský, 1989; Picciano et al., 1994).

In comparison to human milk, the total folacin concentration of products designed for the substitutive unfortified infant nutrition was somewhat lower, i.e. from 1.06 ± 0.08 to 1.53 ± 0.06 µg/100 ml. As was expected, the highest level was established in the fortified products, in which the concentration of folic acid amounted to 11 µg/100 ml of the ready liquid food according to a producer. Table II indicates that the values that were assessed by us in the range of 9.6 ± 0.53 to 10.70 ± 0.53 µg/100 ml varied.

Since it is known (Horanský, 1989) that infants up to four months of life have the insufficiently developed enzymatic system as well as the ability to utilize only the free form of this vitamin, we determined its concentration and percentual proportion from the total content. The results in Table II show that the free folacin concentration of human milk samples varied between 1.42 ± 0.21 and 1.92 ± 0.15 µg/100 ml, which corresponded to 72.5 to 80.2% from the total amount. Similarly, the free folacin concentration was detected in the investigated powdered formula products in the range of 0.90 to 1.1 µg/100 ml, which represented 59 to 84% from the total amount determined. The free folacin content was remarkable in Aptamil 1 and Aptamil 2 samples where the mean concentrations ranging between 3.93 ± 0.23 and 3.65 ± 0.19 µg/100 ml represented the 36.8 to 38% proportion of the free form of this vitamin from the assessed total amount. This fact is supposed to be associated with the technological process of production with regard to the potential bond formation between the amino acids of milk proteins and the folic

acid, which is in agreement with the results obtained by Metz et al. (1968), Ford et al. (1969), Ghitis (1967), Markkanen et al. (1974) and Wigertz, Jägerstad (1993).

The determined concentration values of the free form of folacin were used to calculate the approximate percentage of the recommended dose. Our calculations were based on the data presented in works by Miko et al. (1993), Jurko (1994) and Horanský (1989). According to these authors, children at the age till twelve months should receive 60 µg of folacin acid per day. As can be seen from Table III, the representation of this vitamin is the highest in Aptamil 1 and Aptamil 2 milk food samples, in relation to RDA (26.2–65.6%), in the case of human milk and unfortified infant food products the consumed amount represented 5 to 19%.

III. The proportion of free folacin of investigated samples in the Recommended Daily Allowances

Sample	Free folacin content ^a		Percentage of RDA ^b 60 µg/day
	µg/400 ml	µg/1000 ml	
Transitional human milk	5.68	14.20	9.4–23.7
Human milk 2–6 days postpartum – milk bank	7.68	19.20	12.8–32.0
Feminar	4.70	11.10	7.3–18.5
Sunar	3.60	9.00	6.0–15.2
Eviko	3.60	8.90	6.0–14.8
Aptamil 1	15.72	39.30	26.2–65.6
Aptamil 2	14.40	36.50	24.0–60.8

^aThe concentration of free folacin after consumption of 400 ml and 1000 ml of the above-indicated samples

^bThe percentual value of the Recommended Daily Allowances (RDA) after consumption of 400 ml and 1000 ml of the analyzed samples

However, the ascertained percentage is questionable because there are some authors (e.g. Karlin, 1969) who indicate a different, chemically confirmed dose, i.e. 5 to 20 µg per day. The problem of this variability is pointed out, for example, by Picciano et al. (1994) and Adrian (1973).

Súhrn

UHEROVÁ R., HORKULIČOVÁ M., MÍZNER D., MIKUŠOVÁ, M. (1998): **Folacin vo výžive detí.** Czech J. Food Sci., 16: 211–214.

Cieľom bolo stanoviť koncentráciu celkového a voľného folacínu v materskom mlieku a vo vybraných druhoch fortifikovaných i nefortifikovaných sušených mliečnych výrobkov určených pre dojčenskú výživu. Zvláštnu pozornosť sme venovali pomernému zastúpeniu voľnej formy tohoto vitamínu, čo je dôležité z hľadiska využiteľnosti, hlavne pre novorodencov a dojčatá do 4. mesiaca života. Vzhľadom k materskému mlieku (celkový obsah folacínu 1,77 ± 0,20 až 2,65 ± 0,27 µg/100 ml), kde bolo voľného folacínu 72,5–80,2 %, sme stanovili vo vzorkách sušeného mlieka Eviko a Feminar obdobné pomerné zastúpenie.

References

- ADRIAN J. (1973): *Valeur alimentaire du lait*. Paris, La Maison Rustique.
- ČERNÁ J. (1980): Kyselina listová a jej význam vo výžive. *Výž. Lidu*, 25: 182–183.
- ČSN and STN 56 00 57 (1981): *Stanovenie folacínu v požívatínach*. Praha.
- FAVIER J. C., CHRISTIDES J. P., POTIER de COURCY G. (1987): Teneur en acide folique des aliments. 3-teneur des laits en folates. *Sci. Alim.*, 7: 23–40.
- FORD J. E., SALTER D. N., SCOTT K. J. (1969): The folate binding protein in milk. *J. Dairy Res.*, 36: 435–446.
- FRAGNER J. (1961): *Vitaminy, jejich chemie a biochemie*. 1. vyd. Praha, ČSAV.
- GHITIS J. (1967): The folate binding in milk. *Amer. J. Clin. Nutr.*, 20: 1–4.
- HORANSKÝ V. (1989): *Pediatrica prvého kontaktu*. 1. vyd. Martin, Osveta.
- JURKO A. (1994): *Repetitórium pediatria*. 1. vyd. Martin, Osveta.
- KARLIN R. (1969): Sur la teneur en folates des laits de grand mélange. *J. Int. Vitaminol*, 39: 359–371.
- MARKKANEN T., PAJULA R. L., VIRTANEN S., HIMANEN P. (1974): Binding of folic acid activity (FAA) to proteins in mother's milk. *Int. J. Vitamin Nutr. Res.*, 44: 195–202.
- METZ J., ZALUSKY R., HERBERT V. (1968): Folic acid binding by serum and milk. *Amer. J. Clin. Nutr.*, 21: 289–297.
- MIKO M., JANÍČEK G., KAJABA I. (1993): *Základy výživy*. 2. vyd. Bratislava, ES STU.
- PICCIANO M. F., GREEN T., O'CONNOR D. L. (1994): The folate status of women and health. *Nutr. Today*, 29: 20–29.
- POTIER de COURCY G. (1994): Supplémentation en acide folique et prévention du spina bifida. *Cah. Nutr. Diét.*, XXIX: 92–97.
- RAMASASTRI B. V. (1965): Folate activity in human milk. *Brit. J. Nutr.*, 19: 581–586.
- WIGERTZ K., JÄGERSTAD M. (1993): Analysis and characterization of milk folates from raw, pasteurized, UHT-treated and fermented milk related to availability *in vivo*. *Bioavailability*, 93: 421–431.

Received July 26, 1998

Pozoruhodný bol podiel voľného vitamínu vo fortifikovaných vzorkách dojčenského mlieka Aptamil 1 a Aptamil 2, kde koncentrácia $3,93 \pm 0,23$ a $3,65 \pm 1,19 \mu\text{g}/100 \text{ ml}$ odpovedá len 36,8–38 %. Úhrada odporúčanej dennej dávky v závislosti od množstva konzumovaného mlieka bola 6,0–60,8 %. Na stanovenie bola použitá mikrobiologická metóda za použitia *Lactobacillus rhamnosus* ATCC 7469.

dojčenská výživa; materské mlieko; koncentrácia celkového a voľného folacínu

Contact address:

Doc. Ing. Ružena U h e r o v á , CSc., Slovenská technická univerzita v Bratislave, Chemickotechnologická fakulta, Katedra sacharidov a konzervácie potravín, Radlinského 9, 812 37 Bratislava, Slovenská republika, tel.: + 421 7 59 32 54 36, fax: + 421 7 35 94 329; e-mail: uherova@chelin.chtf.stuba.sk

Stanovení obsahu kyseliny fytové v potravinářských surovinách rostlinného původu*

Alexandra PROŠKOVÁ

Food Research Institute Prague, Prague, Czech Republic

Abstract

PROŠKOVÁ A. (1998): **Determination of phytic acid content in food raw-materials from vegetable sources.** Czech J. Food Sci., 16: 215–220.

The method of phytic acid determination in cereals using ion-pair reverse phase HPLC was verified and optimised. The accepted method is recommended not only for the determination of phytic acid itself, but for the determination of less phosphorylated inositols as well. The content of phytic acid in cereals is proved to depend on the type of cereal in question and the way of processing, but is independent of the variety and the place of cultivation. The content of inositol with the lower phosphate group number is very low in native cereals. The inositol-pentaphosphate is present in detectable quantities in such cases. The extrusion has a profound influence on the phytic acid dephosphorylation. The content of less-phosphorylated inositol increases remarkably during extrusion. Most of the phytic acid content remains in bran after milling the cereals.

cereals; determination; HPLC; reverse phase; phytic acid; inositol phosphate

Souhrn

PROŠKOVÁ A. (1998): **Stanovení obsahu kyseliny fytové v potravinářských surovinách rostlinného původu.** Czech J. Food Sci., 16: 215–220.

Bylo ověřeno a optimalizováno stanovení kyseliny fytové přítomné v obilovinách metodou HPLC iontových párů v reverzní fázi. Použitá metoda je vhodná jak pro stanovení vlastní kyseliny fytové, tak i pro parciální fosforečné estery *myo*-inositolu. Bylo prokázáno, že obsah kyseliny fytové v obilovinách je závislý na druhu a způsobu zpracování, ale není příliš ovlivněn odrůdou a lokalitou pěstování. Obsah níže fosforylovaných inositolů v neopracovaných obilovinách je nízký a vyskytuje se zde především inositol-pentafošfát. Extruze má vliv na obsah kyseliny fytové a nižších inositolfosfátů. Během extruze dochází k defosforylaci kyseliny fytové a obsah níže fosforylovaných inositolů stoupá. Při mletí zůstává hlavní podíl kyseliny fytové v otrubách.

obiloviny; stanovení; HPLC; reverzní fáze, kyselina fytová; inositol fosfát

Kyselina fytová jako *myo*-inositol-1,2,3,4,5,6-hexakisfosfát (Brearley, Hance, 1996) představuje hlavní zásobárnu fosforu ve většině rostlinných potravinářských surovin, a to především v semenech a cereálních zrnech (např. Sharma et al., 1996). Tento polyfosfát má schopnost tvořit cheláty s vícemocnými kovovými ionty, zvláště se zinečnatými, vápenatými, hořečnatými a železitémi. Vznikají nerozpustné soli, které se špatně absorbují z gastrointestinálního traktu, což vede ke snížené biologické využitelnosti těchto minerálních látek (Perrigo et al., 1996). Proto je důležité sledovat obsah kyseliny fytové v potravinách, zvláště u osob nekonzumujících smíšenou stravu, tj. u různých typů vegetariánů a makrobiotiků, u nichž se může vyskytnout nedostatečné zásobování

organismu především zinkem (Lombardi-Boccia et al., 1996).

Na druhé straně má sledovaná kyselina i potenciální kladné účinky (Zhou et al., 1995), např. ochrana při intoxikaci kadmíem či olovem. Tato kyselina má antioxidační vlastnosti – působí jako silný inhibitor při tvorbě hydroxylových radikálů (katalyzovaných železem). Předpokládá se také, že kyselina fytová má vliv na snižování koncentrace sérového cholesterolu tím, že ovlivňuje sorpci zinku a mědi. Vysoký poměr těchto prvků vede k hypercholesterolemii, což je hlavní faktor způsobující koronární onemocnění. Při epidemiologických studiích bylo zjištěno, že při konzumaci stravy bohaté na vlákninu a kyselinu fytovou se snižuje výskyt ledvinových kamenů. Experimentál-

*Práce byla dělána za finanční podpory Ministerstva zemědělství České Republiky (grant č. RE5517).

ně bylo prokázáno, že *myo*-inositol-bisfosfát a *myo*-ino-sitol-trisfosfát zamezují *in vitro* tvorbě krystalů hydroxyapatitu, které působí jako jádra při vzniku kamenů. Kyselina fytová rovněž pozitivně ovlivňuje průběh nádorového onemocnění tlustého střeva (Challa et al., 1996).

Na jedné straně tedy není sporu o tom, že kyselina fytová silně inhibuje biologickou využitelnost minerálních látek v organismu, na druhé straně na základě studií *in vitro* a epidemiologických studií se usuzuje i na její kladné účinky. Při řešení této otázky by bylo velmi přínosné sledovat pomocí pokusů *in vivo* optimální množství kyseliny fytové ve stravě při simultánním sledování jejích kladných i záporných účinků.

Dosud publikované analytické metody stanovení této látky spadají do několika skupin. Nejstarší metody byly založeny na srážení komplexu fytát – železo (Oberleas, 1971). Metoda vychází ze skutečnosti, že železité ionty tvoří ve slabě kyselém prostředí stabilní a nerozpustný komplex s kyselinou fytovou a žádná další sraženina s jinými organickými nebo anorganickými fosfáty se neobjevuje (Heubner, Stadler, 1914). U této precipitační metody byly vyvinuty dvě varianty. V přímé metodě je u vysráženého, odděleného a zmineralizovaného komplexu fytátu železitého fosfor stanoven např. kolorimetricky (McCance, Widdowson, 1935) a na základě jeho obsahu vypočten ekvivalent fytátu. U nepřímé metody je přidán přebytek chloridu železitého a volné železité radikály jsou stanoveny jakoukoliv titrační metodou pro železo. Tuto modifikaci použil již Young (1936), který přebytek železa titroval tiokyanidem a stanovil jej kolorimetricky. Metoda byla používána jako standardní delší dobu a poskytovala uspokojující výsledky pro zrna a semena s vyšším obsahem fytátu. Pro produkty s nižším obsahem kyseliny fytové je však méně vhodná.

Zlepšená metoda používající separace na měničích iontů byla publikována později (Harland, Oberleas, 1977). Zahnuje tyto kroky: kyselý extrakt vzorku je aplikován do malé kolony plněné měničím aniontů a kolona je promyta roztokem pufru o nízké iontové síle. Fytát je potom eluován z kolony roztokem soli o vysoké iontové síle a nakonec je obsah fytátu v eluátu stanoven spektrofotometricky.

Zrychlení stanovení obsahu fytátu představují metody vysokotlaké kapalinové chromatografie publikované v 80. letech. Jedními z prvních byli Tangendaja et al. (1980), kteří aplikovali přímo na kolonu μ Bondapak C_{18} extrakt rýžových otrub v kyselině trichloroctové, k detekci používal jak index lomu, tak absorpenci v UV oblasti. Camire a Clydesdale (1982) publikovali kvantitativní HPLC metodu založenou na precipitaci kyseliny fytové s chloridem železitým (po extrakci kyselinou chlorovodíkovou nebo trichloroctovou), následným převedením na fytát sodný a aplikací na C_{18} kolonu v reverzní fázi při použití fytátu sodného jako vnitřního standardu. Cilliers a Nierken (1986) vyvinuli poměrně jednoduchou a rychlou metodu. Po extrakci s kyselinou trichloroctovou

byla provedena separace na měničích iontů a spektrofotometrické stanovení v eluátu bylo děláno podle postupu, který uveřejnili Latta a Eskin (1980), založeném na reakci mezi železitými ionty a kyselinou sulfosalicylovou.

Z novějších metod byly publikovány práce využívající např. nukleární magnetické rezonance (Mazzola et al., 1986) nebo spektroskopie v blízké infračervené oblasti (Parrish et al., 1990), které jsou však z hlediska přístrojového vybavení nákladné. Jako perspektivnější se ukazuje stanovení pomocí kapilární izotachografie – ať s předchozí precipitací pomocí trojmocného železa a převodem sraženiny na fytát sodný (Kikunaga et al., 1985; Spanno, 1992), nebo přímo po extrakci kyselinou chlorovodíkovou (Blatný et al., 1995). Mezi nejmodernější jedná se z hlediska běžnějšího přístrojového vybavení laboratoří a zároveň umožňující zároveň stanovit kromě kyseliny fytové i níže fosforylované inosity patří především metody HPLC iontových párů v reverzní fázi, na které byla naše práce především zaměřena (Sandberg, 1986; Burbano et al., 1994; Lhefeld, 1989).

V této práci jsme se zabývali stanovením kyseliny fytové v různých druzích cereálií, distribucí kyseliny fytové v jednotlivých poddřevích pšenice získaných během mletí, závislosti obsahu kyseliny fytové na odrůdě a lokalitě, v níž byla pěstována, a také vlivem extruze jako modelového způsobu zpracování cereálií na obsah vlastní kyseliny fytové a níže fosforylovaných inositolů.

MATERIÁL A METODY

Materiál

Fytát sodný (dodekasočná sůl), tetrabutylammonium hydroxid (TBNOH, 40% w/w vodný roztok) a 1-amino-2-naftol-4-sulfonová kyselina byly zakoupeny u firmy Sigma. Kyselina fytová (40% vodný roztok) byl od firmy Aldrich Chemical Company, Inc. Měniče iontů (Anex AG 1-X4, 100–200 mesh a Katex AG 50W-X8, 200–400 mesh) byly zakoupeny u firmy Bio-Rad Laboratories. Ostatní chemikálie (metanol, kyselina mravenčí a HCl) v kvalitě čistoty určené pro HPLC pocházely od různých firem.

Mletí vzorku

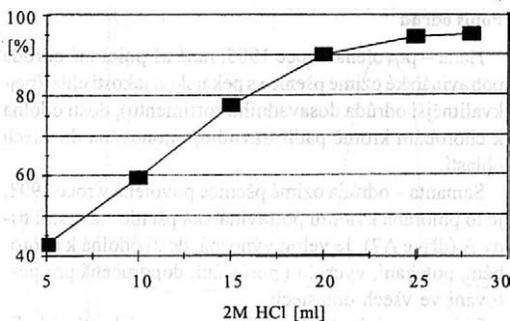
Všechny vzorky byly mlety na rychloběžném mlýnku Pulverisette 14 od firmy Fritsch.

Extrakce vzorku

Namleté vzorky v množství 0,5–2 g (podle obsahu kyseliny fytové) byly extrahovány s 20 ml 3,5% HCl na rotační třepače při pokojové teplotě po dobu 2 h (Blatný et al., 1995). Tato suspenze byla odstředěna při 15 000 ot./min po dobu 15 min a supernatant byl přefiltrován.

Čištění vzorku

Alikvotní díl tohoto extraktu podle předpokládaného obsahu kyseliny fytové byl zředěn vodou (1–3 ml/20 ml) a tento vzorek byl čištěn na měničích iontů AG 1-X 4 v Cl⁻ formě. Po nanesení vzorku na kolonu byla promyta 15 ml



1. Účinnost eluce fytátu 2M HCl – Efficiency of phytate elution with 2M HCl

demineralizované vody, dále 15 ml 0,025M HCl (k eluci anorganických fosforečnanů) a nakonec byla provedena eluce fytátu 2M HCl. Množství tohoto elučního činidla bylo ověřeno vazbou a následnou elucí používaného standardu (obr. 1). K eluci 95 % navázaného fytátu je třeba 28 ml 2M HCl.

Analyzá vzorku metodou HPLC

Eluát byl odpařen za vakua do sucha při teplotě maximálně 40 °C. Tento odparek byl resuspendován v 1 ml roztoku, který obsahoval demineralizovanou vodu a TBNOH v poměru 1 : 0,015.

Analyzá byla prováděna metodou HPLC na koloně SGX RPS o rozměrech 4 × 250 mm s velikostí částic 5 μm firmy TESSEK Ltd. Praha s refraktometrickou detekcí. Mobilní fáze obsahovala 56,5 % metanolu, 0,4 % TBNOH, 0,15 mol/l kyseliny mravenčí a pH bylo 5M kyselinou sírovou upraveno na 4,3. Tento roztok byl přefiltrován na filtračním zařízení Supelco s membránou o velikosti pórů 0,45 μm a odvdoušněn. Chromatografie probíhala při teplotě 30 °C a eluční rychlosti 0,8 ml/min při nástřiku vzorku 20 μl.

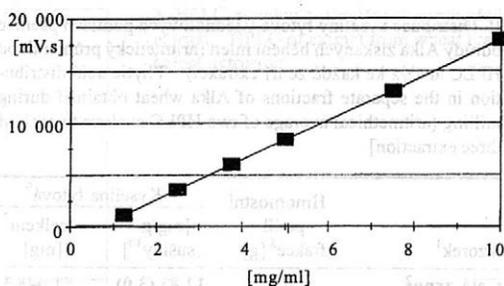
Standard

Jako kalibrační standard byl používán fytát sodný (do-dekasodná sůl) firmy Sigma v koncentracích 0,5–10 mg/ml a obsahu fytátu 83,83 %. Závislost velikosti peaku na koncentraci je v této oblasti lineární. Roztok kyseliny fytové (tedy pouze hexafofosfát inositolu) byl připraven promytím roztoku přes katex AG 50W-X8 v H⁺ formě, odpařením a resuspendováním odparů v 1 ml roztoku obsahujícím demineralizovanou vodu a TBNOH v poměru 1 : 0,015. Kalibrační křivka s korelačním koeficientem 0,9998 je uvedena na obr. 2.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Obsah kyseliny fytové v různých druzích cereálií

Bylo analyzováno sedm druhů různých obilovin. Ječmen byl získán z Výzkumného ústavu sladařského v Brně, ječné otruby loupáním na laboratorní loupáče na špaldu na pracovišti České zemědělské univerzity Praha v Uhř-



2. Kalibrační křivka stanovení kyseliny fytové (HPLC) – Calibration curve of phytic acid determination (HPLC)

něvsi. Žito, ovesné vločky, jáhly, pohanka neloupaná a kukuřice byly z obchodní sítě (tab. I).

I. Obsah kyseliny fytové (% hm. v sušině) v různých druzích cereálií – Phytic acid contents (% w of dry matter) in various sorts of cereals

Vzorek ¹	IP5 [%]	IP6 [%]
Ječná celozrná mouka ²	0,03 (18,9)	0,76 (3,8)
Ječné otruby ³	0,03 (20,1)	0,84 (3,4)
Žitná celozrná mouka ⁴	0,03 (19,5)	0,72 (3,7)
Pšeničná celozrná mouka ⁵	0,06 (15,4)	1,07 (3,1)
Pšeničné otruby ⁶	0,25 (8,5)	4,28 (1,9)
Ovesné vločky ⁷	–	0,83 (3,5)
Pohanka neloupaná ⁸	–	1,08 (3,0)
Jáhly ⁹	–	0,28 (4,9)
Kukuřice ¹⁰	0,04 (16,9)	0,65 (3,6)

v závorce uveden variační koeficient – variation coefficient in branches

¹sample; ²whole barley flour; ³barley bran; ⁴whole rye flour; ⁵whole wheat flour; ⁶wheat bran; ⁷oat flakes; ⁸unhulled buckwheat; ⁹millet; ¹⁰corn

Většina analyzovaných potravinářských surovin obsahuje ve své sušině okolo 1% kyseliny fytové, pouze pšeničné otruby jí obsahovaly přes 4 %. Relativně vysoký obsah se objevil také u jáhel (i když se jedná o loupanou obilovinu) – 0,28 % v sušině.

Distribuce kyseliny fytové v jednotlivých podílech pšenice získaných během mletí

Čs. odrůda pšenice Alka (sklizeň 1996) byla umleta u firmy MILLS s. r. o. na pneumatickém laboratorním mlýnu Buhler, na kterém lze získat dva druhy otrub (šrotové a vymílací), tři druhy šrotových mouk a tři druhy mouk vymílacích. Všechny získané podíly byly analyzovány a výsledky jsou uvedeny v tab. II.

Hlavní podíl kyseliny fytové je obsažen ve šrotových otrubách – 89,9 %, ve vymílacích otrubách 8,1 % a pouhých 2 % připadají na frakce mouky.

II. Distribuce kyseliny fytové v jednotlivých podfrákcích pšenice odrůdy Alka získaných během mletí (aritmetický průměr dvou HPLC analýz ke každé ze tří extrakcí) – Phytic acid distribution in the separate fractions of Alka wheat obtained during milling (arithmetic average of two HPLC analyze to each of three extraction]

Vzorek ¹	Hmotnostní podíl frakce ⁸ [g]	Kyselina fytová ⁹	
		[mg/g sušiny ¹⁰]	celkem ⁷ [mg]
Celé zrno ²	4 010	12,83 (3,0)	51 448,3
Šrotové otruby ³	880	51,41 (1,7)	45 240,8
Výmílací otruby ⁴	240	17,07 (2,8)	4 096,8
Šrotová mouka ⁵ 1	440	0,45 (16,2)	199,9
Šrotová mouka 2	260	0,36 (18,6)	93,5
Šrotová mouka 3	200	0,41 (16,4)	82
Výmílací mouka ⁶ 1	460	0,40 (16,3)	185,7
Výmílací mouka 2	1 270	0,31 (18,9)	393,7
Výmílací mouka 3	60	0,50 (17,6)	29,8
Celkem ⁷	3 840		50 322,2

v závorkách uveden variační koeficient – variation coefficient in branches

¹sample; ²whole grain; ³coarse bran; ⁴fine bran; ⁵coarse flour; ⁶fine flour; ⁷total

Vliv lokality a odrůdy pšenice na obsah kyseliny fytové

Vliv lokality na obsah kyseliny fytové byl sledován u pšeničných otrub, které byly vybrány jako model cereálních potravinářských surovin z důvodu vysokého obsahu fytátu. Byly analyzovány otruby ze čtyř odrůd pšenice (sklizeň 1996) v ČR uznaných k pěstování. Všechny byly pěstovány podle metodik pro provádění Státních odrůdových pokusů v pěti různých místech ČR. Jedná se o tyto lokality: Domanínec v Bystřici nad Pernštejnem (Jihomoravský kraj), Hradec nad Svitavou (Východočeský kraj), Lípa (Severočeský kraj), Trutnov (Východočeský kraj) a Stachy (Jihočeský kraj).

III. Vliv lokality a odrůdy pšenice na obsah kyseliny fytové [mg/g sušiny] – Effects of locality and wheat variety on phytic acid content [mg per g dry matter]

	Hana		Samanta		Siria		Trane	
	IP5	IP6	IP5	IP6	IP5	IP6	IP5	IP6
Domanínec	1	41,2	1,7	50,9	1	44	1,8	56,7
Hradec	1,2	46,4	1,6	53,5	2,1	48,2	1,9	40,4
Lípa	1,8	43,6	0,9	43,2	1,5	55,1	1,6	56,7
Trutnov	2,1	48,1	3,6	50,7	2,7	52,4	neanalyzováno ¹	
Stachy	1,9	57,3	3	37,5	3,4	52,5	3,3	44,6

¹not analyzed

Popis odrůd

Hana – povolena v roce 1985, raná až poloraná odrůda potravinářské ozimé pšenice s pekařskou jakostí elita (nejkvalitnější odrůda dosavadního sortimentu), dosti odolná k chorobám kromě padlí travního, rajonována do všech oblastí.

Samanta – odrůda ozimé pšenice povolena v roce 1993, je to poloraná kvalitní potravinářská pšenice jakostní třídy A (dříve A7). Je velmi výnosná, dosti odolná k chorobám, poléhání, výdrolu i porůstání, doporučena pro pěstování ve všech oblastech.

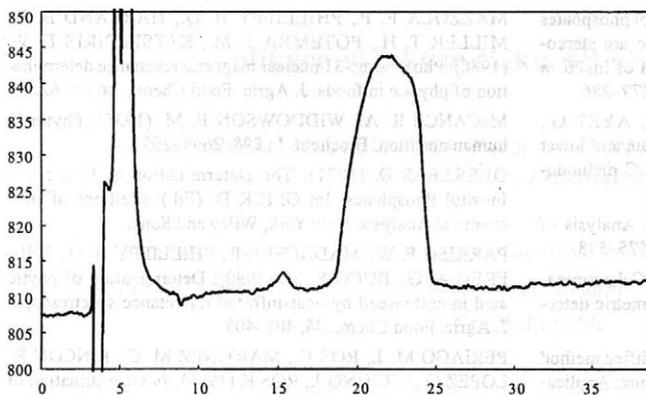
Siria – pozdní odrůda ozimé pšenice s jakostí třídy B, chlebová, vhodná do řepařské a bramborářské oblasti, méně odolná rzi travní, středně odolná ostatním chorobám.

Trane – pozdní velmi výnosná německá odrůda s velmi dobrým zdravotním stavem, nevhodná k potravinářským účelům, jakostní třída C (dříve C1), doporučovaná ke krmným účelům.

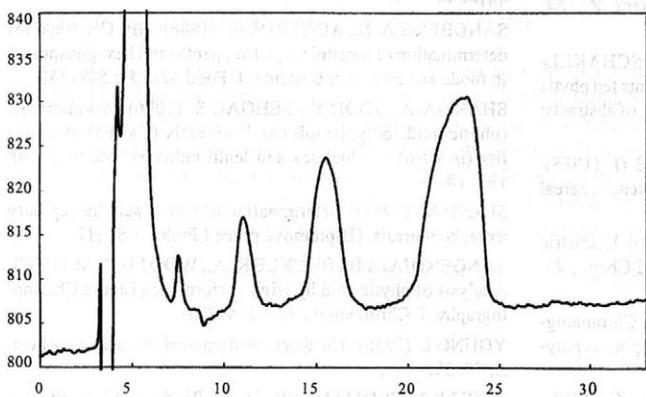
Vzorky byly získány na Katedře speciální rostlinné produkce České zemědělské univerzity v Praze. Obsah inositol hexafosfátu se pohyboval od 37,5 do 57,3 mg a inositol pentafosfátu od 1,0 do 3,6 mg (tab. III). Stopy inositol tetrafosfátu se objevily u dvou odrůd (Samanta a Siria) pouze na lokalitě Trutnov. Nejmenší rozdíly v obsahu kyseliny fytové jsou také na lokalitě Trutnov (48,1–52,4 mg/g). O žádné z analyzovaných odrůd nelze prohlásit, že by vždy měla nízký nebo naopak vysoký obsah fytátu, a zároveň lze konstatovat, že pěstební lokalita nemá podstatný vliv na obsah kyseliny fytové.

Vliv extruze na obsah kyseliny fytové

Ke zjišťování ovlivnění obsahu kyseliny fytové technologickými zákroky byla vybrána extruze, jako velmi často používaný způsob zpracování cereálních surovin. Vliv tohoto procesu byl sledován u jednoho vzorku pšeničných otrub dvakrát extrudovaných, uvedené hodnoty jsou aritmetické průměry hodnot před extruzí a po ní (tab. IV). Extruze byla prováděna na jednošnekovém laboratorním extruderu typu Brabender 20 DN s dlouhým šnekem s těmito parametry: vlhkost materiálu před extruzí 11 %, teplotní režim 150 až 160 °C, 250 ot./min, torzní poměr 5–15 N/m, kompresní poměr šneku 1 : 3, průměr trysky na výstupu



3. HPLC extraktu z pšeničných otrub před extruzí – HPLC of extract from wheat bran before extrusion



4. HPLC extraktu z pšeničných otrub po extruzí – HPLC of extract from wheat bran after extrusion

IV. Vliv extruze na obsah kyseliny fytové [mg/g] – Effect of extrusion on phytic acid content [mg/g]

Pšeničné otruby ¹	Kyselina fytová a nižší inositolfosfáty ⁴			
	IP3	IP4	IP5	IP6
Před extruzí ²	0	0	2,5	41,2
Po extruzí ³	3,3	4,9	8,5	19,8

¹wheat bran; ²wheat bran before extrusion; ³wheat bran after extrusion; ⁴phytic acid and lower inositol phosphates

3 mm. Chromatogramy pšeničných otrub před extruzí a po ní jsou uvedeny na obr. 3 a 4.

Extruzí za uvedených podmínek dochází k odštěpování fosfátu z kyseliny fytové, čímž vznikají níže fosforylované inositoly. Obsah vlastní kyseliny fytové klesl na 48 % jejího původního obsahu, obsah IP5 se zvýšil o 14,6 % proti pšeničným otrubám před extruzí. Dále vzniklo 11,9 % IP4 a více než 8 % IP3. Případnou přítomnost nejméně fosforylovaných inositolů IP2 a IP1 nelze uvedenou metodou zjistit.

Uvedené výsledky byly porovnány s doporučenou metodou AOAC (1990), která je založena na mineralizaci eluátu z měniče iontů a následném kolorimetrickém stanovení fosforu. Tato metoda dává nepatrně vyšší výsledky než použitá metoda HPLC (u pšeničných otrub o 2,2 %), patrně v důsledku toho, že je založena na celkovém stanovení fosforu, kdežto metoda HPLC stanoví skutečně samotný inositolhexafosfát.

Výsledky potvrdily předpoklad, že zvolená analytická metoda (HPLC v reverzní fázi) je vhodná nejen pro stanovení kyseliny fytové, ale také pro stanovení produktů její částečné defosforylace. To je výhodné zejména k hodnocení vlivu jednotlivých technologických procesů na obsah kyseliny fytové a níže fosforylovaných inositolů.

Literatura

AOAC (1990): Official methods of analysis of the AOAC. Association of Official Analytical Chemists. Arlington, VA, Method 986.11.

BLATNÝ P., KVASNIČKA F., KENNEDLER E. (1995): Determination of phytic acid in cereal grains, legumes and feeds by capillary isotachopheresis. *J. Agric. Food Chem.*, 43: 129–133.

- BREARLEY C. A., HANKE D. E. (1996): Inositol phosphates in barley (*Hordeum vulgare* L.) aleurone tissue are stereochemically similar to the products of breakdown of InsP₆ *in vitro* by wheat-bran phytase. *Biochem. J.*, **318**: 279–286.
- BURBANO C., MUZQUIS M., OSAGIE A., AYET G., CUADRADO C. (1995): Determination of phytate and lower inositol phosphates in Spanish legumes by HPLC methodology. *Food Chem.*, **52**: 321–325.
- CAMIRE A. L., CLYDESDALE F. M. (1982): Analysis of phytic acid in foods by HPLC. *J. Food Sci.*, **47**: 575–578.
- CILLIERS J. J. L., NIEKERK P. J. van (1986): LC determination of phytic acid in food by postcolumn colorimetric detection. *J. Agric. Food Chem.*, **34**: 680–683.
- HARLAND B. F., OBERLEAS D. (1977): A modified method for phytate analysis using an ion-exchange procedure: Application to textured vegetable proteins. *Cereal Chem.*, **54**: 827–832.
- HEUBNER W., STADLER H. (1914): Über eine Titrationsmethode zur Bestimmung des Phytins. *Biochem. Z.*, **64**: 422–437.
- CHALLA A., RAO D. R., CHAWAN C. B., SCHAKEL-FORD L. (1996): Colon tumorigenesis markers in rats fed phytic acid and green tea. 1996 IFT annual meeting: book of abstracts: 17 (ISSN 1082-1236).
- KIKUNAGA S., TAKAHASHI M., HUZISIGE H. (1985): Accurate and simple measurement phytic acid contents in cereal grains. *Plant Cell Physiol.*, **26**, 1323–1330.
- LATTA M., ESKIN M. (1980): A simple and rapid colorimetric method for phytate determination. *J. Agric. Food Chem.*, **28**: 1313–1315.
- LEHRFELD J. (1989): High-performance Liquid Chromatography analysis of phytic acid on a pH-stable macroporous polymer column. *Cereal Chem.*, **66**: 510–515.
- LOMBARDI-BOCCIA G., CARONARO M., CAPPELLONI M., CARNOVALE E. (1996): Relationship between *in vitro* Fe and Zn dialysability and peptide composition of albumin and globulins extracted from cooked bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Int. J. Food Sci. Nutr.*, **47**: 485–492.
- MAZZOLA E. P., PHILLIPPY B. Q., HARLAND B. F., MILLER T. H., POTEIRA J. M., KATSIMPIRIS E. W. (1986): Phosphorus-31 nuclear magnetic resonance determination of phytate in foods. *J. Agric. Food Chem.*, **34**: 60–62.
- McCANCE R. A., WIDDOWSON E. M. (1935): Phytin in human nutrition. *Biochem. J.*, **298**: 2694–2699.
- OBERLEAS D. (1971): The Determination of Phytate and Inositol Phosphates. In: GLICK D. (Ed.): *Methods of Biochemical Analysis*. New York, Wiley and Sons.
- PARRISH F. W., MADACSI J. P., PHILLIPPY B. Q., WILFRED A. G., BUCÒ S. M. (1990): Determination of phytic acid in cottonseed by near-infrared reflectance spectroscopy. *J. Agric. Food Chem.*, **38**, 407–409.
- PERIAGO M. J., ROS G., MARTINEZ M. C., RINCON F., LOPEZ G., ORTUNO J., ROS F. (1996): *In vitro* stimulation of protein and mineral availability in green peas as affected by antinutritive factors andaturity. *Lebensm.-Wiss. Technol.*, **29**: 481–488.
- SANDBERG A. S., ADHERINNE. (1986): HPLC method for determination of inositol tri-, tetra-, penta- and hexaphosphates in foods and intestinal contents. *J. Food Sci.*, **51**: 547–550.
- SHARMA A., JOOD S., SEHGAL S. (1996): Antinutrients (phytic acid, polyphenols) and minerals (Ca, Fe) availability (*in vitro*) of chickpea and lentil cultivars. *Nahrung*, **40**: 182–184.
- SPANO M. (1992): Determination of phytic acid by capillary isotachopheresis. [Diplomová práce.] Praha, VŠCHT.
- TANGENDAJA B., BUCKLE K. A., WOOTTON M. (1980): Analysis of phytic acid by High Performance Liquid Chromatography. *J. Chromatogr.*, **197**: 274–277.
- YOUNG L. (1936): The determination of phytic acid. *Biochem. J.*, **30**: 252–257.
- ZHOU J. R., ERDMAN J. W. (1995): Phytic acid in health and disease. *Food Sci. Nutr.*, **35**: 495–508.

Došlo 31. 7. 1998

Kontaktní adresa:

Ing. Alexandra Prošková, Výzkumný ústav potravinářský Praha, Radiová 7, 102 31 Praha 10-Hostivař, Česká republika, tel.: + 420 2 70 23 31, fax: + 420 2 70 19 83, e-mail: a.proskova@vupp.cz

Aplikace vysokého tlaku při ošetření potravin*

Jan STROHALM, Milan HOUŠKA, Pavla NOVOTNÁ, Karel KÝHOS, Rudolf GRÉE,
Dušan BRŮNA¹, František ČAPEK²

Food Research Institute Prague, Prague; ¹Institute of Chemical Technology – Department
of Food Preservation and Meat Technology, Prague; ²ŽDAS, Ltd., Žďár nad Sázavou,
Czech Republic

Abstract

STROHALM J., HOUŠKA M., NOVOTNÁ P., KÝHOS K., GRÉE R., BRŮNA D., ČAPEK F. (1998): **Application of high pressure for food processing.** Czech J. Food Sci., 16: 221–226.

Tasks connected with application of high pressure are solved at the Centre of Food Technology, high pressure laboratory at the Faculty of Food and Biochemical Technology, Institute of Chemical Technology and in the Food Research Institute Prague. Two equipment types are available. The first is a micro-press having the volume 50 ml equipped with electronic measurement system for temperature and pressure monitoring. The second equipment has the chamber with volume 1200 ml and maximum pressure 600 MPa. The samples processed here can be subjected to the sensory evaluation and the technology research can be done for potential users of high pressure processing in industry. This work summarises the results of preliminary experiments dealing with the preparation of samples, packaging, the process parameters verification and resulting quality evaluation of processed samples.

preservation; fruit; vegetables; juices; sensory evaluation; high isostatic pressure; inactivation of micro-organisms; shelf-life; micro-pressure 50 ml; pressure 1200 ml

Souhrn

STROHALM J., HOUŠKA M., NOVOTNÁ P., KÝHOS K., GRÉE R., BRŮNA D., ČAPEK F. (1998): **Aplikace vysokého tlaku při ošetření potravin.** Czech J. Food Sci., 16: 221–226.

Práce shrnuje výsledky vstupních experimentů sensoricky hodnotitelných vzorků po ošetření vysokým tlakem, tj. přípravu vzorků, druh obalu, způsob ošetření, a hodnocení kvality ošetřených vzorků. Po ošetření kusového ovoce a zeleniny vysokým tlakem byly zjištěny zvláště chuťové vlastnosti. U rajčatové a pomerančové šťávy byl pozorován vznik rosolovitých shluků s patrným vlivem na sedimentační poměry. U zeleninových šťáv bylo zjištěno, že užití vysokého tlaku nemá podstatný vliv na obsah vitamínu C a karotenoidů. Orientačně pozorovaný vliv vysokého tlaku na inaktivaci mikroorganismů ve šťávách je nutně systematicky dále studovat.

konzervace; ovoce; zelenina; šťávy; sensorické hodnocení; vysoký izostatický tlak; inaktivace mikroorganismů; údržnost; mikrozařízení na 50 ml; zařízení na 1 200 ml

Využití vysokého tlaku pro konzervování potravin je známé již více než sto let. V současnosti vzrůstá zájem o tuto technologii, protože má proti klasickému tepelnému zpracování své výhody – potraviny se sensorickými vlastnostmi blíží potravinám čerstvým, neboť v procesu nedochází zpravidla k odbourávání vitamínů, minerálů, bílkovin, struktury, barvy a vůně (Butz, Tauscher, 1997). V současné době je ve světě na trhu již asi 15 různých výrobků (Japonsko, Francie, USA) – hlavně ovoce a ovocné produkty (šťávy). Nejdále ve vývoji této technologie

je Japonsko, kde jsou již na trhu ovocné šťávy, džemy, jogurty a tvarohové dezerty připomínající svoji chuť čerstvé produkty.

Rozdíl mezi ošetřováním potravin teplem a tlakem spočívá v tom, jaké chemické vazby jsou rozrušovány. Teplo rozbíjí kovalentní vazby, které drží atomy v molekulách, a tím se ničí přirozená chuť jídla. Vysoký tlak rozrušuje především iontové vazby mezi elektricky nabitými chemickými skupinami, které udržují řetězovitou strukturu molekul proteinů v jejich biologicky aktivní formě. Když se

*Práce byla vykonána za podpory grantové agentury NAZV reg. č. EP 096 098 6259.

tyto vazby rozruší, přestanou být funkční a organismus ohrožující potraviny se stává neškodným. Tlak rovněž poškozuje buněčné membrány mikroorganismů žijících v rostlinách.

Při vysokotlaké technologii se užívá izostatického tlaku řádově stovek MPa po dobu několika minut, bez nutnosti potraviny zahřívát na sterilační teplotu, nebo v kombinaci s velmi šetrným ohřevem. Tím se dosáhne účinku podobného sterilaci, tj. účinné inaktivace nežádoucích mikroorganismů, ale i dalších efektů, jako např. ovlivnění funkčních vlastností bílkovin (koagulace), inaktivace enzymů, ovlivnění počátku a způsobu krystalizace lipidů apod. Ošetřovaná potravina nemůže být v přímém kontaktu s tlakovým médiem, ale musí být hermeticky uzavřená v obalu, který přenáší tlak. Obvykle je tlak přenášen nízkostlačitelnou kapalinou jako je voda, olej (K o l e k t i v, 1997), směs vody a glycerinu, etylenglykol nebo vodný roztok líhu (H o u š k a, 1996).

K odhadu účinku vysokého tlaku slouží Le Chatelierův princip. Všechny jevy (chemické reakce, fázové změny, změny konformace molekul) doprovázené zmenšením objemu jsou účinkem vysokého tlaku urychlovány a reakce, při nichž dochází ke zvětšení objemu, jsou zpomalovány. Uplatňuje se také zákon o šíření tlaku v kapalinách, podle kterého se tlak šíří konstantně všemi směry v celém objemu stlačeného vzorku potraviny (K o l e k t i v, 1997).

Vysokým tlakem je možné ošetřit např. kusové ovoce, zeleninu, ovocné a zeleninové šťávy, koření, mléčné a masné výrobky. Takto ošetřené potraviny se jeví mikrobiologicky bezpečnější, bez parazitů a nežádoucích biochemických substancí. Jelikož jsou bakteriální spory mnohem více rezistentní, je nutné použít cyklování mezi nižším a vyšším tlakem, případně v kombinaci s šetrným ohřevem. Ošetření vysokým tlakem zničí v mléce mnohem více bakterií než nejdokonalejší pasteurizace. Působení tlaku na kuřecí, hovězí a vepřové maso zabíjí nebezpečné bakterie *E. coli*. Vysokotlaké ošetření je výhodné také pro konzervaci koření, neboť nedochází k oxidačním změnám.

Tato technologie může sloužit i k šetrnému mžikovému zmrazování a rozmrazování potravin, protože tím v potravinách vznikají jen velmi malé krystalky vody a buněčná struktura zmrazených potravin není příliš porušena. Vhodnou kombinací tlaku a teploty můžeme zvýšit údržnost neúdržných potravin, přičemž u nich nedojde ke zmrazení (K o l e k t i v, 1997).

V rámci výzkumného projektu Stavba zařízení a výzkum vlivu vysokého tlaku na neteplně zpracování potravin vzniklo experimentální pracoviště (Centrum potravinářských technologií a techniky – laboratoř na FPBT VŠCHT), na kterém bylo umístěno mikrozařízení o objemu 50 ml, vybavené elektronickým měřením teploty a tlaku, s možností temperace tlakové komory. Toto zařízení slouží k výzkumu vlivu vysokého tlaku (HPP – high pressure processing) na chemismus reakcí v potravinách, na studium inaktivace mikroorganismů i vlivu HPP na bílkoviny a jejich funkční vlastnosti (B r ů n a et al., 1997). V rámci

téhož projektu bylo na pracovišti VÚPP Praha postaveno 1,2litrové zařízení, na kterém je možné ošetřovat vzorky pro senzorické hodnocení a provádět technologický výzkum pro zájemce z potravinářského průmyslu. Před jakoukoliv průmyslovou aplikací se musí optimalizovat podmínky procesu, které jsou potřebné pro budoucího uživatele zařízení. To by měl být úkol vybudovaného experimentálního pracoviště.

Předložená práce uvádí některé dosavadní výsledky vstupních experimentů řešících přípravu, obal a způsob ošetření vzorků (H o u š k a et al., 1997). Zkušební vzorky byly po ošetření vysokým tlakem podrobeny hodnocení kvality. Současně bylo nutné vyřešit technologii přípravy většího množství vzorků pro ošetřování vysokým tlakem, tzn. vybrat potřebné strojní zařízení pro vybavení experimentálního pracoviště.

MATERIÁL A METODY

Technická zařízení

Vysokotlaký lis CYX 6/0103. Zařízení je určeno pro provádění zkoušek a pokusů v oblasti vysokotlaké úpravy potravin. Vzorky v uzavřených obalech se vkládají do vysokotlaké komory a pomocí tlakového média – pitné vody – se podrobují účinkům vysokých tlaků.

Technické parametry zařízení – vnitřní rozměr pracovní komory: průměr 70 mm, délka 320 mm, objem 1,2 l; maximální rozměr vzorku: průměr 67 mm, délka 315 mm; rozsah pracovních tlaků: 50–600 MPa; celkový příkon zařízení: 7,5 kW.

Zařízení pro přípravu vzorků

Šnekový odšťavovač Champion. Zařízení zpracovává ovoce a zeleninu při vysokých otáčkách. Zelenina a plody se rozemelou na jemná vlákna, takže do šťávy se dostane maximum látek obsažených v buňkách.

Šroubový odšťavovač a homogénizátor Green Power (model GP-E 1503), určený pro zpracování ovoce, zeleniny, semen, byliny aj. Speciální konstrukce zahrnuje dvojité šroubovitě ústrojí, které rozemílá, vymáčkává a lisuje vložené produkty, přičemž odděluje šťávu od drtě. Na rozdíl od obyčejných odšťavovačů se díky 90 ot./min vytváří minimální teplo, a proto jsou enzymy a vitaminy zachovány.

Ruční košový lis na ovoce a drtíč. Lis o objemu cca 15 litrů byl doplněn drtícím zařízením umožňujícím zpracování hroznů, bobulovin a jaderovin. Toto zařízení je nutné proto, že všechny existující odšťavovače rozrušují jádra (pecičky), což má za následek podstatnou degradaci senzorických hodnot výsledných produktů.

Fóliový svařovací přístroj s vývěvou VacSy. Zařízení bylo používáno při zhotovování vzorků vakuově baleného kusového ovoce a zeleniny.

Příprava vzorků

Kusové ovoce a zelenina. Surovina byla očištěna a tvar upraven podle potřeb a rozměrů tlakové komory. Poté bylo

provedeno vakuové zabalení vzorků do fólie. Většinou byly vyrobeny párové vzorky, aby bylo možné provádět porovnání neošetřeného a ošetřeného vzorku. Zhotovené vzorky byly uloženy v chladničce při teplotě cca 5 °C.

Šťávy z ovoce a zeleniny. Surovina byla očištěna, nakrájena a šťáva (pomeranče) byla vylišována buď ručně, nebo byl použit kuchyňský robot se šnekovým lISEM na ovoce. Po zakoupení odšťavovačů se šťáva získávala na těchto zařízeních. Získaná šťáva byla částečně zbavena sedimentu a plněna do PET lahví vypláchnutých horkou vodou. Aby nedošlo k infekci šťávy při tlakovém ošetření, bylo hrdlo utěsněno přivařením hliníkové fólie a láhev uzavřena šroubovým uzávěrem. Vzorky byly uloženy v chladničce při teplotě cca 5 °C.

Vzorky přinesené zákazníkem. Vzorky byly opatřeny pouze obalem vhodným k ošetření vysokým tlakem.

Pro porovnání sensorických vlastností šťáv byly zakoupeny šťávy z některých druhů ovoce a zeleniny, které však byly ošetřeny tepelně a chemicky.

Metodika

Vzhledem k tomu, že prostudovaná literatura neobsahuje úplné údaje pro ošetření jednotlivých druhů surovin (tlak, teplota, doba ošetření, doba náběhu tlaku a dekomprese) a při přípravě vzorků nebylo většinou počítáno s jiným než s vizuálním a degustačním posouzením, byly hodnoty tlaku a doby ošetření stanoveny jednotně pro většinu ošetřovaných vzorků:

1. tlak 400 MPa, doba působení 10 min,
2. tlak 400–590 MPa, doba působení 10 min,
3. různé tlaky a doba působení podle požadavků odborných posuzovatelů

Získané vzorky byly uloženy podle dalšího určení:

- a) vzorky ošetřené tlakem i porovnávací vzorky (určené pro zákazníky a propagaci) byly uchovávány v chladničce či chladicím boxu až do předvedení a degustace;
- b) vzorky určené pro sensorické hodnocení ve VÚPP byly uchovávány v chladničce (porovnávací i ošetřené vzorky), některé vzorky byly vystaveny působení světla a tepla v laboratoři (tyto vzorky byly průběžně posuzovány vizuálně a později byly po etapách informativně hodnoceny a degustovány);

- c) vzorky určené pro mikrobiální a analytické hodnocení byly okamžitě po zhotovení a ošetření předány k testům.

Pokud to uložení vzorku dovozovalo, byla měřena teplota vzorku před ošetřením, tj. teplota prostředí, ve kterém byl vzorek uchováván (temperován) před vložením do komory.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Zhotovení, volba, obal a hodnocení prvních skupin vzorků kusové zeleniny a ovoce včetně ovocných šťáv bylo podřízeno propagační akci na Mezinárodním strojírenském veletrhu Brno 1997 a Mezinárodním potravinářském veletrhu Salima 1998, čímž většinou došlo k předčasnému sen-

zorickému hodnocení vzorků v době, která byla velmi krátká proti hodnotám údržnosti uváděným v literatuře.

V tab. I jsou uvedeny výsledky příkladu orientačního vizuálního hodnocení stavu tlakově ošetřené pomerančové šťávy v časovém úseku přibližně tři týdnů s následnou degustací. Variabilita podmínek uložení obou vzorků, kdy uložení v chladničce (CH) reprezentovalo konstantní teplotní i světelné poměry a běžné uložení v místnosti (M) naopak jejich značnou proměnlivost, dovozovala subjektivní posouzení vlivu tlakového ošetření. Z konečných výsledků lze předběžně usoudit, že rozdílná výše tlaku (400 a 590 MPa) nebyla pro stav vzorků rozhodující. Pro stav tlakově ošetřené šťávy existuje zřejmě prahová hodnota tlaků, přičemž zvýšení nad tuto hranici se již dále neprojevuje na materiálovém charakteru vzorku. Charakter i hodnoty teplotních poměrů poněkud ovlivnily sedimentační poměry v objemu šťávy. Sediment vytvořený ve vzorku uloženém v chladničce se vyznačoval neostřím rozhraním mezi kapalinou a pevnou fází v průběhu trvání experimentu. U vzorku (M) došlo přibližně po týdnu k vyčechení horní části vzorku a po 12 dnech vzniklo ostré rozhraní kapalné a tuhé fáze. Degustace obou vzorků prokázala, že u žádného vzorku nedošlo k jeho zkvašení. Sensorické hodnocení vykazovalo příznivější chuťové známký pro vzorek pomerančové šťávy uchovaný po tlakovém zpracování (M). Tento vzorek se vyznačoval chuťovými vlastnostmi příznačnými pro čerstvou šťávu. Vzorek (CH) byl sice chuťově přijatelný, ale vyznačoval se chutí ostrou až hořkou ve vztahu k vzorku (M). Tento fenomén se v pozměněné podobě vyskytl i u některých tlakově ošetřených vzorků zeleniny.

Skladovatelnost je ovlivněna enzymatickou degradací, kterou nebylo při ošetření tlakem možné ovlivnit. Enzymatická degradace kusových vzorků byla způsobena i nevhodným obalovým materiálem, který i přes vakuování vzorků, umožnil přístup kyslíku. Toto ukazuje porovnání vzorku hroznového vína ošetřeného ve fólii a vzorku hroznové šťávy ošetřeného v PET lahvi. V uzavřené lahvi nedošlo k enzymatickému hnědnutí vlivem skladování, ale částečné hnědnutí se projevilo již při ošetření, neboť enzymatická degradace je při ošetření tlakem urychlena. Vzorek hroznové šťávy měl i po 77 dnech skladování vlastnosti čerstvé šťávy (tab. II).

Zajímavé je zvýraznění některých chuťových vlastností kusového ovoce i zeleniny (např. palčivost kedlubny, „kompotová“ struktura u dílků pomeranče), rostoucí s dobou skladování. Tato chuťová změna je podobná jako zvýrazněná chuť pomerančové šťávy (tab. I). U šťáv je zajímavý okamžitý vznik sedimentů při ošetření (může být způsoben částečně i tím, že vzorky byly jen přecezeny, nebo vlivem působení pektinesterasy) a vznik rosolovitých shluků projevujících se více při delším skladování, pozorovaný u šťávy pomerančové a rajčatové. Lze se domnívat, že vysoký tlak ovlivňuje fyzikální vlastnosti ovocných a zeleninových šťáv souvisejících např. se sedimentačními poměry.

I. Pomerančová šťáva v PET lahvi (vizuální hodnocení) – Orange juice in a PET bottle (visual evaluation)

Šarže – batch: II, datum ošetření – date of processing: 27. 8. 1997; teplota v tlakové komoře – temperature in a pressure chamber: 18,7 °C – 400 MPa, 17,7 °C – 590 MPa; doba působení – time of expose: 10 min

Datum a typ hodnocení ¹	Vzorek ²	Výsledek hodnocení ³
29. 8. – vizuálně ⁴	CH	sediment asi 4 cm ⁶
	M	sediment, beze změn ⁷
1. 9. – vizuálně	CH	sediment, beze změn
	M	sediment, beze změn
3. 9. – vizuálně	CH	sediment, beze změn
	M	sediment, beze změn
5. 9. – vizuálně	CH	sediment, beze změn
	M	sediment, vyčtěná horní část, bez známek kvašení ⁸
8. 9. – vizuálně	CH	sediment neohraničený, beze změn ⁹
	M	sediment je ohraničený (výrazný), bez známek kvašení ¹⁰
10. 9. – vizuálně	CH	sediment, beze změn
	M	sediment, beze změn
12. 9. – vizuálně	CH	sediment, beze změn
	M	sediment, beze změn
15. 9. – degustace ⁵	CH	chuťově přijatelná, výrazná až ostrá, do houčky po kůře, bez známek kvašení ¹¹
	M	chuťově hladší, méně ostrá, přijatelná, jako čerstvá šťáva, bez známek kvašení ¹²

CH = vzorek ošetřen tlakem 590 MPa, uložen v chladničce – sample processed under pressure of 590 MPa, stored in a refrigerator

M = vzorek ošetřen tlakem 400 MPa, uložen v místnosti – sample processed under pressure of 400 MPa, stored in a room

¹date and type of evaluation; ²sample; ³result of evaluation; ⁴visual; ⁵degustation; ⁶sediment of about 4 cm; ⁷sediment, without changes; ⁸sediment, upper portion clarified, without signs of fermentation; ⁹not outlined sediment, without changes; ¹⁰sediment is outlined (clear-cut), without signs of fermentation; ¹¹taste acceptable, pronounced to sharp, somewhat bitter after bark, without signs of fermentation; ¹²taste more tender, less sharp, acceptable, like fresh juice, without signs of fermentation

Uvedené informativní hodnocení je metodikou „sui generis“ a neodpovídá platným senzoričským hodnotitelským postupům. Bylo koncipováno pro časové a kvalitativní posouzení výsledků získaných řešiteli. Tab. II uvádí výsledky subjektivního hodnocení stavu kusového ovoce a zeleniny po ošetření tlakem 400 MP po dobu 10 minut. Totéž hodnocení pro vzorky šťáv je uvedeno v tab. II. Kusové vzorky ovoce a zeleniny ošetřené vysokým tlakem vykázaly po 11 dnech vesměs dobrou užitelskou kondici. Naproti tomu neošetřené vinné hrozny byly po uplynutí stejné doby zahnědlé, zkvašené a celkově znehodnocené. Porovnání změn s čerstvým produktem (hodnocení provedeno za 11 dní) vyznívá jednoznačně ve prospěch tlakově ošetřených vzorků (tab. II). Kromě ošetřených vzorků hroznů, pomeranče a mrkve nebylo další hodnocení možné, protože vzorky byly při hodnocení spotřebovány.

Vzorky zeleninových šťáv (B r e u s s, 1994) připravované novou technologií byly již podrobovány mikrobiálním testům a současně byl ověřován vliv tlaku na zachování vitamínu C a karotenoidů. Z výsledků uvedených v tab. IV plyne, že na obsah jak vitamínu C, tak i karotenoidů nemá vysoký tlak podstatný vliv, ale rozdílné vlastnosti jsou markantní v sedimentačních strukturách obou typů vzorků. Neošetřený vzorek tvoří sediment jen málo,

zatímco u ošetřeného vzorku se tvoří sediment v prokazatelně větší míře. Bylo zjištěno, že šťávy naočkované směsí plísní a kvasinek (tab. III) byly po ošetření tlakem bez těchto mikroorganismů. Vysoký tlak byl účinný při likvidaci naočkovaných mikroorganismů, neboť vzorky byly po tlakovém ošetření v podstatě sterilní. Např. u dvou vzorků řepné šťávy naočkovaných mikroorganismy *Bacillus cereus* a *Bacillus subtilis* bylo po 15minutové aplikaci tlaku 600 MPa zjištěno prakticky nulové množství nativních mikroorganismů (počet):

	<i>B. cereus</i>	<i>B. subtilis</i>
naočkováno na OHS	10 000 v 1 g	12 000 v 1 g
po ošetření tlakem	0 v 1 ml	2 v 1 ml

Použití lahve PET s přivařenou fólií zaručuje bezpečnou ochranu vzorku, neumožňují však vyšetřování malého množství produktu. Toto splňuje pouze svařitelná fólie (dvouvrstvá) dokonale uzavřená ve vakuu (zařízením pro tento způsob balení je vybaveno pracoviště na FPBT VŠCHT).

Předložené výsledky jsou pouze úvodem nové problematiky aplikace vysokého tlaku na ošetření potravin. V dostupné literatuře jsou pouze obecně uvedeny hlavní podmínky ošetření potravin tlakem, které zahrnují především parametry tlaku a časové působení, či kombinace

II. Informativní hodnocení vzorků ovoce a zeleniny a vzorků šťáv – An informative evaluation of fruit and vegetable samples and of juice samples

Vzorek ¹	Změny proti čerstvému produktu ⁵					
	Ošetřený po ²			Neošetřený po ³	ošetřený vzorek (po dnech/body) ⁶	neošetřený vzorek (po dnech/body) ⁷
	11 dnů ⁴	18 dnů	46 dnů			
Ovoce a zelenina (kusové)⁸						
Hrozny ⁹		+	0	–	11/2, 18/3	11/4
Jablka ¹⁰	+	0	0	+	11/2	11/2
Rybíz ¹¹	+	0	0	+	11/2	11/2
Pomeranč ¹²	+	+	+	+	11/2, 18/3, 46/3	11/3
Meruňky ¹³	+	0	0	+	11/2	11/3
Zelí ¹⁴	+	0	0	+	11/2	11/3
Kedlubna ¹⁵	+	0	0	+	11/2	11/3
Mrkev ¹⁶	+	+	0	+	11/1–2, 18/1–2	11/3–4
Rajče ¹⁷	+	+	0	0	0	0
Šťáva¹⁸						
Pomeranč	+	+		+	11/1, 18/2–3	11/1
Rajče	+	+		+	11/1, 18/2, 92/3	11/1
Hrozny	0	+		0	18/2, 77/2	0

+ = nedošlo k znehodnocení vzorku – without sample degradation,

– = vzorek zkvašený – sample fermentation

0 = nehodnoceno – not evaluated

Body – scores: 1 = odpovídá čerstvému produktu – corresponds to fresh product

2 = nevýrazné změny – small changes

3 = výrazné změny (nehodnocující) – great changes (without degradation)

4 = nepřijatelné změny (znehodnocující) – unacceptable changes (degradation)

¹sample; ²sample processed in; ³not processed sample in; ⁴days; ⁵changes in comparison with fresh product; ⁶processed sample (in days/scores); ⁷not processed sample (in days/scores); ⁸fruits and vegetables (in pieces); ⁹grapes; ¹⁰apples; ¹¹currants; ¹²orange; ¹³apricots; ¹⁴cabbage; ¹⁵kohlrabi; ¹⁶carrots; ¹⁷tomato; ¹⁸juice

teploty potraviny a působícího tlaku. Ale vliv těchto parametrů a stavů na údržnost potraviny je mnohdy limitován jejím složením, hodnotou pH a dalšími kvalitativními hodnotami a v neposlední řadě i teplotní historií zpracovávané suroviny. Objektivní posouzení vlivu tlakového ošetření

vyžaduje i přesnou specifikaci a vyhodnocení mikrobiologických a senzoričkových vyšetření. Proto je zapotřebí systematicky provádět zkoušky a uspořádat podmínky tlakového ošetření potravin. Přitom pro praktické využití je nutné brát zřetel nejen na ekonomiku, ale i na výživové hledisko.

III. Mikrobiální hodnocení vzorků zeleninové šťávy podle Breusse (směs plísní a kvasinek) – Microbial evaluation of samples of vegetable juice after Breusse examined (a blend of molds and yeasts)

datum ošetření – date of processing: 13. 11. 1997; datum hodnocení – date of evaluation: 14. 11. 1997

Tlak ošetření ¹ [MPa]	Doba působení tlaku ² [min]	Teplota v tlakové komoře ³ [°C]	Způsob ošetření ⁴	Celkový počet mikroorganismů/g ⁵	Koliformní mikroorganismy/g ⁶	Kvasinky v 1 g ⁷	Plísně v 1 g ⁸
400	15	15	naočkováno na OHS ⁹	26 000	1 600	640	40
			po ošetření tlakem ¹⁰	0	0	0	0
600	10	17	naočkováno na OHS	2 400	80	42	4
			po ošetření tlakem	0	0	0	0

Vzorky byly vyšetřeny na pracovišti OHS Praha – Evaluated in a laboratory of District Hygienic Station (DHS)

Patogenní a podmíněně patogenní mikroorganismy nebyly zjištěny – No pathogenic and conditionally pathogenic microorganism were determined Prague

¹pressure of processing; ²time of pressure action; ³temperature in a pressure chamber; ⁴kind of processing; ⁵total counts of microorganism per g; ⁶coliform microorganism per g; ⁷yeasts in 1 g; ⁸molds in 1 g; ⁹inoculated at DHS; ¹⁰pressure processing

IV. Analytické hodnocení vzorků zeleninové šťávy podle Breusse (hodnoceno ve VÚPP) – Analytical evaluation of samples of vegetable juice after Breusse (evaluated in the Food Industry Research Institute)

tlak ošetření – pressure of processing: 600 Mpa; doba působení tlaku – time of pressure action: 10 min; teplota v tlakové komoře – temperature in a pressure chamber: 17 °C; datum hodnocení – date of evaluation: 18.–19. 11. 1997

Ošetření ¹	RS [%]	pH	Vitamin C ²	Karotenoidy ³	Vizuální hodnocení ⁴
Neošetřeny ⁵	13	6,3	2,8 mg/100 ml; po 24 h v chladárně ⁶ 0,6 mg/100 ml	1,93 mg/100 ml	vzhled: dobrý; zákal: netvoří sediment; chuť: dobrá, příliš sladké; silná pachut' po celeru ⁷
18. 11. 1997	12,6	6,27	2,7 mg/100 ml; po 24 h v chladárně 0,7 mg/100 ml	2,05 mg/100 ml	vzhled: méně přijatelný až nepřijatelný; zákal: tvorba sedimentu; chuť: dobrá, příliš sladké; silná pachut' po celeru ⁸

¹procecion; ²vitamine C; ³carotenoids; ⁴vizual evaluation; ⁵not processed; ⁶after 24 hrs in a cooler; ⁷appearance: good, turbidity: without sediment formation, taste: good, too sweet, strong aftertaste of celery; ⁸appearance: less acceptable to unacceptable, turbidity: sediment formation, taste: good, too sweet, strong aftertaste of celery

Závěr

V průběhu této fáze výzkumu se podařilo zřídit nové pracoviště ve VÚPP Praha a provést propagaci zařízení i technologie. Současně s ověřováním způsobů přípravy vzorků byl shromážděn i fond materiálů a literatury, který bude sloužit pro další postup výzkumu a ověřování. Připravovaný návrh pro vytvoření databáze ošetřování potravin vysokým tlakem pomůže zpřehlednit a zkonfrontovat neúplné údaje uváděné v literatuře a současně povede i ke koordinaci zkoušek v rámci spolupráce s FPBT VŠCHT.

Na základě dosavadních měření lze říci, že u ošetřovaných vzorků byla ověřena platnost některých rámcových zásad potvrzujících perspektivní směr HPP:

- tlakem se nemění senzoričké vlastnosti, nebo většinou jen zanedbatelně;
- tepelné ošetření zkoumaných potravin lze ve většině případů nahradit tlakovým ošetřením;
- tlakem se neničí vitamin C ani karotenoidy;
- tlakem se urychlují některé enzymatické reakce, vedoucí u šťáv k sedimentaci;
- tlakem lze velmi úspěšně inaktivovat nesporeující mikroorganismy.

Literatura

BREUSS R. (1994): Rakovina, leukémie a jiné zdánlivě nevy-léčitelné nemoci, které jsou léčitelné přírodními prostředky. Praha, Erika: 13–16.

BRŮNA D., VOLDŘICH M., MAREK M., KAMARÁD J. (1997): Vliv vysokotlakého ošetření jablečné šťávy na obsah patulinu. In: Sbor. Sem. Praha.

BUTZ P., TAUSCHER B. (1997): High Pressure Treatment of Fruit and Vegetables: Problems and Limitations. Leuven (Belgium), Leuven Univ. Press: 435–438.

HOUŠKA M. (1996): Marketingová studie průmyslového využití technologie vysokých tlaků v českém potravinářském průmyslu. Praha, VÚPP.

HOUŠKA M., KÝHOS K., NOVOTNÁ P., STROHALM J., BRŮNA D., ČAPEK F. (1997): Výzkum vlivu vysokého tlaku na netepelné zpracování potravin. [Technická zpráva č. 12/360/97.] Praha, VÚPP.

Kolektiv autorů Ústavu konzervace potravin a technologie masa VŠCHT Praha (1997): Aplikace vysokého hydrostatického tlaku v potravinářství: přehled. In: Sbor. Sem., Praha.

Došlo 30. 6. 1998

Kontaktní adresa:

Jan Strohal, Výzkumný ústav potravinářský, Radiová 7, 102 31 Praha 10-Hostivař, Česká republika, tel.: + 420 2 70 23 31, fax: + 420 2 70 19 83, e-mail: j.strohal@vupp.cz

PŘEHLEDY

Extrakty z rozmarýny a šalvěje jako přírodní antioxidanty tuků a olejů*

Jan POKORNÝ, Zuzana RĚBLOVÁ, Witold JANITZ¹

Institute of Chemical Technology – Department of Food Chemistry and Analysis, Prague, Czech Republic; ¹Agricultural Academy, Department of Food and Humal Nutrition, Poznań, Poland

Abstract

POKORNÝ J., RĚBLOVÁ Z., JANITZ W. (1998): **Extracts from rosemary and sage as natural antioxidants for fats and oils.** Czech J. Food Chem., 16: 227–234.

Rosemary and sage may be applied either directly or after extraction for the stabilization of fats and oils and fat-containing foods against oxidative rancidification. The active substances are carnosic acid, carnosol and related diterpenes, and flavonoids. They are best determined by HPLC.

antioxidants; fats; foods; oils; rancidity; rosemary; sage

Jedlé tuky a oleje podobně jako potraviny obsahující tuk podléhají během zářevu nebo skladování nepříznivým změnám senzoričké jakosti, které se označují jako žluknutí. Nejzávažnějším procesem vyvolávajícím žluknutí je oxidace. Oxidační reakce je možné zpomalit přidávkem antioxidantů; v úvahu přicházejí přírodní i syntetické látky (D o u g h e r t y, 1993). Ačkoli používané syntetické antioxidanty byly na základě náročných zkoušek schváleny jako zdraví neškodné, přesto je v současnosti patrná tendence je nahradit přírodními látkami (P o k o r n ý, 1991). Použití syntetických antioxidantů bylo kriticky zhodnoceno (L ö l i g e r, 1991; L ö l i g e r, W i l l e, 1993) a byly navrženy vhodné metody pro stanovení jejich účinnosti (F r a n k e l, 1993). Kromě tokoferolů se dnes v praxi jako antioxidanty nejvíce používají extrakty z listů rozmarýny a šalvěje.

Objevení antioxidantní účinnosti rozmarýny a šalvěje

Rozmarýna a šalvěj se užívají jako koření, ale častěji ve Středomoří a v anglosaském světě než u nás. Proto také v laboratorii prof. Lundberga na Hormel Institutu se v rámci zkoumání antioxidantní aktivity různých druhů koření věnovali rozmarýnu a šalvěji a zjistili, že mají značnou účinnost, srovnatelnou se syntetickými antioxidanty (C h i p a u l t et al., 1952, 1955, 1956).

Kromě přímého použití jako koření se ze šalvěje a rozmarýny také získávají éterické oleje pro použití jako ochucovadlo nebo v kosmetickém průmyslu. Po oddestilování silice zůstává zbytek, pro který se hledalo použití. Chorvatská odbornice dr. Biserka Oštrićová (později provdaná Matijaševićová) prokázala již před několika desetiletími antioxidantní účinnost metanolových, petroléterových a dietyléterových extraktů a jejich vhodnost pro stabilizaci vepřového sádla před žluknutím (R a c, O š t r i ć, 1954, 1955). V té době se však všeobecně používaly syntetické antioxidanty, a proto nebyl v průmyslových kruzích o tomto objev valný zájem, ačkoli struktura některých přítomných látek byla známa.

V 70. letech žila dr. Matijaševićová ve Spojených státech a pracovala přechodně v laboratořích prof. Changa na Rutgersově univerzitě v New Brunswicku. Bylo to právě v době, kdy se začalo obecně uvažovat o přírodních antioxidantech jako vhodnější alternativě k syntetickým preparátům. Pracovní skupina vedená prof. Changem se této problematice ujala, potvrdila její dřívější výsledky (C h a n g et al., 1978) a zabývala se izolací účinných složek a jejich identifikací. Brzy se objevily patenty týkající se aplikace v průmyslové výrobě (C h a n g et al., 1976; H a s e g a w a, 1983; N a k a t a n i et al., 1984; R e h a c e k et al., 1980). Rozmarýnové extrakty měly komerční úspěch a jsou stále v průmyslové praxi používány.

*Práce byla uskutečněna s finanční podporou grantu OK 195 MŠMT ČR a COPERNICUS CIPA-CT94/0111.

Příprava extraktů z listů šalvěje a rozmarýny

Při přípravě extraktů je nutné věnovat dostatečnou péči surovině, protože její složení značně kolísá (S v o b o d a, D e a n s, 1992). Již při kultivaci rostlin je třeba uvážit hledisko obsahu látek s antioxidační účinností (C u i h u a, 1992). Perspektivní možností je produkce vhodných surovin tkáňovými suspenzními kulturami (H i p p o l y t e et al., 1992).

Laboratorně je k extrakci vhodných několik organických rozpouštědel (C h e n et al., 1992; K o r c z a k et al., 1997). Z hlediska obsahu fenolických látek s antioxidační účinností byla srovnána řada osmi extraktů ze šalvěje a 24 extraktů z rozmarýny, připravených poloprovodní a provozní extrakcí (C u v e l i e r et al., 1996).

U firmy Nestlé byla vypracována metoda přípravy extraktů rozmarýnových lístků v rostlinném oleji (B r a c c o et al., 1981; Å s b a c h et al., 1994), což usnadňuje mimo jiné také rozpouštění extraktů ve stabilizovaném substrátu.

V průmyslovém měřítku se stále častěji používá extrakce superkritickým oxidem uhličitým, a to jak pro získávání silice, tak také pro získávání antioxidantů (N g u y e n et al., 1991). Extrakci oxidem uhličitým je možné kombinovat s extrakcí konvenčními rozpouštědly, aby se získaly antioxidačně účinné extrakty bez typické vůně koření a zelené barvy (M ü h l n i c k e l, 1992). Naopak je možné etanolový extrakt reextrahovat oxidem uhličitým (D j a r m a t i et al., 1991).

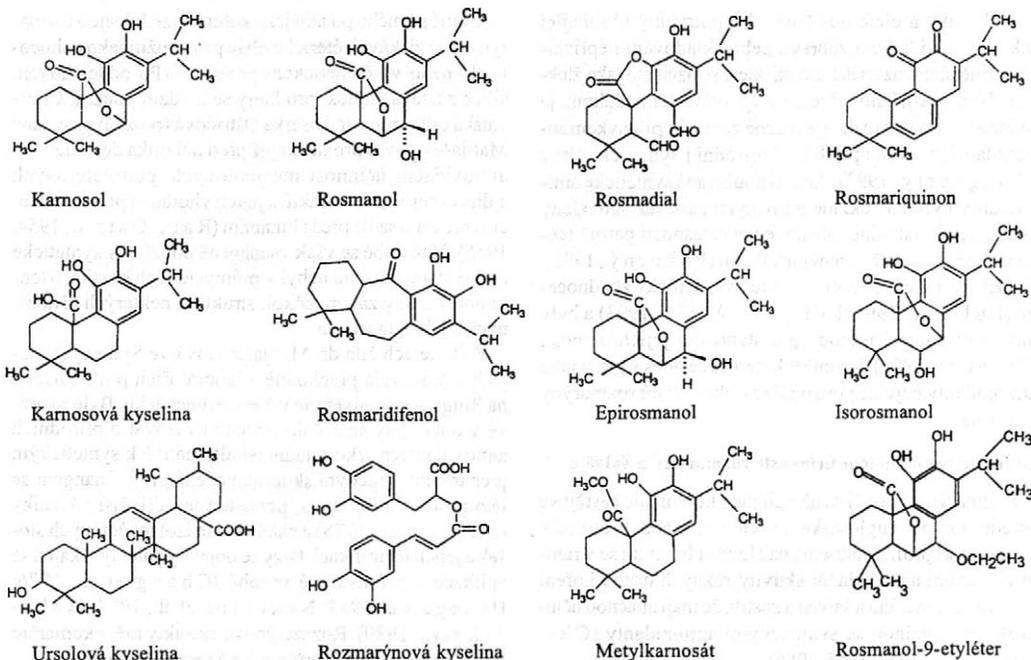
Složení antioxidačně účinných látek rozmarýny a šalvěje

Obě uvedené rostliny obsahují několik příbuzných antioxidačně účinných látek (obr. 1). V Changově laboratoři byl rozmarýnový extrakt rozdělen na 16 frakcí a jako hlavní aktivní látka byl prokázán karnosol, zatímco ursolová kyselina se zdála neaktivní (W u et al., 1982). K dalším účinným látkám patří karnosová kyselina a rosmanol (W u et al., 1982; N a k a t a n i, I n a t a n i, 1984; D j a r m a t i et al., 1991), rosmarichinon (H o u l i h a n et al., 1985), rosmaridifenol (H o u l i h a n et al., 1984), epirosmanol a isorosmanol (N a k a t a n i, I n a t a n i, 1984; N a k a t a n i, 1987). V poslední době již bylo identifikováno 24 látek, např. také rosmarinová kyselina, rosmadial, kávová kyselina, genkwain a cirsimarín (C u v e l i e r et al., 1996), 7-methylepirosmanol (S c h w a r z, T e r n e s, 1992b) aj.

Extrakty ze šalvěje (*Salvia officinalis* L.) mají podobné složení jako extrakty z rozmarýny (C u v e l i e r et al., 1994). Příbuzný tanshen (též danshen), *Salvia miltiorrhiza* Bunge, obsahují také ještě řadu specifických chinonů (W e n g, G o r d o n, 1992).

Kromě uvedených látek je v rozmarýně a šalvěji přítomna také skupina několika flavonoidů (H e r r m a n n, 1993), které jsou však méně účinné pro stabilizaci lipidů.

K dělení antioxidantů se nejlépe osvědčila kapalinová chromatografie s vysokou účinností (HPLC) s ultrafialovým detektorem (C u v e l i e r et al., 1994, 1996), nebo výhodně s elektrochemickou detekcí (S c h w a r z, T e r-



1. Chemické struktury nejdůležitějších antioxidačních látek rozmarýny a šalvěje

nes, 1992a), kterou využíváme také v naší laboratoři (Trojáková et al., 1997). V méně polární frakci antioxidantů byla prokázána mezi jinými složkami karnosová kyselina, 12-methoxykarnosová kyselina, karnosol, mezi méně zastoupené složky patří 7-methoxyrosmanol, 7-methoxyepirosmanol, rosmanol a další látky (Richheimer et al., 1996). Podmínky dělení metodou HPLC uvádí tab. I.

Mechanismus antioxidačního působení

Antioxidanty z rozmarýny a šalvěže mají především schopnost inaktivovat volné radikály vznikající autooxidací nenasycených lipidů (Arumae et al., 1992). Nejvýznamnějšími jsou hlavní složky – karnosol a karnosová kyselina. Také rosmarinová kyselina vykázala vysokou aktivitu (Cuvelier et al., 1992). Tato látka se užívá také ve farmaceutické výrobě (Holzmanová, 1997). Antioxidační aktivita se zvláště projevuje v systémech obsahujících tokoferoly (Schwarz, Ternes, 1992a; Kim, Jung, 1990), a to i v přítomnosti železnatých iontů a hemových barviv (Fang, Wada, 1993). Je zajímavé, že na rozdíl od tokoferolů se neprojevila antioxidační účinnost u systémů obsahujících cholesterol, ovšem v emulzích (Ranakin, Pike, 1993), což může snížit účinnost polárnějších rozmarýnových antioxidantů více než účinnost nepolárních tokoferolů. Bílkoviny, jako např. albumin, mohou chránit nelipidové složky potravin ve směsích obsahujících karnosol a karnosovou kyselinu před působením produktů interakce s volnými radikály (Smith et al., 1992).

Rozmarýnový extrakt ve střední koncentraci 0,02–0,05 % vykazoval v sójovém oleji při ozáření inhibiční účinek, kdežto vyšší koncentrace (0,5 %) působila prooxidačně (Hall, Cuppett, 1993). Zřejmě rozmarýnové antioxidanty v určitých koncentracích mají schopnost inaktivovat singletový kyslík vznikající při ozařování tukového materiálu.

Rozmarýnové antioxidanty inhibují nejen autooxidační reakce, ale také oxidační reakce katalyzované enzymem li-

poxygenasou (Chen et al., 1992; Piskačová et al., 1997) a peroxidasami v rybí svalovině (Eun et al., 1993).

Podobně jako jiné antioxidanty, vykazují také rozmarýnové antioxidanty, zvláště karnosol (Shibuya et al., 1994; Collins, Charles, 1987), antimikrobiální účinnost. Výjimečná je jeho antimikrobiální účinnost proti známému potravinářskému patogenu *Listeria monocytogenes* (Pandit et al., 1994), avšak účinnost vůči plísním je malá (Schmitz et al., 1993). Vzhledem ke schopnostem vázat volné radikály se rozmarýnové antioxidanty vyznačují také účinností proti rakovině kůže (Huang et al., 1994).

Použití extraktů rozmarýny a šalvěže ke stabilizaci tuků a olejů proti autooxidaci

Antioxidační aktivita závisí do značné míry na stabilizovaném substrátu a na použité metodě jejího stanovení. Např. v řepkovém oleji byl antioxidační účinek přímo úměrný obsahu karnosové kyseliny, karnosolu nebo součtu látek reagujících s elektrochemickým detektorem (Řeblová et al., 1997; Trojáková et al., 1997) nebo celkových fenolických diterpenů (Schwarz, Ternes, 1993). V roztoku kyseliny linolové v nepolárním rozpouštědle (dodekanu) nebyl zjištěn žádný vztah mezi složením extraktu a antioxidační účinností (Cuvelier et al., 1996). Existuje mnoho prací uvádějících menší nebo větší stabilizační účinek, ale pokud není známo složení extraktů (nejen jeho účinných látek), jsou údaje těžko srovnatelné. V rozmarýnových extraktech se může obsah účinných látek pohybovat v rozmezí 2,8 až 22,5 % (Schwarz, Ternes, 1992a), s čímž se shodují i naše údaje (Řeblová et al., 1997b) a analýzy komerčních přípravků (Cuvelier et al., 1996). Nelze zanedbat ani přítomnost méně významných složek, jako jsou např. flavonoidy (Takasago, Horikawa, 1980; Cuvelier et al., 1996).

Nejvýznamnější se antioxidační účinnost projevuje ve vepřovém sádle (Gerhardt, Schröter, 1983), které

I. Podmínky stanovení aktivních složek extraktů rozmarýny a šalvěže metodou HPLC

Stacionární fáze	Mobilní fáze	Detektor	Literatura
C18 Hypersil 5 mm	A: acetonitril + voda s 1 % kyseliny octové (15 : 85) B: metanol	UV	Cuvelier et al. (1994)
ODS Hypersil 10 mm	A: metanol, voda a 2mol kyselina citronová (35 : 65 : 0,5) B: metanol, roztok kyseliny citronové (100 : 0,5)	UV elektrochemický	Schwarz, Ternes (1992a, b)
Hypersil ODS 5 mm	acetonitril a voda, obsahující 0,5 % kyseliny fosforečné (65 : 35)	UV diode array elektrochemický	Richheimer et al. (1996)
Hypersil ODS 5 mm	metanol a acétátový pufr pH = 4,5, 7 : 3 obj.	elektrochemický	Řeblová et al. (1996, 1997b)
Hypersil ODS 5 mm	acetonitril a 5 % H ₃ PO ₄ s NaCl	elektrochemický	Trojáková et al. (1997)

neobsahuje žádné tokoferoly nebo jiné přírodní antioxidanty. Extraktů stačí méně (0,1 %), ale mletého koření se musí přidat poměrně velké množství, např. 2–5 % (Paltzsch et al., 1969, 1974). Kyselina citronová nebo askorbylpalmitát se osvědčily jako **synergisty** (Banias et al., 1992). Přídavek 0,1 % extraktu z rozmarýny nebo šalvěje byl v sádle stejně účinný jako terc. butylhydroxyanisol (Saito et al., 1976), podobně jako extrakty z některých jiných druhů koření. Ve srovnání s extrakty dobromyslu, majoránky, tymiánu, máty a dalšími druhy koření byl však rozmarýnový extrakt nejučinnější (Ekonomou et al., 1991). Hexanové extrakty ze šalvěje druhu *S. multiorrhiza* Bunge byly v sádle účinné, ale méně než extrakty z rozmarýny (Gordon, Weng, 1992). Také v drůbežím sádle se extrakt z rozmarýny projevil jako účinný (Bracco et al., 1981).

Rostlinné oleje se vzhledem k vyššímu obsahu polyenových mastných kyselin hůře stabilizují proti autooxidaci. V sójovém oleji byla karnosová kyselina účinnější než karnosol nebo 7-metylkarnosol, kdežto 12-metoksykarnosová kyselina působila při stanovení aktivity za zvýšené teploty metodou Rancimat mírně prooxidačně. Syntetický di-terc. butylhydrochinon však byl mnohem účinnější (Richheim et al., 1996). Účinnost se projevila také v oleji, z něhož byly předem odstraněny tokoferoly (Hall, Cuppett, 1993). Při přidávku rozmarýnových listů (bez předchozí extrakce), ale v množství 2 %, byl ve slunečnicovém oleji při skladovací zkoušce účinek větší než při přidávku 0,02 % syntetických antioxidantů (Defelice et al., 1993). Při podobném pokusu, v němž bylo vždy 5 % mletého koření přidáno ke slunečnicovému oleji, se při skladování za teploty 50 °C projevila většina z 31 zkoumaných druhů koření jako účinná alespoň na počátku skla-

dování; nejučinnější byla rozmarýna, ale šalvěj byl také dosti aktivní (Akguel, Ayar, 1993). V řepkovém oleji byla účinnost etanolového extraktu šalvěje větší než účinnost extraktu z tymiánu, jalovce a dobromyslu (Táková et al., 1995). Zjistili jsme rovněž uspokojivou účinnost hexanových, dietyleterových a acetonových extraktů ze šalvěje a rozmarýny v bezerukovém řepkovém a slunečnicovém oleji (Pokorný et al., 1997a, b), ale etanolové extrakty byly znatelně méně účinné. Mleté koření v koncentracích 0,2–1,0 % stabilizovalo sardinkový olej při 40 °C lépe než 0,03 % terc. butylhydroxytoluenu (Pizocaro et al., 1985). V makrelovém oleji byl dobromysl přibližně stejně aktivní jako rozmarýna (Tsimidou et al., 1995).

V průmyslové praxi je důležitá stabilizace olejů používaných pro dlouhodobé smažení. Při smažení za přítomnosti polyfosfátu se již rozmarýnový extrakt výrazně neprojevoval (Lai et al., 1991), ale v řepkovém oleji byla jeho účinnost mezi účinností di-terc. butylhydrochinonu a jiných syntetických antioxidantů (Gordon, Kourimska, 1995a) a příznivě se projevila směs rozmarýnového extraktu s askorbylpalmitátem (Gordon, Kourimska, 1995b). Při pokusech se smažením bramborových hranolků v řepkovém oleji byl prokázán příznivý účinek rozmarýnových extraktů hlavně zpomalením polymeračních reakcí (Rbllová et al., 1997a).

V tukových emulzích se účinnost látek přítomných v extraktech značně liší od účinnosti v oleji, protože se uplatňuje také polarita antioxidantu (Frankel et al., 1996). V klíčkovém oleji byla karnosová kyselina, rosmarinová kyselina, nefrakcionovaný rozmarýnový extrakt a α -tokoferol aktivnější než karnosol. V emulzi byl α -tokoferol méně aktivní a karnosol a karnosová kyselina se staly

II. Přehled použití antioxidantů rozmarýny pro stabilizaci masných výrobků proti oxidaci

Surovina	Druh výrobku	Stabilizační přísada	Literatura
Vepřové	mleté maso	rozmarýna, šalvěj	Chipault et al. (1956)
	vařené sekané	rozmarýna	Lindberg et al. (1996)
	vařené sekané	rozmarýnové listy	Huisman et al. (1994)
	restrukturované	rozmarýnový extrakt	Liu et al. (1992)
	mleté maso	rozmarýnový extrakt	Oštrič (1963)
	slanina	rozmarýnový extrakt	Iriarte et al. (1992)
	uzenina	rozmarýnový extrakt	Ho et al. (1995)
Vepřové a hovězí	uzenina	rozmarýna drčená	Palič et al. (1993)
Hovězí	restrukturované	rozmarýnový extrakt	Stoick et al. (1989)
	mleté maso	mletá rozmarýna a šalvěj	Shahidi et al. (1995)
	bochánky mletého masa, syrové nebo vařené	extrakt šalvěje a rozmarýny	Ayed (1995)
	huspenina	rozmarýnový extrakt a dusitan	Butler, Larick (1993)
Drůbež	restrukturované	rozmarýnový extrakt	Lai et al. (1991)
	slepičí sádlo	rozmarýnový extrakt	Bracco et al. (1981)
	kuřecí maso	rozmarýnový extrakt	Duxbury (1992)
	krůtí maso	rozmarýnový extrakt	Barbut et al. (1985)

výrazně aktivnějšími. Rozmarýnový extrakt přidávaný do smetany před stloukáním másla měl jen malý vliv na stabilitu másla proti žluknutí, pokud koncentrace extraktu byla 0,5 nebo 1,0 %, ale na úrovni 0,1 % byla účinnost znatelná (Zegarski et al., 1996).

Rozmarýnové extrakty byly také navrženy a vyzkoušeny ke stabilizaci kosmetických a farmaceutických výrobků (Betes, Armengol, 1995; Nguyen, Ribier, 1992).

Účinnost extraktů z rozmarýny v masných výrobcích

Kromě použití ke stabilizaci tuků byly rozmarýnové extrakty navrženy ke stabilizaci uzenin, paštik, drůbeže, pečiva, křupek, nudlí, majonézy a dresinků, bramborových výrobků, arašidové pomazánky, koření a chuťových přísad (Schwarz, Ternes, 1993). Nejvýznamnější je použití v masném průmyslu, jak ukazují příklady v tab. II. Tripolyfosfát stabilizoval významně vepřový hamburger, ale rozmarýnový extrakt již neměl znatelný další účinek (Liu et al., 1992). Rozmarýnové listy byly zvláště účinné při skladování v kyslíkové atmosféře za sníženého tlaku kyslíku (Huisman et al., 1994).

Stabilizace rybích výrobků s použitím přípravků z rozmarýny

Rybí výrobky obsahují vysoce nenasycené lipidy, které se velmi snadno oxidují již při nízkých teplotách, takže jejich stabilizace vhodnými inhibitory je důležitá. Rozemleté listy rozmarýny již v koncentraci 1 % (přepočteno na čerstvé lístky) stabilizovaly pomletou svalovinu sardinek a jejich účinnost byla srovnatelná s tradičními syntetickými antioxidanty (Pizzocaro et al., 1985). Směs rozmarýnového extraktu a α -tokoferolu prodloužila trvanlivost zmrazeného mletého rybiho masa více než oba antioxidanty jednotlivě (Wada, Fang, 1992). Tato směs se osvědčila i u sušených sardinek při chladírenském skladování (Wada, Fang, 1994). Také u jiných sušených mořských živočichů se dosáhlo dobrých výsledků (Duxbury, 1992). Při stabilizaci mražených rybích vloček vykazoval rozmarýnový extrakt antioxidantní účinnost, ale menší než směs di-terc. butylhydrochinon a kyselina askorbová (Boyd et al., 1993).

Použití rozmarýnových extraktů jako antioxidantů v jiných potravinových výrobcích

Aplikace rozmarýnových extraktů do rozmanitých potravin se většinou naznačuje jako možnost (Schwarz et al., 1993; Duxbury, 1992), ale bez podrobnějších experimentálních údajů. Kromě dříve zmíněných výrobků jde např. o různé druhy křupek apod., zákusky, těstoviny, sušená vejce aj. V extrudovaných výrobcích byla účinnost pro stabilizaci β -karotenu méně výrazná (Berset et al., 1989).

Stabilizace smažených bramborových hranolků a lupínků před žluknutím během skladování bývá problém. Pro

tento účel se osvědčil olejový extrakt z rozmarýny (Bracco et al., 1981). Kromě extraktu z rozmarýny se pro tyto výrobky může použít také extrakt ze šalvěje (Korcak, 1992). Další možnosti jsou uvedeny v literárním přehledu, který uveřejnili Sims a Fioriti (1991).

Závěry

Při dnešní tendenci nahrazovat v potravinách syntetická aditiva přírodními bude asi stále aktuální používání přírodních antioxidantů ke stabilizaci potravinářských výrobků proti oxidačnímu žluknutí. Vedle tokoferolů se jeví rozmarýnové extrakty jako nejperspektivnější. Do masných výrobků by bylo možné přidávat přímo rozemleté listy rozmarýny, jinak jsou vhodné extrakty získané hexanem, superkritickým oxidem uhličitým nebo olejem. Také v našem průmyslu by mohly být rozmarýnové extrakty užívané ve větší míře, hlavně do masných a rybích výrobků a do výrobků z obilovin.

Literatura

- ÄSCHBACH R., BÄHLER R., ROSSI P., SANDOZ L., WILLE H. J. (1994): Mechanical extraction of plant antioxidants by means of oils. *Fett-Wiss.-Technol.*, 96: 441–443.
- AKGUEL A., AYAR A. (1993): Antioxidant effects of Turkish spices. *Doga Turk. J. Agr. Forest.*, 17: 1061–1068.
- ARUOMA O. I., HALLIWELL B., ÄSCHBACH R., LÖLIGER J. (1992): Antioxidant and pro-oxidant properties of active rosemary constituents: carnosol and carnosic acid. *Xenobiotica*, 22: 257–268.
- AYED A. (1995): Antioxidative role of some aromatic herbs in refrigerated ground beef patties. *Dirasat-Univ. Jordan Ser. B*, 22: 1475–1487.
- BANIAS C., OREOPOULOU V., THOMOPOULOS C. D. (1992): The effect of primary antioxidants and synergists on the activity of plant extracts in lard. *J. Amer. Oil Chem. Soc.*, 69: 520–524.
- BARBUT S., JOSEPHSON D. B., MAURER A. (1985): Antioxidant properties of rosemary oleoresin turkey sausage. *J. Food Sci.*, 50: 1356–1363.
- BERSET C., TROUILLER J., MARTY C. (1989): Protective effect of the oleoresin from rosemary and of several other antioxidants on β -carotene in extrusion cooking. *Lebensm.-Wiss. Technol.*, 22: 15–19.
- BETES C., ARMENGOL R. (1995): Antioxidant activity of natural extracts. *Cosmetic applicatons. Cosmet. Toiletries*, Ed. Ital., 16: 11, 14–15, 19.
- BOYD L. C., GREEN D. P., GIESBRECHT F. B., KING M. F. (1993): Inhibition of oxidative rancidity in frozen cooked fish flakes by *tert.* butylhydroquinone and rosemary extract. *J. Sci. Food Agr.*, 61: 87–96.
- BRACCO U., LÖLIGER J., VIRET J.-L. (1981): Production and use of natural antioxidants. *J. Amer. Oil Chem. Soc.*, 58: 686–690.
- BUTLER A. J., LARICK D. K. (1993): Effect of antioxidants on the sensory characteristics and storage stability of aseptically processed low-fat beef gels. *Meat Sci.*, 35: 355–369.

- COLLINS M. A., CHARLES H. P. (1987): Antimicrobial activity of carnosol and ursolic acid: two antioxidant constituents of *Rosmarinus officinalis* L. *Food Microbiol.*, *4*: 311-315.
- CUIHUA L. (1992): Introduction, cultivation and anti-oxidation test of rosemary. *Chinese Wild Plant*, *1*: 17-21.
- CUVELIER M.-E., BERSET C., RICHARD H. (1994): Separation of major antioxidants in sage by HPLC. *Sci. Aliment.*, *14*: 811-815.
- CUVELIER M.-E., RICHARD H., BERSET C. (1992): Comparison of the antioxidative activity of some acid-phenols: Structure-activity relationships. *Biosci. Biotech. Biochem.*, *56*: 324-325.
- CUVELIER M.-E., RICHARD H., BERSET C. (1996): Antioxidant activity of phenolic composition of pilot-plant and commercial extracts of sage and rosemary. *J. Amer. Oil Chem. Soc.*, *73*: 645-652.
- DeFELICE M., DeLEONARDIS T., COMES S. (1993): Flavoring of edible oils. Effects on autoxidation. *Ind. Alim.*, *32*: 249-253.
- DJARMATI Z., JANKOV R. M., SCHWIRTLICH E., DJULINAC B., DJORDJEVIC A. (1991): High antioxidant activity of extracts obtained from sage by supercritical CO₂ extraction. *J. Amer. Oil Chem. Soc.*, *68*: 731-734.
- DOUGHERTY M. T. (1993): Effectiveness of natural antioxidants compared to synthetic antioxidants. *Int. Food Ingredients*, *3*: 27-32.
- DUXBURY D. D. (1992): Extract of rosemary provides natural solution to dehydrated products. *Food Process.*, *53*: 102, 104.
- ECONOMOU K. D., OREOPOULOU V., THOMOPOULOS C. D. (1991): Antioxidant activity of some plant extracts of the family *Labiatae*. *J. Amer. Oil Chem. Soc.*, *68*: 109-113.
- EUN J. B., HEARNSBERGER J. O., KIM J. M. (1993): Antioxidants, activators, and inhibitors affect the enzymic lipid peroxidation system of catfish muscle microsomes. *J. Food Sci.*, *58*: 71-74.
- FANG X., WADA S. (1993): Enhancing the antioxidant effect of α -tocopherol with rosemary in inhibiting catalyzed oxidation caused by Fe²⁺ and hemoprotein. *Food Res. Int.*, *26*: 405-411.
- FRANKEL E. N. (1993): In search of better methods to evaluate natural antioxidants and oxidative stability in food lipids. *Trends Food Sci. Technol.*, *4*: 220-225.
- FRANKEL E. 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. Agr. Food Chem.*, *44*: 131-135.
- GERHARDT U., SCHRÖTER A. (1983): Antioxidative Wirkung von Gewürzen. *Gordian*, *83*: 171-172, 174-176.
- GORDON M. H., KOURIMSKA L. (1995a): The effect of antioxidants on changes in oils during heating and deep frying. *J. Sci. Food Agr.*, *68*: 347-353.
- GORDON M. H., KOURIMSKA L. (1995b): Effect of antioxidants on losses of tocopherols during deep-fat frying. *Food Chem.*, *52*: 175-177.
- GORDON M. H., WENG X. C. (1992): Antioxidant properties of extracts from tanshen. *Food Chem.*, *44*: 119-122.
- HALL III C., CUPPETT S. (1993): The effects of bleached and unbleached rosemary oleoresins on light-sensitized oxidation of soybean oil. *J. Amer. Oil Chem. Soc.*, *70*: 477-482.
- HASEGAWA T. (1983): Antioxidant manufacture. *Jap. Kokai BAJ 83 847 972*.
- HERRMANN K. (1993): In pflanzlichen Lebensmitteln vorkommende Flavonoide als Antioxidantien. *Gordian*, *93*: 108-109.
- HIPPOLYTE I., MARIN B., BACCOU J. C., JONARD R. (1992): Growth and rosmarinic acid production in cell suspension cultures of *Salvia officinalis* L. *Plant Cell Rep.*, *11*: 109-112.
- HO C.-P., HUFFMAN D. L., BRADFORD D. D., EGBERT W. R., MIKEL W. B., JONES W. R. (1995): Storage stability of vacuum packaged frozen pork sausage containing soy protein concentrate, carageenan or antioxidants. *J. Food Sci.*, *60*: 257-261.
- HOLZMANNOVÁ V. (1997): Kyselina rosmarinová a její biologická aktivita. *Chem. Listy*, *90*: 486-496.
- HOULIHAN C. M., HO C.-T., CHANG S. S. (1984): Elucidation of the chemical structure of a novel antioxidant, rosmari-diphenol, isolated from rosemary. *J. Amer. Oil Chem. Soc.*, *61*: 1036-1039.
- HOULIHAN C. M., HO C.-T., CHANG S. S. (1985): The structure of rosmarinquinone - a new antioxidant isolated from *Rosmarinus officinalis* L. *J. Amer. Oil Chem. Soc.*, *62*: 96-98.
- HUANG M. T., HO C.-T., WANG Z. Y., FERRARO T., LOU Y. R., STAUBER K., MA W., GEORGIADIS C., LASKIN J. D., CONNEY A. H. (1994): Inhibition of skin tumorigenesis by rosemary and its constituents carnosol and ursolic acid. *Cancer Res.*, *54*: 701-708.
- HUISMAN M., MADSEN H. L., SKIBSTED L. H., BERTELSEN G. (1994): The combined effect of rosemary and modified atmosphere packaging as protection against warmed over flavour in cooked minced pork meat. *Z. Lebensmittel-Untersuch. Fors.*, *198*: 57-59.
- CHANG S. S., MATIJAŠEVIĆ B., HUANG C. L., HSIEH A.-L. (1976): Method producing an antioxidant composition from rosemary and sage. US pat. 3,950,266.
- CHANG S. S., OŠTRIĆ-MATIJAŠEVIĆ B., HSIEH O. A. L., HUANG C.-L. (1978): Natural antioxidants from rosemary and sage. *J. Food Sci.*, *42*: 1102-1106.
- CHEN Q., SHI H., HO C.-T. (1992): Effects of rosemary extracts and major constituents on lipid oxidation of soybean lipoxygenase activity. *J. Amer. Oil Chem. Soc.*, *69*: 999-1002.
- CHIPAULT J. R., MIZUNO G. R., HAWKINS J. M., LUNDBERG W. O. (1952): Antioxidant properties of natural spices. *Food Res.*, *17*: 46-55.
- CHIPAULT J., MIZUNO G. R., LUNDBERG W. O. (1955): Antioxidant properties of spices in oil-in-water emulsions. *Food Res.*, *20*: 443-448.
- CHIPAULT J. R., MIZUNO G. R., LUNDBERG W. O. (1956): The antioxidant properties of spices and foods. *Food Technol.*, *10*: 209-211.
- IRIARTE J., VILLANUEVA M. R., TURRI J. M. (1992): Comparative study of antioxidants in meat products: Substitutive effect of rosemary extract. *Aliment. Equipos Tecnol.*, *11*: 87-92.

- KIM D. H., JUNG M. H. (1990): Antioxidant activity of mixed tocopherols, caffeic acid, ferulic acid, and rosemary extract. Res. Rep. Coll. Agr. Korea Univ., 30: 113–124.
- KORCZAK J. (1992): Ocena właściwości przeciwutleniających przypraw ziółowych w prażynkach ziemniczanych. Roczn. Akad. Roln. Poznaniu, Technol. Żywności, 171: 63–73.
- KORCZAK J., JANITZ W., HEŚ M. (1997): Efektywność naturalnych przeciwutleniaczy w stabilizacji tłuszczu w chłodzonych i mrożonych wyrobach mięsnych. Postępy w Technologii i Chemii Żywności, Sesja Naukowa PAN, 28: 131.
- LAI S. M., GRAY J. I., SMITH M., BOOREN A. M., CRACKEL R. L., BUCKLEY D. J. (1991): Effects of oleoresin rosemary, TBHQ and sodium tripolyphosphate on the development of oxidative rancidity in restructured chicken nuggets. J. Food Sci., 56: 616–620.
- LINDBERG MADSE H., ANDERSEN L., CHRISTIANSEN L., BROCKHOFF P., BERTELSEN G. (1996): Antioxidative activity of summer savory and rosemary in minced, cooked pork meat. Z. Lebensmittel-Untersuch. Forsch., 203: 333–338.
- LIU H. F., BOOREN A. M., GRAY J. L., CRACKEL R. L. (1992): Antioxidant efficacy of oleoresin rosemary and sodium tripolyphosphate in restructured pork steaks. J. Food Sci., 57: 803–806.
- LÖLIGER J. (1991): The Use of Antioxidants in Foods. In: ARUOMA O. I., HALLIWELL B. (Eds.): Additives Free Radicals and Food. London, Taylor and Francis: 121–150.
- LÖLIGER J., WILLE H. J. (1993): Natural antioxidants. Oils Fats Int., 9: 18, 20–22.
- MÜHLNICKEL T. (1992): Extraction with carbon dioxide manufacture of de-aromatized rosemary antioxidant. Food Mark. Technol., 8: 37–38.
- NAKATANI N. (1987): Antioxidative compounds from spices. Nippon Nogeikagaku Kaishi, 62: 170–173.
- NAKATANI N., INATANI R. (1984): Two antioxidative diterpenes from rosemary and a revised structure for rosmanol. Agr. Biol. Chem., 48: 2081–2085.
- NAKATANI N., INATANI R., KONISHI T. (1984): Antioxidative compounds, method of extracting same from rosemary, and use of same. US pat. 4,450,097.
- NGUYEN Q.-L., RIBIER A. (1992): Liposome-incorporated rosemary extract as an antioxidant for cosmetics and pharmaceuticals. Fr. pat. 2,676,361.
- NGUYEN U., FRANKMAN G., EVANS D. A. (1991): Process for extracting antioxidants from Labiatae herbs. US pat. 5,017,397.
- OŠTRIČ-MATIJAŠEVIĆ B. (1963): Isolierung von antioxidierenden Komponent zur Stabilisierung von Fett und Fleisch. Technol. Mesa, 4: 195–197.
- PALIĆ A., KRIŽANEK D., DIKANOVIĆ-LUČAN Z. (1993): Antioxydativne Eigenschaft von Gewürzen in Rohwürsten. Fleischwirtschaft, 73: 684–687.
- PALITZSCH A., SCHULZE H., LOTTER G., STEICHELE A. (1974): Untersuchungen über die Wirkung von Naturgewürzen, Gewürzextrakten, ätherischen Ölen, Extraktionsrückständen und synthetischen Antioxydantien auf den Abbau von Schweinefett und Modell-Lipiden, III. Gewürzextrakte, bei der Extraktion anfallende wasserdampfliche und nichtflüchtige Extraktionsbestandteile sowie Extraktionsrückstände. Fleischwirtschaft, 54: 63–68.
- PALITZSCH A., SCHULZE H., METZL F., BAAS H. (1969): Untersuchungen über die Wirkung von Naturgewürzen, Gewürzextrakten, ätherischen Ölen, Extraktionsrückständen und synthetischen Antioxydantien auf den Abbau von Schweinefett und Modell-Lipiden, I. Wirkungen von Naturgewürzen und Gewürzextrakten auf Schweinefett. Fleischwirtschaft, 49: 1349.
- PANDIT V. A., SHELEF L. A. (1994): Sensitivity of *Listeria monocytogenes* to rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.). Food Microbiol., 11: 57–63.
- PISKAČOVÁ J., POKORNÁ S., PÁNEK J., POKORNÝ J. (1997): Stanovení lipoxygenasové aktivity a možnosti její inhibice. In: Sbor. Sem. Technol. Anal. Tuků, 35: 168–172.
- PIZZOCARO F., CAFFA F., GASPAROLI A., FEDELI E. (1985): Capacità antiossidante di alcune erbe aromatiche sul muscolo e sull'olio di sardina. Riv. Ital. Sost. Gr., 62: 351–356.
- POKORNÝ J. (1991): Natural antioxidants for food use. Trends Food Sci. Technol., 2: 223–227.
- POKORNÝ J., NGUYEN H. T. T., KORCZAK J. (1997a): Antioxidant activities of rosemary and sage extracts in sunflower oil. Nahrung, 41: 176–177.
- POKORNÝ J., NGUYEN H. T. T., ZAHRADNÍČKOVÁ H., KORCZAK J. (1997b): Effect of rosemary extracts on oxidative rancidity of polyunsaturated edible oils. Postępy w Technologii i Chemii Żywności, Sekcja Naukowa PAN, 28: 299–300.
- RAC M., OŠTRIČ B. (1954): The antioxidant properties of rosemary. Kem. Ind. (Zagreb), 3: 301–306.
- RAC M., OŠTRIČ B. (1955): The properties of rosemary as an antioxidant. Rev. Fr. Corps Gras, 2: 796–803.
- RANKIN S. A., PIKE O. A. (1993): Cholesterol autooxidation inhibition varies among several natural antioxidants in an aqueous model system. J. Food Sci., 58: 653–655, 687.
- RĚBLOVÁ Z., TROJÁKOVÁ L., PÁNEK J., NEUVIRTOVÁ M., POKORNÝ J. (1996): Identifikace a stanovení antioxydativních látek šalvěje a rozmarýnu. In: Sbor. Sem. Technol. Anal. Tuků, 34: 80–89.
- RĚBLOVÁ Z., KUDRNOVÁ J., TROJÁKOVÁ L., VALENTOVÁ H., POKORNÝ J., ZÁVODSKÁ H. (1997a): Využití antioxidantů pro stabilizaci tuků a olejů používaných pro opakovaně smažení a fritování. In: Sbor. Sem. Technol. Anal. Tuků, 35: 155–167.
- RĚBLOVÁ Z., TROJÁKOVÁ L., POKORNÝ J. (1997b): Stanovení specifických antioxidantů šalvěje a rozmarýnu. In: Zbor. Laboralim '97: 222–225.
- REHACEK J., VIRET J. L., BRACCO U. (1980): Oxidation-inhibiting substances from vegetable material. S. African pat. 7904,914.
- RICHEIMER S. L., BERNARTI M. W., KING G. A., KENT M. C., BAILEY D. T. (1996): Antioxidant activity of lipid soluble phenolic diterpenes from rosemary. J. Amer. Oil Chem. Soc., 73: 507–514.
- SAITO Y., KIMURA Y., SAKAMOTO T. (1976): Studies on the antioxidant properties of spices. II. The antioxidative effect of some spices. Eiyo-to-Shokuryo, 29: 404–408.
- SCHMITZ S., WEIDENBÖRNER M., KUN B. (1993): Herbs and spices as selective inhibitors of mould growth. Chem. Mikrobiol. Technol. Lebensm., 15: 175–177.

- SCHWARZ K., TERNES W. (1992a): Antioxidative constituents of *Rosmarinus officinalis* and *Salvia officinalis*. I. Determination of phenolic diterpenes with antioxidant activity amongst tocopherols using HPLC. Z. Lebensmittel-Untersuch. Fors., 195: 95–98.
- SCHWARZ K., TERNES W. (1992b): Antioxidative constituents of *Rosmarinus officinalis* and *Salvia officinalis*, II. Isolation of carnosic acid and formation of other phenolic diterpenes. Z. Lebensmittel-Untersuch. Fors., 195: 99–103.
- SCHWARZ K., TERNES W. (1993): Rosmarinextrakte als natürliche Antioxidantien. Lebensmitteltechnik, 12: 58–59.
- SHAHIDI F., PEGG R. B., SALEEMI Z. O. (1995): Stabilization of meat lipids with ground spices. J. Food Lipids, 2: 145–153.
- SHIBUYA Y., OCHINATA H., YONEI Y., ONO T., SUZUKI J. (1994): Preparation of carnosol as antimicrobial agent for food preservation. Jap. Kokai, JP 65,573.
- SIMS R. J., FIORITI J. A. (1991): Antioxidants. In: Biotechnology and Food Ingredients. New York, Van Nostrand: 483–505.
- SMITH C., HALLIWELL B., ARUOMA O. I. (1992): Protection by albumin against the pro-oxidant actions of phenolic dietary compounds. Food Chem. Toxicol., 30: 483–489.
- STOICK S. M., LAY S., GRAY J. I., CRACKEL R. L., BOOREN A. M., SMITH D. M., BUCKLEY D. J. (1989): Antioxidative effects of an oleoresin rosemary in restructured meat products. In: Proc. Int. Congr. Meat Sci. Technol., 35: 425–430.
- SVOBODA K., DEANS S. G. (1992): A study of the variability of rosemary and sage and their volatile oils on the British market: their antioxidative properties. Flavour Fragrances J., 7: 8187.
- TAKACSOVÁ M., PRÍBELA A., FAKTOROVÁ M. (1995): Study of the antioxidative effects of thyme, sage, juniper and oregano. Nahrung, 39: 243–245.
- TAKASAGO M., HORIKAWA K. (1980): Antioxidants for foods. II. Naturally occurring trace constituents in foods. Kagaku-to-Kogyo, 54: 364–367.
- TROJÁKOVÁ L., RĚBLOVÁ Z., HRSTKA J., POKORNÝ J. (1997): Stanovení specifických antioxidantů šalvěže a rozmarýny. In: Sjezd Chem. Spol. Zlín, 50: 119–120.
- TSIMIDOU M., PAPAVERGOU E., BOSKOU D. (1995): Evaluation of oregano antioxidant activity in mackerel oil. Food Res. Int., 28: 431–433.
- WADA S., FANG X. (1992): The synergistic antioxidant effect of rosemary extract and α -tocopherol in sardine oil model system and frozen-crushed fish meat. J. Food Process. Preserv., 16: 263–274.
- WADA S., FANG X. (1994): Synergistic antioxidant effects of rosemary and α -tocopherol of different storage temperatures and its application for inhibiting dried sardine meat oxidation. Yukagaku, 43: 109–115.
- WENG X. C., GORDON M. H. (1992): Antioxidant activity of quinones extracted from tanshen. J. Agr. Food Chem., 40: 1331–1336.
- WU J. W., LEE M. H., HO C.-T., CHANG S. S. (1982): Elucidation of the chemical structures of natural antioxidants isolated from rosemary. J. Amer. Oil Chem. Soc., 59: 339–345.
- ZEGARSKI Z., AMAROWICZ R., KARAMAC M., RAFALOWSKI R. (1996): Antioxidative effect of rosemary ethanolic extract on butter. Milchwissenschaft, 51: 195–198.

Kontaktní adresa:

Prof. Ing. Jan Pokorný, DrSc., Ing. Zuzana Réblová, Vysoká škola chemicko-technologická, Ústav chemie a analýzy potravin, Technická 5, 166 28 Praha 6, Česká republika, tel: +420 2 24 35 32 64, fax: +420 2 31 19 990, e-mail: pokornyj@vscht.cz

ŽIVOTNÍ VÝROČÍ

Prof. Ing. Alexander Příbela, DrSc., sedemdesiatročný

V septembri t. r. oslávil životné jubileum prof. PhDr. Ing. Alexander Příbela, DrSc., profesor Chemickotechnologickej fakulty Slovenskej technickej univerzity v Bratislave. Narodil sa 13. septembra 1928 v Šoporni. Vysokoškolské štúdium ukončil v roku 1956 na Chemickej fakulte vtedajšej Slovenskej vysokej školy technickej v Bratislave na Katedre uhľohydrátov a konzervácie potravín. Od roku 1956 prešiel na tejto katedre všetkými stupňami pedagogického postupu, najprv ako asistent, odborný asistent, od roku 1967 ako docent a od roku 1986 ako profesor.

Kandidátsku dizertačnú prácu Štúdium chemického zloženia aromatických látok ovocných štiav obhájil v roku 1965 a už touto fundamentálnou prácou vlastne kládol základy budúceho vedného odboru, ktorý postupne rozvíjal do hĺbky i do šírky až k súčasnému stavu. V analýze a hodnotení potravín vytvoril vlastnú vedeckú školu a stal sa uznávanou vedeckou osobnosťou nielen doma, ale aj v zahraničí. Potvrďuje to aj téma jeho habilitačného spisu Aplikácia chromatografických metód v analýze potravín, ktorou sa v roku 1966 habilitoval na docenta i jeho doktorská dizertačná práca Štúdium chemických a biologických vlastností horkých látok, ktorú obhájil v roku 1980 na VŠCHT v Prahe a súčasťou ktorej bol jeho významný podiel na objasnení chemickej štruktúry a vlastností štyroch nových horkých látok ovocia a zeleniny.

Prof. Příbela publikoval vyše 500 vedeckých a odborných prác, z toho vyše 300 v domácich i zahraničných karentovaných časopisoch. Je autorom 26 knižných publikácií, z toho piatich monografií, 30 vysokoškolských skrípt, ktoré dnes slúžia ako učebnice nielen na ČHTF, ale i na iných fakultách viacerých univerzít v SR, a 10 patentov. Jeho vedecké prednášky a vystúpenia na rôznych konferenciách, gestorstvo a edície mnohých zborníkov prednášok z vedeckých konferencií, napr. LABORALIM a mnohé iné, sa nedajú ani spočítať.

Jeho práce v oblasti Analýza a hodnotenie potravín, ktorá je vlastne dominantou jeho vedeckej činnosti, vyvolali veľký ohlas v odbornej verejnosti nielen doma, ale aj v zahraničí, čoho dôkazom je vyše 200 citačných ohlasov. Vypracoval a do praxe zaviedol niekoľko nových analytických metód potravinárskej analytiky. Bol zodpovedným pracovníkom 24 výskumných projektov na katedre, ktoré boli orientované na analytické a výživárske otázky.

V pedagogickej oblasti pripravil, rozpracoval a do života uviedol nové predmety: Analýza potravín, Hodnotenie

potravín a Senzorická analýza potravín, ktoré sú dnes pevnou súčasťou výučby pre celý potravinársky študijný odbor na ČHTF. Vychoval úctyhodný počet inžinierov (142), vyškoliť 24 aspirantov, resp. doktorandov, a veľký podiel svojej práce odvedol v rôznych funkciách, či ako predseda Komisie pre obhajoby kandidátskych dizertačných prác z oboru Chémia a technológia požívatin, ako predseda Komisie pre obhajoby doktorských dizertačných prác, predseda Rady výboru PGŠ na ČHTF a VŠCHT, člen vedeckých rád SHTF STU, FPBT VŠCHT v Prahe, VÚP i ako dlhoročný predseda Komisie pre štátne záverečné skúšky pre študentov i ako zástupca vedúceho katedry. Na katedre založil i viedol nové študijné zameranie Chémia a hodnotenie potravín. Vysoko oceňujem i jeho terajšiu aktivitu, ktorou sa významne podieľa na formovaní profilu pracovníkov potravinárskeho priemyslu, a to organizáciou odborných kurzov Senzorické hodnotenie potravín pre rôzne odbory potravinárskeho priemyslu, ktorých len za posledné dva roky zorganizoval osem a ktoré nielen organizačne zabezpečuje, ale odovzdáva frekventantom svoje bohaté skúsenosti i najnovšie vedecké poznatky zo sveta. Tieto kurzy vyvolali široký celoštátny ohlas.

Okrem pedagogickej a vedeckej práce na pôde školy pracoval v atestačných komisiách výskumných ústavov i ako člen redakčných rád vedeckých a odborných časopisov bývalej ČSFR. Významná bola jeho činnosť vo funkcii dlhoročného predsedu SV SVTS potravinárskeho priemyslu, Ústrednej rady ČSVTS i člena Komisie SAV pre otázky základného výskumu potravín.

Významne sa podieľal na príprave, náplni práce a formovaní Ústavu normalizácie a merania SR a ako expert a člen technického výboru ÚNM SR pracuje dodnes. Bol členom bývalej ČAZV v rámci federácie a je riadnym členom Slovenskej akadémie pôdohospodárskych vied. Príznakom pre prof. Příbelu je, že vo všetkých funkciách, bez ohľadu na to, či ako vedúci pracovník, alebo člen, vykonával túto činnosť vždy veľmi vážne a vždy sa snažil pracovať poctivo a odvádzal svoj podiel s maximálnou zodpovednosťou. Takáto všestranná aktivita, či už ako vysokoškolského učiteľa, významného vedca, alebo aktivity v ostatných vedecko-spoločenských orgánoch, bola ocenená početnými význameniami. Za svoju pedagogickú, vedeckú a vedecko-spoločenskú činnosť mu bola udelená Zlatá plaketa SVŠT, Medaila Federálneho ministerstva pôdohospodárstva výživy, Medaila vtedajšej

Ústrednej rady odborov, Medaily ÚR ČSVTS, ÚR SVTS, Zlatá plaketa ČSAZV Za zásluhy a rozvoj vedy a výskumu v oblasti zemědělství a výživy, Zlatá medaila Vysokiej školy ekonomickej v Poznani, je nositeľom Zlatej medaily akademika Muchu za hygienu a výživu a mnohé ďalšie.

Profesor Příbela sústredil okolo seba na CHTF STU, ale aj v spolupráci s VVZ potravinárskeho priemyslu, schopných spolupracovníkov, vytvoril vedeckú školu, pre ktorú je charakteristická vysoká metodická úroveň pri riešení problémov v potravinárskej chémii a technológii. I tento veľmi stručný prehľad o pedagogickom a vedeckom profile prof.

Příbelu potvrdzuje, že jubilant je vedeckou osobnosťou, ktorá vede o potravinách dala veľmi veľa, a to najmä v oblasti jeho celoživotného úsilia o kvalitu požívatin.

Pri tejto príležitosti chceme prof. Příbelovi v mene kolektívu spolupracovníkov, bývalých študentov, diplomantov i doktorandov, kolegov z vedecko-spoločenských organizácií i v mene celej širokej obce potravinárov na Slovensku za jeho doterajšiu významnú pedagogickú a vedeckú činnosť úprimne poďakovať. Do ďalších rokov želáme nášmu jubilantovi predovšetkým veľa zdravia, šťastia v kruhu rodiny a veľa síl a elánu v jeho vedeckej práci.

Alexander Dandár (Bratislava)

REJSTŘÍK VĚCNÝ

Amarant

- kumulace prvků; škrob; bílkoviny; vláknina 95
- zrno; sušenky; skladování; mikrobiální analýza 205

Analýza

- β -laktamová antibiotika; INTEST; DELVOTEST SP; PENZYME S100 61
- estery kyseliny ftalové; krmiva; potraviny; HPLC 122
- folacin celkový a volný; ženské mléko 211
- fumonisiny; ELISA 117
- inositol fosfát; HPLC; obiloviny 215
- jod - postupy mineralizace 163
- kyselina fytová; obiloviny; HPLC 215
- pivo; analýza GC-MS 19

Antioxidanty

- extrakce; žluknutí; tuky; oleje; šalvěj; rozmarýn 227

Aspartátové proteasy

- enzymy ryb; kapr; pstruh; kathepsin D; pepsin; gastricsin 175

Bakteriolytické enzymy

- bezpečnost potravin; antibakteriální enzymy; lysozym; modifikace lysozymu 195

Bezpečnost potravin

- antibakteriální enzymy; lysozym; modifikace lysozymu 195
- biogenní aminy; tvorba aminů 151

Bioetanol

- obiloviny; lihovarské výpalky; krmivo; *Rhodotorula glutinis* 41

Biogenní aminy

- potraviny; tvorba aminů; histamin; tryptamin; putrescin; spermidin 151

 β -laktamová antibiotika

- INTEST; DELVOTEST SP; PENZYME S100; disková difuzní metoda 61

Bramborové lupínky smažené

- mechanické vlastnosti; odrol; skladování 99

Cukerné roztoky technické

- cross-flow filtrace; mikrofiltrace; keramické membrány; surová řepná šťáva 29

Čekanka

- extrakce; inulin; hořké látky 72

ELISA

- mykotoxiny; fumonisiny; potraviny z kukuřice 117

Enzymy ryb

- kapr; pstruh; kathepsin D; pepsin; gastricsin 175

Ergosterol

- pfitokovaná kultivace; *Saccharomyces cerevisiae* 9

Estery kyseliny ftalové

- krmiva; potraviny; analýza; HPLC 122

Fermentace jablečno-mléčná

- spontánní fermentace; kyselina jablečná; kyselina mléčná 15

Fermentované masné výrobky

- kapalný udicí preparát; oxidační stabilita lipidů; masné kyseliny 131

Filtrace

- technické cukerné roztoky; surová řepná šťáva; cross-flow filtrace; mikrofiltrace; keramické membrány 29

Folacin

- mateřské mléko; kojenecká výživa; celkový a volný folacin 211

Fumosiny

- mykotoxiny; potraviny z kukuřice; ELISA; dietární expozice 117

Hepatopankreas

- superoxid dismutasa; izolace; purifikace 171

Houby jedlé

- těžké kovy; kadmium; rtuť; olovo 110

Hydrogenace

- řepkový bezukový olej; Ni-katalyzátor; reologie; SFC 25

Inositolfosfát

- obiloviny; stanovení; HPLC 215

Inulin

- čekanka; extrakce; hořké látky 72

Jod

- potraviny; stabilita; stanovení; postupy mineralizace 163

Kadaverin

- amoniak; *Escherichia coli*; *Proteus mirabilis*; *Serratia marcescens*; *Pseudomonas fluorescens* 53

Kapalný udicí preparát

- fermentované masné výrobky; lipidy; oxidační stabilita; masné kyseliny 131

Kathepsin D

- kapr; pstruh; hepatopankreas; pepsin; gastricsin 175

Kečup

- barva; barviva; senzoričké hodnocení 65

Kojenecká výživa

- mateřské mléko; celkový a volný folacin 211

Konzervační metody

- synergický účinek; aditivní účinek; trvanlivost potravin 77
- vysoký tlak; ovoce; zelenina; senzoričké hodnocení 221

Krmivo

- bioetanol; lihovarské výpalky 41
- estery kyseliny ftalové; analýza; HPLC 122

Kyselina fytová

- obiloviny; stanovení; HPLC 215

Kyselina jablečná

- spontánní fermentace; řízená jablečno-mléčná fermentace; kyselina mléčná 15

***Lactococcus* sp.**

- poškozené buňky; nisin; záhřev; mrazení 3

Lipidy	
– fermentované masné výrobky; kapalný udicí preparát; oxidační stabilita; masné kyseliny	131
Lysozym	
– antibakteriální enzymy; potravinová bezpečnost	195
– deriváty lysozymu; antibakteriální akce; <i>Pseudomonas putida</i> ; <i>Macrococcus luteus</i>	85
– lytické enzymy; kinetické parametry; hydrofobní substituce	168
Lytické enzymy	
– lysozym; kinetické parametry; hydrofobní substituce ..	168
Matematické modelování	
– mikrovlnný ohřev; rozložení teplot	179
– předpovědní mikrobiologie; stanovení kritických bodů ..	135
Matejské mléko	
– kojenecká výživa; folacin celkový a volný	211
Mikrovlnný ohřev	
– aktivní obal; pokovená plastická folie	143
– matematický model; rozložení teplot	179
Mutagenní aktivita	
– mykotoxiny; Ames test; mikronukleus test	103
Mykotoxiny	
– fumonisiny; potraviny z kukuřice; ELISA; dietární expozice	117
– mutagenní aktivita; Ames test; mikronukleus test	103
N-nitrosaminy	
– nitrátreduktasa; bakterie; potraviny	89
Nisin	
– poškozené buňky; <i>Lactococcus</i> sp.; zahřívání; zmrazení ...	3
Nitrátreduktasa	
– N-nitrosaminy; bakterie; potraviny	89
Obiloviny	
– bioetanol; lihovarské výpalky; krmivo; <i>Rhodotorula glutinis</i>	41
– kyselina fytová; inositol fosfát; stanovení; HPLC	215
Olej pupalkový	
– bakteriostatický účinek	57
Olej řepkový bezerukový	
– hydrogenace; Ni-katalyzátor; selektivita; SFC	25
Ovocná dřev	
– reologické vlastnosti; zahušťování; mocninový model; vláknina	189
Ozařování	
– amarantové zrno; sušenky; mikrobiální analýza; skladování	205
PET láhve	
– acetaldehyd; mikroextrakce na pevné fázi (SPME)	81
Pivo	
– aroma; chmelové silice; GC-MS analýza	19
Potravin	
– bakteriolytické enzymy	195
– biogenní aminy	151
– bramborové lupínky smažené	99
– estery kyseliny ftalové; stanovení	122
– fermentované masné výrobky	131
– hygiena potravin	135
– jod; obsah; stabilita	163
– kečup; barva; senzoričké hodnocení	65
– kojenecká výživa; folacin	211
– mikrovlnný ohřev	143, 179
– nápoje; tekuté potraviny; senzoričká analýza	33
– nitrátreduktasa; N-nitrosaminy; stanovení; detekce	89
– ovocná dřev; reologické vlastnosti; vláknina	189
– pekařské výrobky; vláknina; rezistentní škrob	47
– potraviny z kukuřice	117
Předpovědní mikrobiologie	
– matematické modelování; stanovení kritických bodů; hygiena potravin	135
Reologické vlastnosti	
– ovocná dřev; zahušťování; mocninový model; vláknina ..	189
Rozložení teplot	
– mikrovlnný ohřev; matematický model	179
Rozmarýn	
– přírodní antioxidanty; extrakty; žluknutí; tuky; oleje ...	227
Senzoričké hodnocení	
– kečup; barva	65
– nápoje; tekuté potraviny; textura; viskozita	33
Skladování	
– amarantové zrno; sušenky; mikrobiální analýza	205
Steroly	
– ergosterol; přítokovaná kultivace; <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	9
Superoxid dismutasa	
– hepatopankreas kapra; izolace; purifikace	171
Synergický účinek	
– konzervační metody; trvanlivost potravin	77
Šalvěj	
– přírodní antioxidanty; extrakce; žluknutí; tuky; oleje ...	227
Škrob	
– amarant; kumulace prvků	95
– rezistentní škrob; energetická hodnota	47
Těžké kovy	
– jedlé houby; kadmium; rtuť; olovo	110
Vysoký tlak	
– konzervace; ovoce; zelenina; senzoričké hodnocení	221

SUBJEKT INDEX

- Amaranth**
 – cumulation of elements; starch; protein; fibre 95
 – grain; biscuits; microbial analysis; storage 205
- Analysis**
 – β -lactam antibiotics; INTEST; DELVOTEST SP;
 PENZYME S100 61
 – phthalate esters; feed; food 122
 – fumonisins; ELISA 117
 – inositol phosphate; HPLC 215
 – folacin total and free 211
 – iodine; mineralization procedures 163
- Antioxidants**
 – extraction; rancidity; fats; oils; sage; rosemary 227
- Aspartic acid proteinases**
 – fish enzymes; carp; trout; cathepsin D; gastricsin;
 pepsin 175
- Bacteriolytic enzymes**
 – food safety; antibacterial enzymes; lysozyme;
 lysozyme modification 195
- Beer**
 – aroma; hop essential oil; GC-MS analysis 19
- Bioethanol**
 – cereals; distiller's slops; feed; *Rhodotorula glutinis* 41
- Biogenic amines**
 – foods; amines formation; histamine; tryptamine;
 putrescine; spermidine 151
- β -lactam antibiotics**
 – INTEST; DELVOTEST SP; PENZYME S100; disk
 diffusion method 61
- Cadaverine**
 – ammonia; *Escherichia coli*; *Proteus mirabilis*; *Serratia
 marcescens*; *Pseudomonas fluorescens* 53
- Canola oil**
 – hydrogenation; Ni-catalyst; rheology; SFC 25
- Carp hepatopancreas**
 – superoxid dismutase; isolation; purification 171
- Cathepsin D**
 – carp; hepatopancreas; trout stomach; pepsin 175
- Cereals**
 – bioethanol; distiller's slops; feed; *Rhodotorula glutinis* .. 41
 – phytic acid; inositol phosphate; determination; HPCL .. 215
- Chicory**
 – extraction; inulin; bitter compounds 72
- ELISA**
 – mykotoxins; fumonisins; corn-based foodstuffs 117
- Ergosterol**
 – fed-batch cultivation; *Saccharomyces cerevisiae* 9
- Evening primrose oil**
 – bacteriostatic effect 57
- Feed**
 – bioethanol; distiller's slops 41
 – phthalate esters 122
- Fermented meat sausage**
 – liquid smoke; lipids oxidative stability; fatty acids 131
- Filtration**
 – sugar solutions; cross-flow filtration; microfiltration;
 ceramic membranes 29
- Fish enzymes**
 – carp; trout; cathepsin D; gastricsin; pepsin 175
- Folacin**
 – human milk; infant food; total and free folacin 211
- Food safety**
 – antibacterial enzymes; lysozyme; lysozyme
 modification 195
 – biogenic amines; amines formation 151
- Food**
 – bacteriolytic enzymes 195
 – bakery products; dietary fiber; resistant starch 47
 – beverages; liquid foods; sensory analysis 33
 – biogenic amines 151
 – corn-base commodities 117
 – fermented meat products 131
 – food hygiene 135
 – fried potato chips 99
 – fruit pulp 189
 – infant food 211
 – iodine; content; stability 163
 – ketchup; color; sensory evaluation 65
 – nitrate reductase; N-nitrosamines 89
 – microwave heating 143, 179
 – phthalic acid esters 122
- Fried potato chips**
 – mechanical properties; breaking; storage 99
- Fruit pulp**
 – rheological properties; concentration; power-law model;
 fiber 189
- Fumonisin**
 – mykotoxins; corn-based foodstuffs; ELISA; dietary
 expositions 117
- Heavy metals**
 – edible mushrooms; cadmium; mercury; lead 110
- Human milk**
 – infant food; folacin total and free 211
- Hydrogenation**
 – canola oil; Ni-catalyst; rheology; SFC 25
- Impure sugar solutions**
 – cross-flow filtration; microfiltration; ceramic
 membranes; raw sugar juice 29
- Infant food**
 – human milk; folacin total and free 211
- Inositol phosphate**
 – cereals; determination; HPCL 215
- Inulin**
 – chicory; extraction; bitter compounds 72
- Iodine**
 – food; stability; determination; mineralization
 procedures 163
- Irradiation**
 – amaranth grain; biscuits; microbial analysis; storage 205

Isostatic high pressure	
– fruit; vegetable; preservation; sensory evaluation	221
Ketchup	
– color; sensory evaluation; colorants	65
<i>Lactococcus</i> sp.	
– injured cells; nisin; heating; freezing	3
Lipids	
– fermented meat sausage; liquid smoke; oxidative stability; fatty acids	131
Liquid smoke	
– fermented sausage; lipids; oxidative stability; fatty acids	131
Lysozyme	
– antibacterial enzymes; food safety	195
– lysozyme derivatives; antibacterial action; <i>Pseudomonas putida</i> ; <i>Micrococcus luteus</i>	85
– lytic enzymes; kinetic parameters; hydrophobic substitution	168
Lytic enzymes	
– lysozyme; kinetic parameters; hydrophobic substitution	168
Malic acid	
– lactic acid; spontaneous fermentation; controlled malolactic fermentation	15
Malolactic fermentation	
– malic acid; lactic acid; spontaneous fermentation	15
Mathematical modelling	
– microwave heating; temperature distribution	179
– prediction microbiology; determination of critical points	135
Microwave heating	
– active container; metallized plastic film	143
– mathematical model; temperature distribution	179
Mushrooms edible	
– heavy metals; cadmium; mercury; lead	110
Mutagenic activity	
– mycotoxins; Ames test; micronucleus test	103
Mykotoxins	
– fumonisins; corn-based foodstuffs; ELISA; dietary exposition	117
– mutagenic activity; Ames test; micronucleus test	103
Nisin	
– injured cells; <i>Lactococcus</i> sp.; heating; freezing	3
Nitrate reductase	
– N-nitrosamines; bacteria; food samples	89
N-nitrosamines	
– nitrate reductase; bacteria; food samples	89
PET bottle	
– acetaldehyde; solid phase microextraction	81
Phthalate esters	
– feeds; foods; analysis; HPCL	122
Phytic acid	
– cereals; determination; HPCL	215
Prediction microbiology	
– mathematical modelling; determination of critical points; food hygiene	135
Preservation methods	
– fruit; vegetable; sensory evaluation; high isostatic pressure	221
– synergic effect; additive effect; shelf-life of food	77
Rheological properties	
– fruit pulp; power-law model; concentration; fiber	189
Rosemary	
– natural antioxidants; extraction; rancidity; fats; oils	227
Sage	
– natural antioxidants; extraction; rancidity; fats; oils	227
Sensory analysis	
– beverages; liquid foods; evaluation; texture; viscosity	33
– ketchup; color	65
Starch	
– amaranth; selected elements; cummulation of elements	95
– resistant starch; energetic value	47
Sterols	
– ergosterol; fed-batch cultivation; <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	9
Storage	
– amaranth grain; biscuits; microbial analysis	205
Superoxid dismutase	
– carp hepatopancreas; isolation; purification	171
Synergic effect	
– preservation methods; shelf life of food	77
Temperature distribution	
– microwave heating; mathematical model	179

Index

Rejstřík jmenný

BÁRTA I., ŠMERÁK P., SEDMÍKOVÁ M., TUREK B., KOVÁČOVÁ E., BÁRTOVÁ J. Mutagenní účinky vybraných mykotoxinů Genotoxic effects of selected mycotoxins	103
BAXA S.: Extrakcia čakanky Extraction of chicory	72
BUBNÍK Z., HINKOVÁ A., KADLEC P. Cross-flow micro- and ultrafiltration applied on ceramic membranes in impure sugar solutions Mikrofiltrace a ultrafiltrace technických cukerných roztoků na keramických membránách s příčným tokem	29
ČECHOVÁ M., MEDONOSOVÁ P., PŘÍHODA J. The decrease of energetic value of bakery products using a commercial resistant starch Snižování energetické hodnoty pekařských výrobků rezistentním škrobem	47
ČÍŽKOVÁ H., VOLDŘICH M., DOBIÁŠ J. Determination of residual acetaldehyde in polyethylene terephthalate bottles by solid phase microextraction Stanovení zbytkového acetaldehydu v PET lahvách metodou mikroextrakce na tuhé fázi (SPME)	81
ERBAN V., ČERNÝ V. Možnosti využití předpovědní mikrobiologie při „Stanovení kritických bodů“ a v hygieně potravin Use of prediction microbiology for "Determination of critical points" and in food hygiene	135
ERBAN V., GABROVSKÁ D., VAVREINOVÁ S. Vliv některých rostlinných olejů na vybrané mikroorganismy Effect of some vegetable oils on a select microorganisms	57
FIEDLEROVÁ V. Spectrophotometric determination of iodine and its content and stability in selected food raw materials and products Spektroskopické stanovení jodu a jeho obsah a stabilita ve vybraných potravinářských surovinách a výrobcích	163
FILIP V., DRDA A., NĚMEC Z. Effect of the recycled Ni-catalyst on the quality of the hydrogenated rapeseed oil Vliv opakovaného použití Ni-katalyzátoru na kvalitu ztuženého řepkového oleje	25
GOTTVALDOVÁ M., PROŠKOVÁ A., KUČERA J. Specificity of the action of hydrophobically substituted lysozyme against Gram-negative bacteria Specifická působení hydrofobně substituovaného lysozymu proti gramnegativním bakteriím	85
GOTTVALDOVÁ M., PROŠKOVÁ A., KUČERA J. Kinetic parameters of modified lysozyme Kinetické parametry modifikovaného lysozymu	168
GREIF G., GREIFOVÁ M., KAROVIČOVÁ J. Tvorba kadaverínu a amoniaku činností některých bakterií za modelových podmínek Cadaverine and ammonia production by some bacteria under model conditions	53
HINKOVÁ A., CHOTĚBORSKÁ P., MELZICH K., RYCHTERA M., BUBNÍK Z. Ethanol fermentation of grain mashes with regard to quality of distiller's slops Etanolová fermentace obilných zápar se zfeťem na kvalitu lihovarských výpalků	41
HOUŠKA M., KÝHOS K., GRÉE R., STROHALM J., LANDFELD A., NOVOTNÁ P., ŠVADLENKA J., ADÁMEK L. Reologické vlastnosti ovocných dříví v průběhu zahušťování Rheological properties of fruit pulp during concentration	189

HOUŠOVÁ J., HOKE K., DOBIÁŠ J. Závislost tepelného efektu metalizovaných fólií pro mikrovlnný ohřev na stupni jejich pokovení A relation between the heat effect of metallized films for microwave heating and the degree of their metallization	143
HOUŠOVÁ J., HOKE K., TOPINKA P. Temperature distribution in a layer of food heated by microwaves Rozložení teplot ve vrstvě potravin při mikrovlnném ohřevu	179
HOZOVÁ B., HUDECOVÁ D., GREJTÁKOVÁ M. Hodnotenie INTESTU, DELVOTESTU SP a PENZYMU S 100 v porovnaní so štandardizovanou diskovou difúznou metódou na detekciu β -laktamových antibiotík v mlieku Evaluation of INTEST, DELVOTEST SP and PENZYME S 100 in comparison with a standardized disk diffusion method for detection of β -lactam antibiotics in milk	61
HOZOVÁ B., VALÍK L. Irradiation treatment of amaranth grain for shelf-life prolongation of amaranth-based biscuits Ožarovanie amarantového zrna na predĺženie skladovania amarantových sušienok	205
JAROŠOVÁ A., GAJDUŠKOVÁ V., RASZYK J., ŠEVELA K. Determination of phthalic acid esters (PAEs) in biological materials by HPLC HPLC stanovení esterů kyseliny ftalové (PAE) v biologických materiálech	122
JENÍKOVÁ G., MACKOVÁ M., PAZLAROVÁ J., DEMNEROVÁ K. Výskyt a detekce nitrátoreduktasy v potravinářských vzorcích Occurrence and detection of nitrate reductase in food samples	89
KMÍNKOVÁ M., KUČERA J. Partial purification and characterisation of superoxid dismutase from carp hepatopancreas Parciální purifikace a charakteristika superoxid dismutasy z hepatopankreatu kapra	171
KOREŇOVSKÁ M., ZAUŠKOVÁ P., HALÁSOVÁ G. Sledovanie vybraných prvkov v modelovom procese výroby škrobu z amarantu Observation of selected elements in a model process of starch production from amaranth	95
KUČEROVÁ R., ČEPIČKA J. Malolacid fermentation in the course of wine formation Jablečno-mléčná fermentace v průběhu tvorby vína	15
KUČEROVÁ Z., KUČERA J. Aspartic acid proteinases of carp (<i>Cyprinus carpio</i>) hepatopancreas and rainbow trout (<i>Salmo gairdneri</i>) stomach Aspartátové proteasy z hepatopankreatu kapra (<i>Cyprinus carpio</i>) a žaludku pstruha duhového (<i>Salmo gairdneri</i>)	175
OSTRÝ V., RUPRICH J. The occurrence of fumonisins in corn-based commodities in the Czech Republic Výskyt fumonisinů v potravinách na bázi kukuřice v České republice	117
PATOČKA K., BLAHOVEC J. Odrol smažených bramborových lupínků v průběhu skladování Breaking of fried potato chips during storage	99
PLOCKOVÁ M., ŠVIRÁKOVÁ E., NEVAŘILOVÁ P. Effect of nisin on injured cells of <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> Účinek nisinu na poškozené buňky <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i>	3
PROKŮPKOVÁ L., NOVOTNÁ P. Barva kečupů Ketchup colour	65

PROŠKOVÁ A.

- Stanovení obsahu kyseliny fytové v potravinářských surovinách rostlinného původu
 Determination of phytic acid content in food raw-materials from vegetable sources 215

ŘEZÁČ J., ČEPIČKA J., VÍDEN I.

- The influence of the main terpene components of hop oil on the beer aroma
 Vliv hlavních terpenických složek chmelových silic na aroma piva 19

STARUCH L., ČERTÍK M., GREIF G., ŠAJBIDOR J.

- Lipid changes in fermented meat products during ripening with and without liquid smoke addition
 Zmeny lipidov vo fermentovaných mäsoových produktoch počas zrenia s a bez pridania tekutého
 udiaceho preparátu 131

STROHALM J., HOUSKA M., NOVOTNÁ P., KÝHOS K., GRÉE R., BRÚNA D., ČAPEK F.

- Aplikace vysokého tlaku při ošetření potravin
 Application of high pressure for food processing 221

UHEROVÁ R., HORKULIČOVÁ M., MÍZNER D., MIKUŠOVÁ M.

- Folacin in infant food
 Folacin vo výžive detí 211

VALENTOVÁ H., POKORNÝ J., HOUSKA M.

- Development of a texture profile of Newtonian liquids
 Vypracování texturního profilu pro tekuté newtonské potraviny 33

VEDLICHOVÁ Z., DUBOVÁ R., ČERMÁK J., PATÁKOVÁ P., RYCHTERA M., MELZOCH K.

- Production of sterols by *Saccharomyces cerevisiae* in fed-batch culture
 Produkce sterolů kvasinkou *Saccharomyces cerevisiae* v přítokované kultivaci 9

REVIEW

GOTTVALDOVÁ M., PROŠKOVÁ A., KUČERA J.

- Bakteriolytické enzymy v ochraně potravin
 Bakteriolytic enzymes in food safety 195

HOZOVÁ B., KORBAŠOVÁ M.

- Využitie aditívneho a synergického účinku kombinácie konzervačných metód na predĺženie
 trvanlivosti potravinárskych produktov
 The use of additive and synergic effects of combination preservation methods for the shelf-life
 prolongation of food products 77

KALAČ P., SVOBODA L.

- Těžké kovy v jedlých houbách
 Heavy metals in edible mushrooms 110

KŘÍŽEK M., KALAČ P.

- Biogenní aminy v potravinách a jejich role ve výživě
 Biogenic amines in foods and their roles in human nutrition 151

POKORNÝ J., RÉBLOVÁ Z., JANITZ W.

- Extrakt z rozmarýny a šalvěje jako přírodní antioxidanty tuků a olejů
 Extracts from rosemary and sage as natural antioxidants for fats and oils 227

CONFERENCES AND SEMINARS – KONFERENCE A SEMINÁŘE

FIEDLEROVÁ V., HOLASOVÁ M.

- XXIX. Symposium o nových směrech výroby a hodnocení potravin
 XXIX. Symposium New trends of production and evaluation of foods 202

MÍKA V.

Mezinárodní konference o NIR spektroskopii

The international conference about NIR spectroscopy 52

INFORMATION – INFORMACE

CELBA J.

40 let Výzkumného ústavu potravinářského v Praze

40 years of Food Research Institute in Prague 161

HORČICA A.

Mezinárodní spolupráce Výzkumného ústavu potravinářského Praha

International co-operation of Food Research Institute Prague 203

BIBLIOGRAPHICAL NOTICE – ŽIVOTNÍ VÝROČÍ

DANDÁR A.

Prof. Ing. Alexander Příbela, DrSc., sedemdesátročný

The Seventieth Birthday of Prof. Ing. Alexander Příbela, DrSc. 235

KOLEKTIV

Sedmdesátiny Ing. Miloslava Adama, CSc.

The Seventieth Birthday of Ing. Miloslav Adam, CSc. 174

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

The responsibility for the contents of a manuscript rests with the authors. They are strongly advised to get a critical review before submitting a manuscript. The Editorial Board will decide on publication, after considering the manuscripts scientific importance, contribution and quality, and the opinions and reviews by experts.

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, an instruction, Materials and Methods, Results, Discussion, References, Tables, Legends to figures.

The Title page must contain a informative title, complete name(s) of the author(s), the name(s) and address(es) of the institution(s) where the work was done, and the telephone, fax and e-mail numbers of the corresponding author.

The **Abstract** shall not exceed 120 words. It should state in short and concise form what was done and how, and should contain basic numerical and statistical data from the results. Keywords 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.

Tables and Figures shall be enclosed separately. Tables are numbered in Roman, Figures 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: Thirty (30) 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 (text, tabulky, literatura, abstrakt a závěr) musí být psány s dvojitými mezerami mezi řádky na papíru formátu A4. K rukopisu je vhodné přiložit disketu s textem práce, popř. grafickou dokumentací pořízenou na PC s uvedením použitého programu.

Vědecké práce musí mít toto členění: titulní strana, abstrakt a klíčová slova, krátký přehled literatury (bez nadpisu úvod), materiál a metody, výsledky, diskuse, literatura, tabulky a obrázky včetně popisu.

Titulní strana musí obsahovat název práce, plné jméno autorů, název a adresu instituce, kde byla práce dělána, akademické, vědecké a pedagogické tituly, číslo telefonu a faxu a e-mail adresu kontaktního autora.

Souhrn musí vyjádřit všechno podstatné, co je obsaženo ve vědecké práci, má obsahovat základní číselné údaje včetně statistických hodnot. Nemá překročit 120 slov. Klíčová slova (KEY words, index terms) se připojují po vynechání řádku pod souhrn. Řadí se směrem od obecnějších výrazů ke konkrétním; začínají malým písmenem a oddělují se středníkem.

Materiál a metody: Model pokusu musí být popsán podrobně a výstižně. Popis metod by měl umožnit, aby kdokoli z odborníků mohl práci opakovat. Metody se popisují pouze tehdy, jsou-li původní. Zkratky jsou používány jen pokud je to nutné; první použití zkratky musí být uvedeno úplným popisem nebo vysvětlením. V názvu práce a v souhrnu je vhodné zkratky nepoužívat. Používané měrové jednotky musí odpovídat soustavě měrových jednotek SI.

Výsledky: Doporučuje se nepoužívat k vyjádření kvantitativních hodnot tabulek a 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).

Literatura: Odkazy na literaturu v textu se provádějí uvedením jména autora a roku vydání publikace. Při větším počtu autorů se v textu uvádí první z nich a za jméno se doplňuje zkratka „et al.“. V části Literatura se uvádějí jen práce citované v textu. Citace se řadí abecedně podle jména prvního autora: příjmení (verzálkami), zkratka jména, rok vydání (v závorce), plný název práce, úřední zkratka časopisu, ročník, první–poslední stránka; u knih je uvedeno místo vydání a vydavatel.

Tabulky a obrázky: Tabulky, obrázky a fotografie se dodávají zvlášť a všechny musí být citovány v práci. Akceptovány budou jen obrázky, které jsou nezbytné pro dokumentaci výsledků a umožňují pochopení textu. Není přípustné dokumentovat výsledky jak v tabulkách, tak na grafech. 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 30 separátních výtisků práce.

CONTENTS

Hozová B., Valík E.: Irradiation treatment of amaranth grain for shelf-life prolongation of amaranth-based biscuits	205
Uherová R., Horkuličová M., Mízner D., Mikušová M.: Folic acid in infant food	211
Prošková A.: Determination of phytic acid content in food raw-materials from vegetable sources (In Czech)	215
Strohalm J., Houška M., Novotná P., Kýhos K., Grée R., Brůna D., Čapek F.: Application of high pressure for food processing (In Czech)	221
REVIEW	
Pokorný J., Réblová Z., Janitz W.: Extracts from rosemary and sage as natural antioxidants for fats and oils (In Czech)	227
BIBLIOGRAPHICAL NOTICE	
Dandár A.: The Seventieth Birthday of Prof. Ing. Alexander Pribela, DrSc. (In Slovak)	235
Subject index	III
Index	V

OBSAH

Hozová B., Valík E.: Ožarovanie amarantového zrna na prodlženie skladovania amarantových sušienok	205
Uherová R., Horkuličová M., Mízner D., Mikušová M.: Folacin vo výžive detí	211
Prošková A.: Stanovení obsahu kyseliny fytové v potravinářských surovinách rostlinného původu	215
Strohalm J., Houška M., Novotná P., Kýhos K., Grée R., Brůna D., Čapek F.: Aplikace vysokého tlaku při ošetření potravin	221
REVIEW	
Pokorný J., Réblová Z., Janitz W.: Extrakty z rozmarýny a šalvěje jako přírodní antioxidanty tuků a olejů	227
ŽIVOTNÍ VÝROČÍ	
Dandár A.: Prof. Ing. Alexander Pribela, DrSc., sedemdesiatročný	235
Rejstřík věcný	I
Rejstřík jmenný	V