

**VĚDECKÝ  
ČASOPIS**



# **Potravinářské vědy**

**3**

**ROČNÍK 8  
PRAHA  
ZÁŘÍ 1990  
CENA 15 Kčs**

**ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÁ  
ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ  
PRO ZEMĚDĚLSTVÍ**

Řídí redakční rada: prof. ing. Jiří Dávišek, DrSc., člen korespondent ČSAV (předseda), ing. Miloslav Adam, CSc., prof. ing. Gabriela Basařová, DrSc., doc. ing. Miroslav Dědek, DrSc., MUDr. Stanislav Hejda, DrSc., doc. ing. Jiří Holas, CSc., ing. Jiřina Houšová, CSc., ing. Josef Mládek, CSc., doc. ing. Petr Pipek, CSc., prof. ing. Jan Pokorný, DrSc., doc. ing. Jaroslav Prugar, DrSc., ing. Alexander Szokolay, DrSc., ing. Zeno Šimůnek, CSc., doc. ing. Bohumil Škárka, CSc.

Vedoucí redaktorka RNDr. Marcela Braunová

## OBSAH

|                                                                                                                                                                          |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Vrbová E., Marek M., Březina P.: Stanovení D-glukosy, sacharosy a laktosy pomocí enzymové elektrody na D-glukosu . . . . .                                               | 161 |
| Vacková O., Loučka M., Hrdlička J.: Parametry hydrolýzy při výrobě pektinu . . . . .                                                                                     | 167 |
| Brát J., Zajíc J.: Hodnocení kinetiky hydrogenace tuků . . . . .                                                                                                         | 177 |
| Hozová B., Drdák M., Rajniaková A., Takáčsová M., Kolářík J.: Využití fytoncidů při konzervování masových produktů . . . . .                                             | 185 |
| Dudášová S., Šorman L., Dudáš J., Hozová B.: Určení optimálních parametrov kombinácie ionizujúceho žiarenia a termosterilizácie vzhľadom na senzorickú hodnotu . . . . . | 191 |
| Blahovec J., Patočka K., Lejčková K., Janál R., Míča B.: Mechanické vlastnosti bramborových hlíz a složení jejich základních částí . . . . .                             | 199 |

## KRÁTKÁ SDĚLENÍ

|                                                                                                                                        |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Koman V.: Možnosti širšieho využitia výsledkov adsorpčno-chromatografických analýz (TLC) v oblasti silíc a éterických olejov . . . . . | 223 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|

## PŘEHLEDY

|                                                                                                                                  |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Dávišková E., Dostálová J.: Vliv různých faktorů potravinového substrátu na intenzitu sladké chuti náhradních sladidel . . . . . | 227 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|

## ŽIVOTNÍ JUBILEA

|                                                                          |     |
|--------------------------------------------------------------------------|-----|
| Pokorný J., Čmolík J.: K životnímu jubileu ing. M. Malenického . . . . . | 222 |
|--------------------------------------------------------------------------|-----|

## RECENZE

|                                                                                                                     |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Pipek P.: M. Houška — Vybraná inženýrská data pro potravinářský průmysl: maso, masné výrobky a polotovary . . . . . | 176 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|

## Z VĚDECKÉHO ŽIVOTA

|                                                                      |     |
|----------------------------------------------------------------------|-----|
| Schwarz W.: XXVIII. seminář z technologie a analytiky tuků . . . . . | 225 |
|----------------------------------------------------------------------|-----|

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                                                         |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Врбова Э., Марек М., Бржезина П.: Определение Д-глюкозы, сахарозы и лактозы при помощи ферментативного электрода на Д-глюкозу . . . . . | 165 |
| Вацкова О., Лоучка М., Грдличка Й.: Параметры гидролиза при производстве пектина . . . . .                                              | 175 |
| Брат Й., Зайиц Й.: Оценка кинетики гидрогенизации жиров . . . . .                                                                       | 183 |
| Гозова В., Дрдак М., Райниакова А., Такачова М.: Использование фитонцидов при консервировании мясных продуктов . . . . .                | 190 |

# STANOVENÍ D-GLUKOSY, SACHAROSY A LAKTOSY POMOCÍ ENZYMOVÉ ELEKTRODY NA D-GLUKOSU

E. Vrbová, M. Marek, P. Březina

---

VRBOVÁ, E. — MAREK, M. — BŘEZINA, P. [Vysoká škola chemicko-technologická, Praha]: *Stanovení D-glukosy, sacharosy a laktosy pomocí enzymové elektrody na D-glukosu*. Potravinářské vědy, 8, 1990 (3): 161—166.

Enzymová elektroda obsahující imobilizovanou glukosaoxidázu, resp. koimobilizovanou glukosaoxidázu a katalázu byla použita jednak pro stanovení samotné D-glukosy a jednak ve spojení s volnými hydrolasami (invertasou a  $\beta$ -galaktosidásou) pro stanovení sacharosy a laktosy ve vzorcích kultivačních půd, hydrolyzátu škrobu a celulosy, formosy, krevní plazmy, plnotučného mléka, smetanových jogurtů a mléčné směsi pro jejich výrobu.

enzymové stanovení D-glukosy, sacharosy a laktosy; enzymová elektroda; imobilizovaná glukosaoxidáza a kataláza

---

Při stanovení sacharidů nalézají čím dál větší uplatnění enzymové metody především ve spojení s imobilizovanými enzymy ve formě tzv. enzymových elektrod (Káš, Marek, 1985). Přípravou enzymových elektrod na stanovení D-glukosy jsme se zabývali Valentová et al. (1983) a Vrbová, Marek (v tisku). Využití těchto elektrod v klinické biochemii při stanovení D-glukosy v krevní plazmě, ale především v potravinářském průmyslu a fermentačních technologiích při stanovení D-glukosy, sacharosy a laktosy je předmětem této práce.

## MATERIÁL A METODY

Způsob přípravy enzymových elektrod pro stanovení D-glukosy byl popsán v našich předchozích pracích (Valentová et al., 1983; Marek et al., 1986, 1987, 1988a, b; Vrbová, Marek, v tisku).

### Stanovení D-glukosy

Do temperované (30 °C) a míchané reakční nádoby s enzymovou elektrodou obsahující 2800  $\mu$ l draselnó-fosfátového pufru ( $c = 0,1$  mol/l), pH 5,8, syčeného vzdušným kyslíkem a 100  $\mu$ l desetkrát zředěné suspenze katalázy ( $H_2O_2:H_2O$ -oxidoreduktasy E.C. 1.11.1.6, Reanal, Maďarsko) bylo aplikováno 100  $\mu$ l standardních roztoků D-glukosy ( $c = 1-50$  mmol/l) (kalibrační křivka), resp. 100  $\mu$ l stanovovaného roztoku. Jestliže byla enzymová elektroda připravena koimobilizací glukosaoxidázy ( $\beta$ -D-glukosy: $O_2$  1-oxidoreduktasy E.C. 1.1.3.4, Serva, SRN) a katalázy, bylo 100  $\mu$ l katalázy nahrazeno stejným množstvím pufru. Velikost odezvy senzoru, přímo úměrná koncentraci D-glukosy, byla snímána nanoampérmetrem se stabilizovaným zdrojem stejnosměrného polarizačního napětí a členem pro derivaci signálu (Chemoprojekt, Satalice, ČSFR). Vyhodnocení bylo provedeno pomocí derivačního záznamu.

D-glukosa byla dále stanovena enzymovým fotometrickým biotestem fy Lachema (Trinder, 1969) bez deproteinace, obsah redukujících cukrů byl stanoven podle Somogyiho (Somogyi, 1952).

## Stanovení sacharosy

Sacharosa byla stanovena po působení invertasy [ $\beta$ -D-fruktofuranosidfruktohydrolasy E.C. 3.2.1.26, Koch-Light Laboratories, Anglie]. Množství sacharosy bylo zjištěno z rozdílného obsahu D-glukosy, resp. redukujících cukrů před působením invertasy a po něm.

K 0,5 ml vzorku, příslušně zředěného draselno-fosfátovým pufrům [ $c = 0,1 \text{ mol/l}$ ], pH 6,0, bylo přidáno 10  $\mu\text{l}$  koncentrovaného preparátu invertasy. Reakční směs byla inkubována 40 minut při 20 °C a vzniklá D-glukosa byla stanovena enzymovou elektrodou, příp. byly vzniklé redukující cukry stanoveny Somogyiho metodou (Somogyi, 1952).

## Stanovení laktosy

Laktosa byla stanovena po působení  $\beta$ -galaktosidasy [ $\beta$ -D-galaktosidgalaktohydrolasy E.C. 3.2.1.23, Gist Brocades, Nizozemsko]. Vzorky byly ředěny draselno-fosfátovým pufrům [ $c = 0,1 \text{ mol/l}$ ] pH 6,7. Ke 2 ml vzorku bylo přidáno 20  $\mu\text{l}$  zředěného preparátu  $\beta$ -galaktosidasy. Hydrolýza probíhala 10 minut při 40 °C. Vzniklé množství D-glukosy bylo stanoveno enzymovou elektrodou. Před vlastním stanovením obsahu laktosy ve vzorcích bylo nutné nejprve určit obsah D-glukosy a tyto hodnoty byly od všech stanovení odečteny. Dále byla laktosa stanovena fotometricky kombinovaným testem fy Boehringer (Kurz, Wallenfels, 1974). Kontrolní stanovení sacharidů bylo prováděno pomocí ionexové chromatografie na koloně 340 $\times$ 4 mm, obsahující Ostion LGKS 0802 v  $\text{Pb}^{2+}$  cyklu při 30 °C a tlaku 200 kPa (pumpa Varian 8500, Waters Associates, USA), nástřik činil 50  $\mu\text{l}$  vzorku, detekce byla prováděna průtočným refraktometrem Waters R 401 (Waters Associates, USA).

Pro stanovení sacharidů byly použity vzorky kultivačních půd mikroorganismů obohacených sacharosou a laktosou (*Streptomyces coeruleorubidus* pro produkci daunomycinu, *Streptomyces aureofaciens* pro produkci monensinu, *Streptomyces avermitilis* pro produkci avermectinu, *Aspergillus niger* pro produkci kyseliny citronové, *Candida utilis* pro kultivaci krmné biomasy atd.) (vzorky 1 až 10), enzymového hydrolyzátu celulosy (vzorek 11), enzymového hydrolyzátu škrobu (vzorek 12), formosy (vzorek 13 a 14), krevní plazmy (vzorek 15 až 21), polotučného mléka (vzorek 22), mléčné směsi pro výrobu smetanového jogurtu (vzorek 23), smetanového jogurtu bílého (vzorek 24 až 27) a smetanového jogurtu ovocného (vzorek 28 až 32).

Vzorky kultivačních půd a hydrolyzáty celulosy byly odstředěny (13 000 ot/min, 15 min) a před stanovením zředěny podle potřeby výše uvedenými pufrými. Vzorek škrobového hydrolyzátu byl před odstředěním zředěn v poměru 1:100 draselno-fosfátovým pufrům [ $c = 0,1 \text{ mol/l}$ ] pH 6,0.

Vzorky formosy byly zředěny příslušnými pufrými podle způsobu stanovení. Vzorky krevní plazmy nebylo třeba pro stanovení D-glukosy enzymovými elektrodami odstřeďovat ani ředit.

Vzorky polotučného mléka a mléčné směsi pro výrobu smetanového jogurtu byly pro stanovení D-glukosy enzymovými elektrodami pipetovány bez předcházejících úprav, pro stanovení laktosy enzymovými elektrodami byly ředěny draselno-fosfátovým pufrům [ $c = 0,1 \text{ mol/l}$ ], pH 6,7.

Vzorky smetanového jogurtu bílého a ovocného byly pro stanovení D-glukosy enzymovými elektrodami ředěny v poměru 1:1 destilovanou vodou, pro stanovení laktosy enzymovými elektrodami draselno-fosfátovým pufrům [ $c = 0,1 \text{ mol/l}$ ] pH 6,7.

Příprava vzorků polotučného mléka a mléčné směsi pro výrobu smetanového jogurtu pro enzymové stanovení laktosy/galaktosy kombinovaným testem fy Boehringer: 2,0 g mléka nebo mléčné směsi v 100ml odměrné baňce byly zředěny 20 ml destilované vody. K roztoku byl přidán 1,0 ml kyseliny trichloroctové [ $c = 3,0 \text{ mol/l}$ ]. Po 10 minutách inkubace byl obsah baňky neutralizován asi 3 ml NaOH [ $c = 1,0 \text{ mol/l}$ ], doplněn po značku a zfiltrován. Filtrát byl použit pro enzymové stanovení.

Příprava vzorků smetanového jogurtu bílého a ovocného pro enzymové stanovení laktosy/galaktosy kombinovaným testem: Ke 3,0 g smetanového jogurtu ve 100ml odměrné baňce bylo přidáno 70 ml destilované vody a směs byla inkubována 15 minut při 70 °C za stálého míchání. Po ochlazení na 20 °C byly přidány 2,0 ml kyseliny tri-



chloroctové [ $c = 3,0 \text{ mol/l}$ ], po důkladném promíchání byla směs neutralizována asi 6 ml NaOH [ $c = 1,0 \text{ mol/l}$ ]. Obsah odměrné baňky byl doplněn po značku, promíchán a zfiltrován.

V obou případech byly pro enzymové fotometrické stanovení získány čiré bezbarvé roztoky.

## VÝSLEDKY A DISKUSE

Pro stanovení D-glukosy v uvedených vzorcích byly použity enzymové elektrody připravené imobilizací glukosaoxidas na aktivovanou nylonovou sítku (Valentová et al., 1983) kovalentní vazbou pomocí Ugiho reakce (Marek et al., 1987; Vrbová, Marek, v tisku), imobilizací glukosaoxidas na kolagenovou membránu pomocí glutaraldehydu (Marek et al., 1988a), zachycením glukosaoxidas a katalasy jednak v struktuře kolagenového gelu (Marek et al., 1988b) a jednak v struktuře genu-carrageenanu (Marek et al., 1986). Výsledky analýz získané pomocí jednotlivých elektrod byly ve velmi dobré shodě s maximem difference  $\pm 2 \%$ . D-glukosa byla dále stanovena enzymovým fotometrickým biotestem fy Lachema (Glukosa enzymaticky), u některých vzorků byly výsledky analýz ověřeny pomocí ionexové chromatografie.

Bylo zjištěno (tab. I a II), že obsah D-glukosy stanovený enzymovými elektrodami odpovídá hodnotám získaným ionexovou chromatografií. Enzymové stanovení pomocí biotestu dávalo u některých vzorků kultivačních půd nižší výsledky, nulový obsah glukosy byl zjištěn u vzorků formosy a hydrolyzátu celulosy, velmi odlišná hodnota koncentrace D-glukosy byla stanovena u škrobového hydrolyzátu. Tato skutečnost byla zřejmě způsobena následnými enzymovými reakcemi, případně přítomností inhibitorů barevných reakcí ve vzorcích. Shoda výsledků analýz glukosy pomocí enzymových elektrod a bio-testu ve vzorcích krevní plazmy byla velmi dobrá (tab. II).

Obsah redukujících látek stanovený Somogyiho metodou (tab. I a II) byl ve všech případech vyšší, a to v průměru dva až třikrát. Zvláště zřetelný byl rozdíl mezi obsahem D-glukosy a redukujících látek u vzorků

I. Stanovení D-glukosy, sacharosy a laktosy ve vzorcích kultivačních půd — Determination of D-glucose, sucrose and lactose in samples of cultivation media

| Vzorek | Glukosa     |              |               | R. L.<br>Somo-<br>gyi<br>[mmol.<br>l <sup>-1</sup> ] | Sacharosa    |             |               | Laktosa     |                    |               |
|--------|-------------|--------------|---------------|------------------------------------------------------|--------------|-------------|---------------|-------------|--------------------|---------------|
|        | enz.<br>el. | bio-<br>test | chro-<br>mat. |                                                      | Somo-<br>gyi | enz.<br>el. | chro-<br>mat. | enz.<br>el. | Bo-<br>eh-<br>ring | chro-<br>mat. |
| 1      | 156         | 153          | 157           | 292                                                  | 62           | 70          | 69            | 0,0         | 0,0                | 0,0           |
| 2      | 0           | 0            | 0             | 2,2                                                  | 8,3          | 8           | 8             | 0,0         | 0,0                | 0,0           |
| 3      | 240         | 223          | 248           | 366                                                  | 0,0          | 0,0         | 0,0           | 0,0         | 0,0                | 0,0           |
| 4      | 90          | 87           | 91            | 128                                                  | 0,0          | 0,0         | 0,0           | 63          | 65                 | 68            |
| 5      | 3           | 0,0          | —             | 10                                                   | 460          | 452         | —             | 0,0         | 0,0                | —             |
| 6      | 38          | 35           | 40            | 93                                                   | 81           | 80          | 79            | 0,0         | 0,0                | 0,0           |
| 7      | 7           | 3            | —             | 25                                                   | 20           | 22          | —             | 31          | 32                 | —             |
| 8      | 42          | 37           | —             | 526                                                  | 0,0          | 0,0         | —             | 0,0         | 0,0                | —             |
| 9      | 146         | 143          | —             | 182                                                  | 0,0          | 0,0         | 0,0           | 0,0         | 0,0                | —             |
| 10     | 145         | 142          | 141           | 191                                                  | 0,0          | 0,0         | 0,0           | 0,0         | 0,0                | 0,0           |

II. Stanovení D-glukosy a sacharosy ve vzorcích formosy, krevní plazmy a hydrolyzátů škrobu a celulosy — Determination of D-glucose, and sucrose in samples of formose, blood plasma and hydrolysates of starch and cellulose

| Vzo-<br>rek | Glukosa  |          |          | R. L.<br>Somogyi | Sacharosa |          |
|-------------|----------|----------|----------|------------------|-----------|----------|
|             | enz. el. | bio-test | chromat. |                  | Somogyi   | chromat. |
| 11          | 2,0      | 0,0      | 2,0      | 9,1              | 0,0       | 0,0      |
| 12          | 958,0    | 933,0    | —        | 1365,0           | 0,0       | —        |
| 13          | 4,0      | 0,0      | —        | 106,4            | 0,0       | —        |
| 14          | 2,0      | 0,0      | —        | 81,5             | 0,0       | —        |
| 15          | 5,0      | 5,2      | —        | —                | —         | —        |
| 16          | 8,0      | 8,1      | —        | —                | —         | —        |
| 17          | 23,0     | 22,8     | —        | —                | —         | —        |
| 18          | 7,0      | 7,8      | —        | —                | —         | —        |
| 19          | 11,0     | 11,2     | —        | —                | —         | —        |
| 20          | 36,0     | 35,3     | —        | —                | —         | —        |
| 21          | 32,0     | 32,5     | —        | —                | —         | —        |

formosy, který byl dán nespecifičností metody, neboť kromě D-glukosy jsou stanoveny další monosacharidy vytvořené aldolovou kondenzací formaldehydu.

Stanovení sacharosy pomocí enzymové elektrody po předchozí enzymové hydrolýze pomocí invertasy bylo v dobré shodě s výsledky stanovení metodou Somogyiho i přímého stanovení pomocí ionexové chromatografie (tab. I).

Obsah laktosy ve vzorcích kultivačních půd (tab. I) odpovídal množství laktosy stanovenému fotometricky soupravou fy Boehringer i metodou ionexové chromatografie. Hodnoty stanovení laktosy ve vzorcích mléčného průmyslu s jejím vyšším obsahem (nad 190 mmol/l) byly asi o 2 % vyšší v případě stanovení pomocí enzymových elektrod ve srovnání s fotometrickou soupravou fy Boehringer (tab. III). U vzorků bílých jogurtů (č. 24 až 27) s velmi nízkým obsahem laktosy byla chyba stanovení přiměřeně vyšší. Tato skutečnost ale nebrání použití enzymových elektrod pro velmi rychlé orientační stanovení laktosy i u vzorků s jejím malým obsahem. Analýza laktosy enzymovými elektrodami byla podstatně rych-

III. Stanovení D-glukosy a laktosy ve vzorcích mlékárenského průmyslu — Determination of D-glucose and lactose in dairy samples

| Vzorek | Glukosa<br>enz. el. | Laktosa<br>enz. el. | Laktosa<br>Boehringer |
|--------|---------------------|---------------------|-----------------------|
| 22     | 0,5                 | 126,0               | 122,1                 |
| 23     | 1,0                 | 223,0               | 222,2                 |
| 24     | 2,0                 | 16,0                | 20,8                  |
| 25     | 2,0                 | 8,0                 | 8,0                   |
| 26     | 2,0                 | 46,0                | 52,1                  |
| 27     | 2,0                 | 6,0                 | 7,2                   |
| 28     | 66,0                | 210,0               | 201,3                 |
| 29     | 19,0                | 222,0               | 210,7                 |
| 30     | 15,0                | 183,0               | 180,6                 |
| 31     | 17,0                | 193,0               | 199,1                 |
| 32     | 19,0                | 204,0               | 204,7                 |

lepší a nevyžadovala zvláštní úpravu vzorků před vlastním stanovením ve srovnání se zdlouhavou analýzou testem fy Boehringer a pracnou přípravou vzorků, která byla nezbytná pro možnost fotometrické detekce enzymové reakce.

Analýza uvedených sacharidů pomocí enzymových elektrod se ukázala velmi výhodnou pro svoji vysokou specifitu, přesnost, reprodukovatelnost a především rychlost stanovení. Tento progresivní „bezreačenční“ způsob analýzy navíc nevyžadoval žádnou zvláštní úpravu vzorků před vlastní analýzou, pomocí které je možné analyzovat i vzorky barevné, kalné i fluoreskující.

#### Poděkování

Autoři děkují prof. dr. V. I. Sucharevičové z Leningradského technologického institutu za poskytnutí vzorků formosy a ing. V. Heřmánkové z laboratoře monosacharidů VŠCHT za asistenci při analýze vzorků ionexovou chromatografií.

#### Literatura

- KÁŠ, J. — MAREK, M.: Biosensory. Chem. Prům., 10, 1985, s. 545—550.  
KURZ, G. — WALLENFELS, K.: In: BERGMAYER, H. U. (Ed.): Methods of enzymatic analysis. New York, Acad. Press, 3, 1974, s. 1180, 1279.  
MAREK, M. — VRBOVÁ, E. — MALANÍK, V. — DOLEŽAL, B. — VOLF, R. — ŠTASTNÝ, M.: Způsob přípravy biosenzorů. PV 8050-86, 1986.  
MAREK, M. — VALENTOVÁ, O. — KÁŠ, J.: Způsob přípravy enzymové, resp. afinitní elektrody. Čs. aut. osvědčení č. 234183, 1987.  
MAREK, M. — VRBOVÁ, E. — KÁŠ, J.: Způsob přípravy enzymové elektrody. Čs. aut. osvědčení č. 254644, 1988a.  
MAREK, M. — VRBOVÁ, E. — NEPOŽITEK, J. — DOLEŽAL, B. — VOLF, R. — ŠTASTNÝ, M.: Způsob přípravy enzymové, resp. hybridní elektrody. Čs. aut. osvědčení č. 254645, 1988b.  
SOMOGYI, M.: Notes on sugar determination. J. Biol. Chem., 195, 1952, s. 19—22.  
TRINDER, P.: Determination of glucose in blood using glucoseoxidase with an alternative oxygen acceptor. Anal. Clin. Biochem., 6, 1969, s. 24—27.  
VALENTOVÁ, O. — MAREK, M. — ALBRECHTOVÁ, I. — ALBRECHT, J. — KÁŠ, J.: Enzymic determination of glucose in foodstuffs. J. Sci. Food Agric., 34, 1983, s. 748—754.  
VRBOVÁ, E. — MAREK, M.: Application of the Ugi reaction for the puporation of enzyme electrode. Analyt. chem. Acta (v tisku).

Došlo dne 10. 1. 1990

VRBOVÁ, E. — MAREK, M. — BRŽEZINA, P. (Химико-технологический институт, Прага): Определение Д-глюкозы, сахарозы и лактозы при помощи ферментативного электрода на Д-глюкозу. Potravinářské Vědy, 8, 1990 (3): 161—166.

Ферментативный электрод, содержащий иммобилизованную глюкозооксидазу, т. е. коиммобилизованную глюкозооксидазу и каталазу, использовали для определения самой Д-глюкозы и в сопряжении со свободными гидролазами (инвертазой и  $\beta$ -галактооксидазой) для определения сахарозы и лактозы в образцах культивационных сред, гидролизата крахмала и целлюлозы, формозы, кровяной плазмы, цельного молока, сметанных йогуртов и молочных смесей для их производства.

ферментативное определение Д-глюкозы, сахарозы и лактозы; ферментативный электрод; иммобилизованные глюкозооксидаза и каталаза

VRBOVÁ, E. — MAREK, M. — BŘEZINA, P. (Institute of Chemical Technology, Praha): *Determination of D-glucose, saccharose and lactose with the help of enzyme electrode for D-glucose*. Potravinářské Vědy, 8, 1990 (3): 161—166.

Enzyme electrode containing immobilized glucosaoxidase or coimmobilized glucosaoxidase and catalase was used for determination of D-glucose alone and in combination with free hydrolases (invertase and  $\beta$ -galactosidase), for the determination of sucrose and lactose in samples of cultivation media, hydrolysate of starch and cellulose, formose, blood plasma, whole milk, cream yoghurt and milk mixtures for their production.

enzyme determination of D-glucose; sucrose and lactose; enzyme electrode; immobilized glucosaoxidase and catalase

VRBOVÁ, E. — MAREK, M. — BŘEZINA, P. (Chemisch-technologische Hochschule, Praha): *Die Bestimmung der D-Glukose, Sacharose und Laktose mit Hilfe der Enzymelektrode auf D-Glukose*. Potravinářské Vědy, 8, 1990 (3): 161—166.

Die Enzymelektrode, welche koimmobilisierte Glukosaoxidase beziehungsweise koimmobilisierte Glukosaoxidase und Katalase enthielt, wurde einerseits für die Bestimmung der alleinigen D-Glukose und andererseits in Verbindung mit freien Hydrolasen (der Invertase und der  $\beta$ -Galaktosidase) für die Bestimmung von Sacharose und Laktose in Proben der Nährböden, des Stärke- und Zellulosehydrolysates, der Formose, des Blutplasmas, der Vollmilch, des Rahmjoghurtes und der Milchlösung für ihre Erzeugung, angewendet.

Enzymbestimmung der D-Glukose, Sacharose und Laktose; Enzymelektrodes; immobilisierte Glukosaoxidase und Katalase

#### Adresa autorů:

Ing. Eva Vrbová, doc. ing. Miroslav Marek, CSc., doc. ing. Pavel Březina, CSc., Vysoká škola chemicko-technologická, Suchbátarova 5, 166 28 Praha 6

#### Opravenka

Vážení čtenáři,

žádáme Vás, abyste v článku autorů J. Šesták, S. Kočí, A. Kubešová, M. Houška: Přestup tepla a tlaková difference při chlazení tvarohu v trubkovém chladiči se statickými směšovači, uveřejněném v čísle 2/1990 na str. 119—129, provedli následující opravy:

str. 121 — 4. řádek Správný text  
... Tím bylo zjištěno, že naměřené...

rovnice [1]  
$$\alpha = \frac{1}{1/k - \delta/\lambda_0}$$

str. 122 — rovnice [9]  $K = 2473,8 \cdot e^{-0,00842T} - 2220 + 32,27 \cdot S$

Výsledky a diskuse

2. řádek .. prostup tepla  $k$  a přestup tepla...

5. řádek .. pro chladič bez statických směšovačů...

2. řádek zdola ..  $p_c(m_t)$

str. 124 — 5. řádek zdola Závislost komplexu  $\lambda$ ,  $Re_t$  na  $Re_t$ ...

str. 127 — Seznam symbolů .. součinitel přestup  $[W \cdot m^2 \cdot K^{-1}]$

str. 128 — Seznam symbolů ..  $c_1$  ... obecná konstanta ve vztahu [3]

Omlouváme se čtenářům za vzniklé chyby.

Redakce

O. Vacková, M. Loučka, J. Hrdlička

VACKOVÁ, O. — LOUČKA, M. — HRDLIČKA, J. [Vysoká škola chemicko-technologická, Praha]: *Parametry hydrolýzy při výrobě pektinu*. Potravinářské Vědy, 8, 1990 (3): 167—175.

Kyselou hydrolýzu jablečných výlisků při výrobě pektinu lze modelovat soustavou dvou následných nevratných reakcí 1. řádu. Kinetické konstanty této soustavy reakcí lze vyčíslit na základě jednoduchého měření viskozity během hydrolýzy. Parametr viskozity však dostatečně nevypovídá o kvalitě výsledného produktu — pektinu. Proto byly během procesu hydrolýzy sledovány nejdůležitější kvalitativní parametry pektinu (rosolotvorná mohutnost, stupeň esterifikace, obsah čistého pektinu jako koncentrace kyseliny anhydrogalakturonové) a kvantitativní parametr (obsah hrubého pektinu). Časové závislosti všech parametrů pektinu jsou vyhodnoceny ve tvaru kinetických rovnic pro patnáct analyzovaných provozních hydrolýz. Je prokázán analogický průběh viskozity a rosolotvorné mohutnosti během procesu hydrolýzy.

anhydrogalakturonová kyselina; hrubý pektin; hydrolýza; jablečné výlisky; kinetické konstanty; pH; režim míchání; rosolotvorná mohutnost; stupeň esterifikace; teplota; viskozita

Nejdůležitější operací při výrobě pektinu je hydrolýza jablečných výlisků, která se v tuzemských podmínkách provádí vsádkově, převážně kyselinou dusičnou.

Na základě předchozí experimentální práce, založené na sledování průběhu hydrolýzy pomocí viskozity hydrolyzátu, byl sestaven kinetický model tohoto procesu jako dvě následné nevratné reakce I. řádu (Loučka et al., 1989). První reakce může zjednodušeně představovat uvolňování vysokomolekulárního pektinu z pevné do kapalně fáze a druhá reakce jeho rozpad na fragmenty. Kinetika hydrolýzy jablečných výlisků se zcela shoduje s homogenní kinetikou kyselé hydrolýzy celulosy (Fan et al., 1987).

Kinetický model a zjednodušená představa o mechanismu reakce však nemohou postihnout reálný mechanismus v celé jeho složitosti. Proto se vedle viskozity hydrolyzátu přistoupilo ke sledování normovaných parametrů pektinu, které jsou pro jakost a produkci výroby rozhodující a zároveň rozšiřují naši představu o mechanismu procesu. Z kvalitativních parametrů jsou nejdůležitější rosolotvorná mohutnost, čistota pektinu jako koncentrace kyseliny anhydrogalakturonové, stupeň esterifikace, kvantitativním parametrem je obsah hrubého pektinu.

Z hlediska řízení hydrolýzy a předpovědi výsledků je důležitý vztah parametrů pektinu k vnějším podmínkám hydrolýzy, které mohou být

ovlivňovány technologem. Těmito podmínkami rozumíme teplotu, pH, intenzitu míchání a velikost zrna heterogenní fáze.

Klíčovou otázkou z hlediska optimalizace, případně kontinualizace hydrolýzy je korelace mezi průběhem viskozity a průběhy výše uvedených parametrů v závislosti na vnějších podmínkách procesu.

## MATERIÁL A METODY

Proces hydrolýzy jablečných výlisků kyselinou dusičnou byl experimentálně sledován v závodě VČKL Smiřice, který je monopolním výrobcem pektinu v ČSSR. Závod byl zařízen rakouskou firmou Seitz.

### Popis hydrolýzy

Vlastní hydrolýza probíhala v nerezových míchaných reaktorech, spojených potrubní sítí a čerpadly s nasazovací nádrží, která je připojena k prací nádrži.

Přípravnou fází hydrolýzy je proces praní a nasazování. Na jednu vsádku bylo do prací nádrže dávkováno 750 kg suchých jablečných výlisků. Poměr výlisků:voda při prvním i druhém praní byl 1:10, k praní byla použita voda o teplotě 70 °C. Za stálého míchání se 15 minut provádělo praní výlisků a jejich odcukření. Poté se prací voda vypustila a následovalo druhé praní za stejných podmínek.

Do nasazovací nádrže bylo nejdříve napuštěno stanovené množství vody (12 m<sup>3</sup>) o teplotě, odpovídající teplotě hydrolýzy. Následovalo přečerpání vypraných výlisků z prací nádrže a zředění směsi další teplou vodou (obvykle 2,4 m<sup>3</sup>) na poměr výlisků:voda = 1:20. Poté se do nasazovací nádrže dávkovala za stálého míchání kyselina dusičná (20 až 40 l). Od okamžiku přidávky kyseliny ke směsi byl sledován průběh hydrolýzy. Směs se v následujících 30 až 45 minutách přečerpala do hydrolyzéry, kde po dobu šesti až devíti hodin probíhala hydrolýza. Od jejího počátku (tj. přidávky kyseliny ke směsi) byly ručně odebírány z vrchní části reaktoru v 0,5 až 1,0 hodinových intervalech vzorky hydrolyzátu o objemu 8 l. Odebrané vzorky hydrolyzátu byly okamžitě filtrovány přes Buchnerovu nálevku s vatovým filtrem a dále přes naplavovací křemelinový filtr Seitz, aby se zabránilo dalším hydrolytickým pochodům.

Během hydrolýzy byla zaznamenávána teplota a režim míchání. Hydrolyzéry jsou vybaveny pomaluběžnými míchadly s konstantním počtem otáček (17 ot/min), takže efekt promíchávání lze ovlivnit pouze délkou doby míchání vzhledem k celkové době hydrolýzy. Např. při zvoleném režimu míchání  $w = 50 \%$  pracovalo míchadlo během každé hodiny hydrolýzy pouhých 30 minut.

### Rozbor hydrolyzátu

U přefiltrovaného tekutého hydrolyzátu bylo přímo provedeno:

- stanovení pH (digitální pH metr OP-208/1) — Metody zkoušení (1986),
- stanovení dynamické viskozity (rotační viskozimetr Rheotest II, teplota 20 °C) — Metody zkoušení (1986),
- stanovení hrubého pektinu gravimetricky po vysrážení ethanolem, promytí a usušení (Metody zkoušení, 1986; Pipek et al., 1986).

Ze zbylého hydrolyzátu se na srážení odměřilo do kbelíku 2000 až 3000 ml (Metody zkoušení, 1986), přidala se koncentrovaná kyselina chlorovodíková a koncentrovaný ethanol v poměru — hydrolyzát:kyselina chlorovodíková:ethanol = 1500:10:3000 (mililitrů). Ethanol se přiléval pomalu za stálého míchání. Po minimálně hodinovém stání se pektinová sraženina filtrovala přes hustou sílonovou plachetku a poté promývala 75% ethanolem až do vymizení chloridových iontů (zkouška dusičnanem stříbrným). Po důkladném vyždímání se vlhký pektin rozemlel na tříštivém mlýnku a sušil v horkovzdušné sušárně při teplotě 50 °C. Usušený vzorek se opět rozemlel na mlýnku. U takto připravených vzorků práškového pektinu bylo provedeno:

- stanovení rosolotvorné mohutnosti metodou podle Coxe (Metody zkoušení, 1986),
- stanovení stupně esterifikace titrační metodou (Pipek et al., 1986),
- stanovení čistého pektinu jako obsahu kyseliny anhydrogalakturonové titračně (Pipek et al., 1986).



## VÝSLEDKY

V závodě VČKL Smiřice bylo proměřeno patnáct provozních hydrolyz o délce trvání sedm až devět hodin. Vnější podmínky jednotlivých hydrolyz (teplota, pH, režim míchání a průměrná velikost výlisků) jsou uvedeny v tab. I. Během každé hydrolyzy byly v 0,5 až hodinových intervalech odebrány vzorky hydrolyzátu, u kterých byly výše zmíněnými metodami stanoveny kvalitativní parametry: *RM*, *EST*, *AGA*, parametry kvantitativní: *HP* a dynamická viskozita. Výsledky těchto měření uvádějí Perglová (1988), Nováková (1989), příklad naměřených dat pro hydrolyzu č. 1 je uveden v tab. II.

Závislost jednotlivých parametrů na čase matematicky zpracoval Kubíček (1983) za účelem zjištění kinetiky těchto parametrů. Zjistilo se, že průběh *RM* hydrolyzátu lze zapsat rovnicí ve tvaru:

$$Y_{RM} = A \cdot (e^{-k_1 \cdot \tau} - e^{-k_2 \cdot \tau}) \quad [1]$$

kde:  $k_1$ ,  $k_2$  — rychlostní konstanty

$$\text{konstanta } A = \frac{a \cdot k_1}{k_2 - k_1}$$

parametr  $a$  odpovídá počáteční koncentraci

relativní rosolotvorná mohutnost hydrolyzátu

$$Y_{RM} = \frac{RM_i - RM_o}{RM_{\max} - RM_o}$$

přitom  $RM_o$  je rosolotvorná mohutnost počáteční,  $RM_{\max}$  maximální a  $RM_i$  naměřená v čase  $\tau_i$ .

Průběh obsahu *AGA* a *HP* lze popsat rovnicemi:

$$AGA = A \cdot (1 - e^{-B \cdot \tau}) \quad [2]$$

$$HP = A \cdot (1 - e^{-B \cdot \tau}) \quad [3]$$

kde:  $A$  — počáteční koncentrace

$B$  — rychlostní konstanta reakce I. řádu

Stupeň esterifikace vykazuje lineární pokles podle rovnice:

$$EST = A + B \cdot \tau \quad [4]$$

kde:  $A$  — počáteční koncentrace

$B$  — rychlostní konstanta pseudomonomolekulární reakce

K vyhodnocení těchto závislostí z experimentálních dat byl využit počítač IQ 151, plotter a výpočetní programy na bázi lineární případně nelineární regrese (podle typu závislosti). Příklad grafického vyhodnocení pro průběh hydrolyzy č. 1 je uveden na obr. 1. Vypočtené kinetické konstanty průběhu viskozity, rosolotvorné mohutnosti, obsahu anhydrogalakturonové kyseliny, stupně esterifikace a obsahu hrubého pektinu jsou uvedeny pro všechny hydrolyzy v tab. III až VII. Dále byly matematicky testovány závislosti jednotlivých konstant na rozhodujících podmínkách hydrolyzy — teplotě a pH (Nováková, 1989). Testovala se korelace mezi průběhem *RM* a průběhem viskozity hydrolyzátu.

## DISKUSE

Vyhodnocením naměřených dat se zjistilo, že průběh viskozity a *RM* (nejdůležitějšího kvalitativního parametru pektinu) vykazuje obdobný

I. Podmínky analyzovaných provozních hydrolýz v závodě Východočeských konzerváren a lihovarů Smiřice (teplota, pH, průměrná velikost jablečných výlisků, režim míchání) — Conditions of the operational hydrolyses analyzed in the Smiřice plant of the East Bohemian Canneries and Distilleries (temperature, pH, average size of apple cake, mixing regime)

| Č. hydrolýzy | $t$<br>[°C] | pH   | $w$<br>[%] | $d$<br>[mm] | Č. hydrolýzy | $t$<br>[°C] | pH   | $w$<br>[%] | $d$<br>[mm] |
|--------------|-------------|------|------------|-------------|--------------|-------------|------|------------|-------------|
| 1            | 78,4        | 1,58 | 5          | 5,5         | 9            | 71,7        | 1,40 | 100        | 5,5         |
| 2            | 73,6        | 1,76 | 50         | 5,5         | 10           | 80,2        | 2,59 | 0          | 5,5         |
| 3            | 78,8        | 1,70 | 100        | 5,5         | 11           | 74,2        | 1,88 | 0          | 5,5         |
| 4            | 73,0        | 1,74 | 100        | 5,5         | 12           | 81,3        | 2,08 | 0          | 5,5         |
| 5            | 73,0        | 1,68 | 100        | 5,5         | 13           | 82,8        | 2,37 | 0          | 5,5         |
| 6            | 67,0        | 1,51 | 100        | 5,5         | 14           | 67,3        | 2,16 | 0          | 5,5         |
| 7            | 65,0        | 1,59 | 100        | 5,5         | 15           | 88,6        | 2,20 | 0          | 5,5         |
| 8            | 66,0        | 1,55 | 100        | 5,5         |              |             |      |            |             |

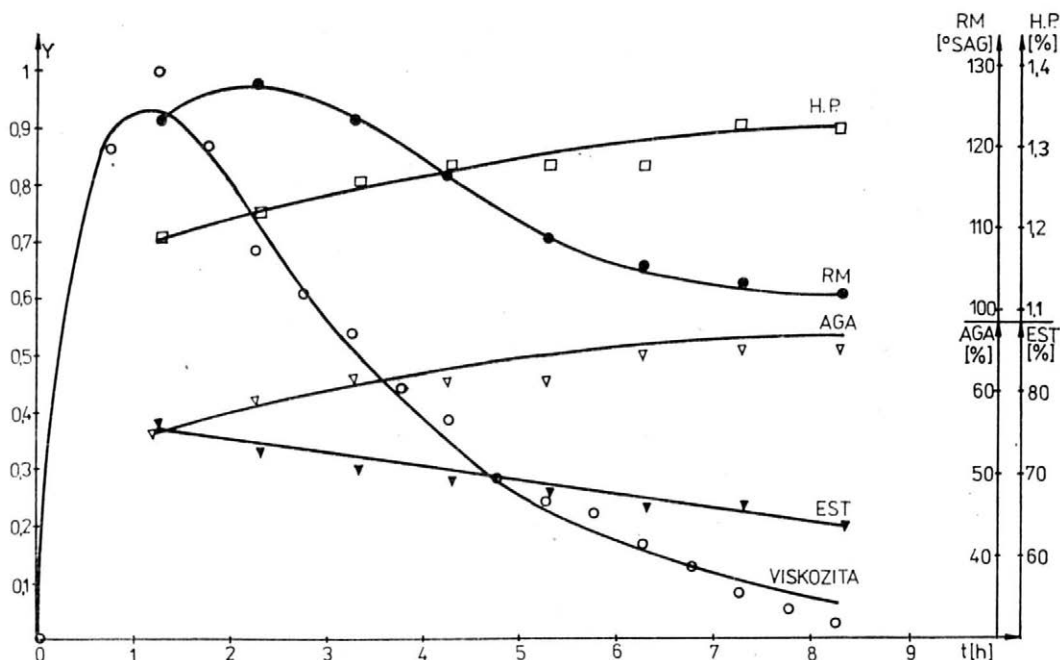
II. Naměřené parametry hydrolýzy č. 1 (viskozita, rosolotvorná mohutnost, obsah anhydrogalakturnové kyseliny, stupeň esterifikace, obsah hrubého pektinu) v závislosti na čase — Measured parameters of hydrolysis No. 1 (viscosity, jelly formation capacity, content of anhydrogalacturonic acid, degree of esterification, crude pectin content in dependence on time

| $\tau$<br>[h] | $\eta$<br>[mPa · s <sup>-1</sup> ] | RM<br>[°SAG] | AGA<br>[%] | EST<br>[%] | HP<br>[%] |
|---------------|------------------------------------|--------------|------------|------------|-----------|
| 1,25          | 18,96                              | 123          | 56,9       | 75,8       | 1,19      |
| 2,25          | 14,55                              | 128          | 59,3       | 73,7       | 1,21      |
| 3,25          | 12,54                              | 123          | 62,4       | 71,7       | 1,26      |
| 4,25          | 10,45                              | 116          | 61,3       | 70,5       | 1,27      |
| 5,25          | 8,36                               | 108          | 60,9       | 69,0       | 1,27      |
| 6,25          | 7,35                               | 105          | 64,5       | 67,6       | 1,27      |
| 7,25          | 6,19                               | 103          | 65,0       | 66,7       | 1,33      |
| 8,25          | 5,42                               | 104          | 64,2       | 64,0       | 1,33      |

charakter časové závislosti. Toto zjištění podporuje hypotézu (Loučka et al., 1989) o možnosti řízení procesu hydrolýzy na základě měření viskozity hydrolyzátu. Časová závislost viskozity a RM hydrolyzátu se však od sebe výrazně odlišují hodnotami rychlostních konstant (tab. III a IV).

Můžeme sledovat myšlenku, že hydrolýza jablečných výlisků v podmínkách technologie VČKL Smiřice probíhá tak, že se nejprve uvolňují molekuly kvalitního pektinu z heterogenní fáze do roztoku a v dalším stupni se tyto molekuly pod vlivem vysoké teploty a kyselosti prostředí štěpí. Fyzikálním projevem stupně štěpení je jak RM získaného pektinu, tak viskozita hydrolyzátu, i když se v hodnotě viskozity projeví řada vedlejších faktorů jako je např. obsah škrobu a dalších vysokomolekulárních látek, obsah solí, především vápenatých iontů aj. Přímý deterministický vztah mezi viskozitou hydrolyzátu a RM pektinu se nám dosud nepodařilo nalézt, avšak průběh RM lze zhruba aproximovat průběhem viskozity alespoň v okolí maxima těchto hodnot, které nás provozně zajímá.

Z vypočtených závislostí viskozity a RM na čase (tab. III a IV) lze soudit, že ve většině případů maximum RM předchází maximum viskozity



1. Grafické vyhodnocení průběhu parametrů pektinu (viskozita, rosolotvorná mohutnost, obsah anhydrogalakturonové kyseliny, stupeň esterifikace, obsah hrubého pektinu) pro hydrolyzu č. 1 — Graphical evaluation of the course of pectin parameters (viscosity, jelly-formation capacity, content of anhydrogalacturonic acid, degree of esterification, content of crude pectin) for hydrolysis No. 1

III. Vypočtené kinetické konstanty  $k_1$ ,  $k_2$  a konstanty  $A$  pro časový průběh viskozity hydrolyzátu ve tvaru: — Calculated kinetic constants  $k_1$ ,  $k_2$  and constants  $A$  for the time course of hydrolyzate viscosity in the form of:

$$Y = A \cdot (e^{-k_1 \tau} - e^{-k_2 \tau})$$

přičemž relativní viskozita [relative viscosity assigns]:  $Y = \frac{\eta_i - \eta_0}{\eta_{\max} - \eta_0}$

kde  $\eta_0$  je počáteční,  $\eta_{\max}$  maximální a  $\eta_i$  naměřená v čase  $\tau_i$  dynamická viskozita hydrolyzátu — where  $\eta_0$  is the initial and  $\eta_{\max}$  is the maximum dynamic viscosity of hydrolyzate, and  $\eta_i$  is that measured in time  $\tau_i$

| Č. hydrolyzy | $k_1$<br>[h <sup>-1</sup> ] | $k_2$<br>[h <sup>-1</sup> ] | $A$<br>[1] | SC. 10 <sup>3</sup><br>[1] |
|--------------|-----------------------------|-----------------------------|------------|----------------------------|
| 1            | 0,4112                      | 1,6368                      | 1,9926     | 0,90                       |
| 2            | 0,0808                      | 1,5924                      | 1,2363     | 0,36                       |
| 3            | 0,2687                      | 4,8295                      | 1,2826     | 0,08                       |
| 4            | 1,4520                      | 0,1406                      | -1,3971    | 0,68                       |
| 5            | 0,1301                      | 1,7985                      | 1,1817     | 2,40                       |
| 6            | 0,0317                      | 1,8534                      | 1,0886     | 0,53                       |
| 7            | 0,0078                      | 0,8899                      | 1,0253     | 0,34                       |
| 8            | 0,0600                      | 1,4412                      | 1,1170     | 3,80                       |
| 9            | 0,1090                      | 2,5571                      | 1,1485     | 0,58                       |
| 10           | 0,1875                      | 0,6865                      | 2,1915     | 4,60                       |
| 11           | 0,0284                      | 7,7750                      | 0,9989     | 0,23                       |
| 12           | 0,1759                      | 25,1382                     | 0,9479     | 2,40                       |
| 13           | 0,2242                      | 1,7790                      | 1,2536     | 1,10                       |
| 14           | 0,0525                      | 1,5346                      | 1,1744     | 1,80                       |
| 15           | 0,3073                      | 3,0426                      | 1,4452     | 1,40                       |

IV. Vypočtené kinematické konstanty  $k_1$ ,  $k_2$  a konstanty A pro časový průběh rosolo-tvorné mohutnosti hydrolyzátu ve tvaru [1] — The calculated kinetic constants  $k_1$ ,  $k_2$  and constants A for the time course of the felly-formation capacity of hydrolyzate in form [1]

| Č. hydrolyzy | $k_1 \cdot 10^2$<br>[h <sup>-1</sup> ] | $k_2$<br>[h <sup>-1</sup> ] | A<br>[1] | SC · 10 <sup>4</sup><br>[1] |
|--------------|----------------------------------------|-----------------------------|----------|-----------------------------|
| 1            | 6,3190                                 | 1,9300                      | 1,1382   | 7,3                         |
| 2            | 5,0115                                 | 4,3753                      | 1,0543   | 5,6                         |
| 3            | 5,6188                                 | 9,4087                      | 1,0132   | 3,7                         |
| 4            | 3,0864                                 | 10,5291                     | 0,9960   | 9,9                         |
| 5            | 3,0011                                 | 7,0892                      | 1,0218   | 7,1                         |
| 6            | 0,8685                                 | 5,8336                      | 0,9896   | 2,2                         |
| 7            | 3,4621                                 | 3,1848                      | 1,0505   | 8,0                         |
| 8            | 3,1624                                 | 10,5618                     | 0,9927   | 2,8                         |
| 9            | 2,9818                                 | 8,3689                      | 1,0287   | 9,4                         |
| 10           | 1,5699                                 | 9,1163                      | 0,9683   | 7,5                         |
| 11           | 4,7851                                 | 5,7022                      | 1,0865   | 2,7                         |
| 12           | 5,1453                                 | 2,3656                      | 1,1538   | 7,8                         |
| 13           | 1,2163                                 | 15,3816                     | 0,9706   | 3,7                         |
| 14           | 0,1880                                 | 3,4796                      | 0,9803   | 1,7                         |
| 15           | z provozních důvodů neměřeno           |                             |          |                             |

V. Vypočtené kinetické konstanty A, B pro časový průběh koncentrace kyseliny anhydrogalakturonové ve tvaru [2] — The calculated kinetic constants A, B for the time course of the concentration of anhydrogalacturonic acid in form [2]

| Č. hydrolyzy | A<br>[1] | B<br>[h <sup>-1</sup> ] | SC<br>[1] |
|--------------|----------|-------------------------|-----------|
| 1            | 19,3686  | 0,0653                  | 1,1       |
| 2            | 0,1650   | 2,0272                  | 1,2       |
| 3            | 8,2939   | 0,1558                  | 3,0       |
| 4            | 4,5060   | 0,2153                  | 3,8       |
| 5            | 10,8724  | 0,1849                  | 4,9       |
| 6            | 10,9727  | 0,0695                  | 5,9       |
| 7            | 2,3232   | 0,4454                  | 2,7       |
| 8            | 6,1818   | 0,0466                  | 0,5       |
| 9            | -0,1751  | 3,6067                  | 6,8       |
| 10           | 1,0425   | 3,5955                  | 1,7       |
| 11           | 1,4723   | 1,3251                  | 6,1       |
| 12           | 2,1860   | 0,7327                  | 3,2       |
| 13           | 2,2584   | 0,7464                  | 1,1       |
| 14           | 2,2996   | 1,4710                  | 1,9       |
| 15           | 1,9648   | 0,9746                  | 1,3       |

o 0 až 1,5 hodiny. S uvážením vnějších podmínek analyzovaných hydrolyz (tab. I) můžeme konstatovat, že obě maxima se k sobě tím více přibližují, čím vyšší je teplota hydrolyzy a čím vyšší je kyselost prostředí.

Ve zjištěném zpoždění maxima viskozity za maximem RM se může projevit řada faktorů: nízká přesnost stanovení RM, rozdílná rychlost stanovení viskozity a RM, přičemž může dojít v důsledku vedlejších reakcí k časovému posunu, rozdílná rychlost štěpení pektinu a nepektinových vysokomolekulárních látek zvyšujících viskozitu hydrolyzátu (škrob aj.), popř. jiné vedlejší reakce, které se projeví v hodnotě viskozity, která je fyzikálním projevem hydrolyzátu jako celku, proti RM, která je parametrem jediné složky hydrolyzátu — pektinu.

VI. Vypočtené kinetické konstanty  $A$ ,  $B$  pro časový průběh stupně esterifikace ve tvaru [4] — The calculated kinetic constants  $A$ ,  $B$  for the time course of the degree of esterification in form [4]

| Č. hydrolýzy | $A$<br>[1] | $-B$<br>[1] | $r$<br>[1] |
|--------------|------------|-------------|------------|
| 1            | 77,3054    | 1,56429     | 0,988      |
| 2            | 78,4940    | 0,76190     | 0,977      |
| 3            | 77,7837    | 1,22263     | 0,990      |
| 4            | 75,2806    | 3,49634     | 0,930      |
| 5            | 76,8719    | 3,47189     | 0,993      |
| 6            | 72,5618    | 1,35134     | 0,983      |
| 7            | 77,2518    | 1,77644     | 0,989      |
| 8            | 73,4984    | 0,64213     | 0,967      |
| 9            | 72,7129    | 0,63268     | 0,997      |
| 10           | 76,2307    | 0,79600     | 0,985      |
| 11           | 75,5231    | 0,51967     | 0,994      |
| 12           | 74,2762    | 0,58017     | 0,992      |
| 13           | 73,5100    | 0,42000     | 0,990      |
| 14           | 76,1407    | 0,42849     | 0,980      |
| 15           | 72,6042    | 0,31217     | 0,964      |

VII. Vypočtené kinetické konstanty  $A$ ,  $B$  pro časový průběh obsahu hrubého pektinu v hydrolyzátu ve tvaru [3] — The calculated kinetic constants  $A$ ,  $B$  for the time course of the content of crude pectin in hydrolyzate in form [3]

| Č. hydrolýzy | $A$<br>[1] | $B$<br>[h <sup>-1</sup> ] | $SC \cdot 10^2$<br>[1] |
|--------------|------------|---------------------------|------------------------|
| 1            | 0,39574    | 0,84320                   | 0,6                    |
| 2            | 0,74920    | 0,08099                   | 3,0                    |
| 3            | 0,37783    | 0,07010                   | 0,1                    |
| 4            | 0,43151    | 0,63268                   | 4,4                    |
| 5            | 0,00667    | 7,12279                   | 2,8                    |
| 6            | 0,25933    | 0,27299                   | 0,5                    |
| 7            | 0,44605    | 0,23825                   | 0,9                    |
| 8            | 0,38965    | 0,44403                   | 1,9                    |
| 9            | 0,17626    | 0,99895                   | 1,5                    |
| 10           | 0,50534    | 1,56372                   | 0,2                    |
| 11           | 0,38797    | 0,65167                   | 0,1                    |
| 12           | 0,23153    | 0,28640                   | 0,1                    |
| 13           | 0,13408    | 0,35907                   | 0,2                    |
| 14           | 0,41947    | 0,26949                   | 0,2                    |
| 15           | 0,37117    | 0,43204                   | 0,3                    |

Časová závislost  $RM$  odpovídá kinetice dvou následných nevratných reakcí I. řádu (rovnice [1]).

Průběh obsahu  $AGA$  a  $HP$  vyhovuje modelu kinetiky nevratné reakce I. řádu (rovnice [2] a [3]).

Stupeň esterifikace vykazuje lineární pokles s dobou hydrolýzy, podle nějž lze soudit na kinetiku pseudomolekulární reakce (rovnice [4]).

Rychlostní konstanty průběhů všech parametrů pektinu testovala Perglová (1988) v závislosti na rozhodujících podmínkách hydrolýzy — teplotě a pH. Ukázalo se, že o jejich závislosti na těchto veličinách nelze z dosud získaných dat spolehlivě rozhodnout. Konstanty se pohybují v poměrně širokém rozmezí teplot a pH náhodně. Tato skutečnost může

být projevem nestandardní vstupní suroviny — sušených jablečných výlisků (Loučka et al., 1989), jejichž kolísavá kvalita je dána jednak odrůdovou rozmanitostí jablek, klimatickými a vegetačními podmínkami, je však možné ji ovlivnit správným technologickým režimem při výrobě jablečné šťávy, správným režimem sušení jablečných výlisků a následnou manipulací i optimálním skladovým hospodařením. Důležitou úlohu hraje také režim praní suchých výlisků. Spornou otázkou je vhodnost používané technologie praní, především vysoká teplota prací vody a její značné kolísání pro jednotlivé hydrolýzy ( $\pm 10^\circ\text{C}$ ).

## Seznam použitých symbolů

|                 |                                                                                                                                                     |                                    |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| $k_1, k_2$      | rychlostní konstanty systému dvou následných nevratných reakcí I. řádu                                                                              | $[\text{h}^{-1}]$                  |
| $t$             | teplota                                                                                                                                             | $[\text{C}^\circ]$                 |
| $d$             | průměrná velikost jablečných výlisků                                                                                                                | $[\text{mm}]$                      |
| $Y$             | relativní viskozita hydrolyzátu                                                                                                                     | $[1]$                              |
| $Y_{\text{RM}}$ | relativní rosolotvorná mohutnost pektinu                                                                                                            | $[1]$                              |
| $RM$            | rosolotvorná mohutnost pektinu                                                                                                                      | $[\text{SAG}^\circ]$               |
| $AGA$           | obsah kyseliny anhydrogalakturonové v pektinu                                                                                                       | $[\% \text{ hmot.}]$               |
| $EST$           | stupeň esterifikace pektinu                                                                                                                         | $[\%]$                             |
| $HP$            | obsah hrubého pektinu                                                                                                                               | $[\%]$                             |
| $\eta$          | dynamická viskozita hydrolyzátu                                                                                                                     | $[\text{mPa} \cdot \text{s}^{-1}]$ |
| $\tau$          | čas                                                                                                                                                 | $[\text{h}]$                       |
| $SC$            | suma čtverců odchylek vypočtených závislostí od experimentálních bodů                                                                               | $[1]$                              |
| $r$             | korelační koeficient                                                                                                                                | $[1]$                              |
| $w$             | režim míchání (podíl času z každé hodiny hydrolýzy, po který pracovalo míchadlo s konstantním počtem otáček $17 \text{ ot} \cdot \text{min}^{-1}$ ) | $[\%]$                             |

## Literatura

- FAN, L. T. — GHARPURAY, M. M. — LEE, Y. H.: Cellulose hydrolysis. Heidelberg, 1987.  
 KUBÍČEK, M.: Numerické algoritmy řešení chemicko-inženýrských úloh. Praha, SNTL 1983.  
 LOUČKA, M. — VACKOVÁ, O. — HRDLIČKA, J.: Kinetika hydrolýzy jablečných výlisků při výrobě pektinu. Potravinářské Vědy, 7, 1989, č. 4, s. 279—288.  
 NOVÁKOVÁ, V.: Optimalizace průběhu hydrolýzy při výrobě pektinu. [Diplomová práce.] Praha, 1989. — VŠCHT.  
 PERGLOVÁ, I.: Kontinualizace hydrolýzy surovin pro výrobu pektinu. [Diplomová práce.] Praha, 1988. — VŠCHT.  
 PIPEK, P. — DOBIÁŠ, J. — MIKOVÁ, K. — BRČELOVÁ, L. — ČURDA, D.: Návod pro laboratorní cvičení z technologie neúdržných potravin. Praha, SNTL 1986.  
 Metody zkoušení práškového pektinu a pektinových výrobků. PN 6/86.

Došlo dne 15. 11. 1989

ВАЦКОВА, О. — ЛОУЧКА, М. — ГРДЛИЧКА, Й. (Химико-технологический институт, Прага): Параметры гидролиза при производстве пектина. Potravinářské Vědy, 8, 1990 (3): 167—175.

Кислый гидролиз яблочных отжимков при производстве пектина можно моделировать системой двух последующих необратимых реакций первого порядка. Кинетические константы этой системы реакции можно рассчитать на основе простого



измерения вязкости в течение гидролиза. Однако данный параметр достаточно не описывает качество окончательного продукта — нектина. В связи с этим в течении процесса гидролиза исследовали наиболее важные параметры качества пектина (желатинирующая способность, степень эстерификации, содержание чистого пектина в виде концентрации кислоты ангидрогалактурановой) и параметр количества (содержание сырого пектина). Временные зависимости всех параметров пектина обобщены в виде кинетических уравнений для пятнадцати анализированных эксплуатационных гидролиз. Доказан аналогичный ход вязкости и желатинирующей способности в течение процесса гидролиза.

кислота ангидрогалактурановая; сырой пектин; гидролиз; яблочные отжимки; кинетические константы; pH; режим замешивания; желатинирующая способность; степень эстерификации; температура; вязкость

VACKOVÁ, O. — LOUČKA, M. — HRDLIČKA, J. [Institute of Chemical Technology, Praha]: *Parameters of hydrolysis in the production of pectin*. Potravinářské Vědy, 8, 1990 [3]: 167—175.

Acid hydrolysis of apple cake during the production of pectin can be simulated by means of a system of two successive irreversible order 1 reactions. The kinetic constants of this system of reactions can be expressed numerically on the basis of a simple measurement of viscosity during the hydrolysis. However the viscosity parameter does not provide enough information on the quality of the resultant product, pectin. This is the reason why the most important qualitative parameters of pectin, including jelly formation capacity, degree of esterification, content of pure pectin as anhydrogalacturonic acid concentration, and the quantitative parameter of pectin, i. e. crude pectin content, were studied in the process. The time dependences of all pectin parameters are evaluated by means of kinetic equations for the fifteen hydrolyses analyzed. Viscosity and jelly formation capacity were found to have analogical patterns during the hydrolysis process.

anhydrogalacturonic acid; crude pectin; hydrolysis; apple cake; kinetic constants; pH; mixing regime; jelly formation capacity; esterification degree; temperature; viscosity

VACKOVÁ, O. — LOUČKA, M. — HRDLIČKA, J. [Chemisch-technologische Hochschule, Praha]: *Hydrolysenparameter der Pektinproduktion*. Potravinářské Vědy, 8, 1990 [3]: 167—175.

Die Sauerhydrolyse von Apfelpreßteilen bei der Pektinproduktion kann man durch das System zweier unwiederbringlichen Folgereaktionen der ersten Ordnung modellieren. Die kinetischen Konstanten dieses Systems der Reaktionen lassen sich auf Grund der einfachen Viskositätsmessung im Verlaufe der Hydrolyse in Zahlen ausdrücken. Der Viskositätsparameter sagt aber nicht genügend über die Qualität des resultierenden Produktes — des Pektins — aus. Im Verlaufe des Prozesses der Hydrolyse wurden die wichtigsten Qualitätsparameter des Pektins (Geliervermögen, Esterifikationsgrad, Reinpekttingehalt als Konzentration der Anhydrogalakturonsäure) und der Quantitätsparameter (Rohpekttingehalt) untersucht. Die Zeitabhängigkeiten aller Pektinparameter sind in Form der kinetischen Gleichungen für fünfzehn analysierte Betriebshydrolysen ausgewertet. Es wurde ein analoger Verlauf der Viskosität und des Geliervermögens im Verlauf des Hydrolyseprozesses nachgewiesen.

Anhydrogalakturonsäure; Rohpektin; Hydrolyse; Apfelpreßteile; kinetische Konstanten; pH; Mischregime; Geliervermögen; Esterifikationsgrad; Temperatur; Viskosität

---

Adresa autorů:

Ing. Olga Vacková, ing. Miloslav Loučka, CSc., doc. ing. Jiří Hrdlička, CSc., Vysoká škola chemicko-technologická, Suchbátarova 5, 166 28 Praha 6

## VYBRANÁ INŽENÝRSKÁ DATA PRO POTRAVINÁŘSKÝ PRŮMYSL: MASO, MASNÉ VÝROBKY A POLOTOVARY

M. Houška

*Praha, Výzkumný ústav potravinářského průmyslu STI 1990, 284 s.*

Nedávno jsme měli možnost seznámit se s publikací *Manuál fyzikálních vlastností potravin*, která byla úvodní částí řady *Vybraná inženýrská data pro potravinářský průmysl*. Nyní vychází další část této řady, která je věnována oblasti masa, masných polotovarů a masných výrobků.

Při inženýrských výpočtech, návrzích strojů a zařízení a při sledování technologických procesů v potravinářském průmyslu postrádá konstruktér, technolog či potravinářský inženýr potřebné fyzikální hodnoty potravinářských materiálů a nezbývá, než si tyto hodnoty pracně naměřit, vyhledat v odborné literatuře či odhadnout podle údajů pro podobné materiály. Předkládaná publikace řeší tento problém a shrnuje potřebné hodnoty získané z literárních pramenů či vlastním měřením autorů. Uváděná data byla nashromážděna během dlouhodobé činnosti Banky informací o fyzikálních vlastnostech potravin na pracovišti potravinářského inženýrství VÚPP Praha.

Celá publikace je rozdělena na dvě části. V první jsou uváděny hodnoty fyzikálních veličin: tepelné vodivosti, teplotní vodivosti, měrné tepelné kapacity, měrné entalpie, měrné hmotnosti a u některých materiálů i reologické vlastnosti charakterizované především zdánlivou viskozitou. Jednotlivé veličiny jsou zde provázeny slovním komentářem, jsou uváděny většinou v závislosti na teplotě a chemickém složení materiálu, a to buď v matematické nebo grafické formě. Platnost uváděných hodnot a závislostí je kriticky zhodnocena v průvodním komentáři. První část publikace je rozdělena do tří kapitol: první si všímá masa, živočišných tuků, vnitřností a vedlejších jatečných produktů, druhá je věnována mletému (přesněji mletému) masu a třetí polotovarům a masným výrobkům.

Druhá část publikace přináší příklady využití fyzikálních vlastností k technologickým výpočtům, jako jsou tepelné bilance, výpočty průběhu teploty během sterilace a příkon čerpadla při dopravě mletého masa.

Publikace uvítá řada odborníků z masného průmyslu, výzkumných a vývojových pracovišť, ale i učitelé a studenti vysokých a odborných škol (např. ČVUT, VŠCHT, SVŠT, SPŠTM aj.). Je možné ji objednat ve Středisku technických informací potravinářského průmyslu v Londýnské ul. 55, Praha 2.

Doc. ing. Petr Pipek, CSc.

J. Brát, J. Zajíc

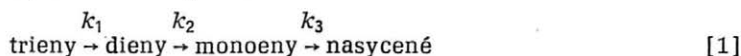
BRÁT, J. — ZAJÍC, J. [Vysoká škola chemicko-technologická, Praha]: *Hodnocení kinetiky hydrogenace tuků*. Potravinářské Vědy, 8, 1990 (3): 177—183.

V práci je hodnocena kinetika hydrogenace olejů, příp. mastných kyselin v systémech s přebytkem vodíku. Jsou zde diskutovány různé přístupy při zpracování experimentálních dat. Na základě zkušeností z výzkumné činnosti v této oblasti bylo poukázáno na nutnost jednotnosti zpracování experimentálních dat při vzájemném porovnávání výsledků experimentů různých pracovišť.

jedlé tuky; oleje; hydrogenace; kinetika

Katalytická hydrogenace tuků tvoří neoddělitelnou část zpracování širokého spektra tukových surovin pro různé účely použití. Tento proces je stále předmětem výzkumu řady domácích i světových pracovišť s cílem poznání jeho hlubších zákonitostí. Optimalizace technologických postupů, vývoj nových katalyzátorů a zařízení pro hydrogenaci, rozšiřování sortimentu výrobků specifických vlastností, zvyšování ekonomiky provozu i další zaměření výzkumných úkolů svědčí o tom, že proces hydrogenace je do značné míry komplikovaný a ovlivňovaný celou řadou faktorů. Z této skutečnosti vyplývají rovněž různé pohledy na jeho hodnocení a z nich vyvozované závěry.

Průběh hydrogenačních reakcí je popisován řadou kinetických modelů vycházejících buď z fyzikálně-chemické podstaty procesu, nebo z empirických závislostí [Kolektiv DGF, 1976]. Jedním z velmi často používaných kinetických modelů je systém následných reakcí, zachycující postupné vysycování dvojných vazeb trienových, dienových a monoenových mastných kyselin na nasycené:



Při hydrogenacích triacylglycerolů nebo mastných kyselin přírodního původu bývá největší pozornost věnována vysycování acylů, příp. mastných kyselin s 18uhlíkatým řetězcem, které jsou v těchto surovinách majoritně zastoupené. Způsob, jakým hydrogenace v rámci systému následných reakcí probíhá, se rovněž výrazně projevuje ve vlastnostech finálního produktu hydrogenace. Hodnocení hydrogenačního procesu, zvláště v reakčních systémech, kde je zaručeno intenzivní obtékání zrn katalyzátoru vodíkem a reakce probíhá podle kinetiky pseudoprvního řádu, vychází proto z reakčního schématu [1] aplikovaného na osmnácti uhlíkaté acyly model následných reakcí:



Rychlostní konstanty systému následných reakcí [1], resp. [2] jsou určujícím faktorem nejen pro rychlost procesu, ale hlavně pro jeho selektivitu. Různé vzájemné poměry rychlostních konstant jsou v úzkém vztahu s fyzikálními vlastnostmi produktu hydrogenace. Tuto problematiku podrobněji diskutoval Albright [1966].

Při vyčíslování rychlostních konstant jednotlivých dílčích reakcí existují různé postupy, jejichž alternativní použití vede v závěru k různým výsledkům. Cílem této práce je zhodnotit z širšího pohledu problematiku kinetiky hydrogenace na základě modelu následných reakcí a z hlediska způsobu získávání experimentálních dat a jejich zpracování. Reakční schéma [2], resp. [1] zahrnuje určité zjednodušující předpoklady, které musí být učiněny vzhledem k běžně používaným analýzám hydrogenačních meziproduktů pomocí GLC:

- ve vícenenasycených řetězcích mastných kyselin se nebere v úvahu případná priorita vysycování některé dvojné vazby,
- u vícenenasycených mastných kyselin je zanedbávána možnost současného vysycení dvou, příp. tří dvojných vazeb na povrchu katalyzátoru,
- rychlost hydrogenace geometrických a polohových izomerů je uvažována jako stejná (Albright, Wisniak, 1962),
- při hydrogenaci triacylglycerolů se nerozlišuje poloha esterově vázaného řetězce mastné kyseliny na glycerolu z hlediska možné existence rozdílů v rychlostech hydrogenace dvojných vazeb.

Pokud nejsou uvedené předpoklady zanedbány, je nutné použít vysoce účinné separační metody a z toho vyplývají požadavky i na přístrojovou techniku a rovněž na značnou časovou náročnost. Zavedení předpokladů je dáno i obvykle globálnějšími cíli účelově zaměřených dílčích studií kinetiky hydrogenace. Při těchto obecnějších studiích se rovněž neuvažuje s některými vlivy, které se ve svém komplexním působení projevují v odchylkách od navrhovaných modelů 1, případně 2 podmíněných skutečností, že proces hydrogenace je aproximativně popisován prostřednictvím systému následných reakcí acylů mastných kyselin.

O vlivu geneticky předurčené nerandomizované distribuce acylů mastných kyselin v triacylglycerolech spojené s pojmem triacylglycerolové selektivity se mimo jiné zmiňuje Coenen (1976). Vlastností katalyzátoru, hlavně šířku pórů z tohoto pohledu rozebírá Draguez De Hault, Demoulin (1984) a Beckmann (1983). O vlivu minoritně zastoupených látek v oleji v této souvislosti pojednávají Beckmann (1983) a Abraham, De Man (1986). Přesto však je model následných reakcí acylů mastných kyselin při sledování kinetiky hydrogenace tuků běžně používán. Na základě podílu rychlostních konstant dílčích následných reakcí jsou vyčíslovány selektivity hydrogenace, jejichž číselné hodnoty jsou využívány při hodnocení konzistenčních vlastností tuků.

Kinetiku hydrogenačních reakcí podle schématu [2] lze popsat při označení koncentrací jednotlivých kyselin linolenové — A, linolové — B, olejové — C a stearové — D soustavou diferenciálních rovnic:

$$\frac{dA}{dt} = -k_1A \quad [3]$$

$$\frac{dB}{dt} = -k_2B + k_1A \quad [4]$$

$$\frac{dC}{dt} = -k_3C + k_2B \quad [5]$$

$$\frac{dD}{dt} = k_3C \quad [6]$$

kde:  $t$  je čas [min] a  $k_1$ ,  $k_2$  a  $k_3$  jsou rychlostní konstanty následných reakcí [ $\text{min}^{-1}$ ] podle schématu (2). Diferenciální rovnice [3]—[6] lze převést za použití metody variace konstanty (Rektorys, 1981) a při počátečních podmínkách  $t=0$ ,  $A=A_0$ ,  $B=B_0$ ,  $C=C_0$ ,  $D=D_0$ , na integrální tvar:

$$A = A_0 \exp(-k_1 t) \quad [7]$$

$$B = B_0 \exp(-k_2 t) + A_0 \frac{k_1}{k_2 - k_1} \left[ \exp(-k_1 t) - \exp(-k_2 t) \right] \quad [8]$$

$$C = C_0 \exp(-k_3 t) + B_0 \frac{k_2}{k_3 - k_2} \left[ \exp(-k_2 t) - \exp(-k_3 t) \right] +$$

$$+ A_0 \frac{k_1 k_2}{k_2 - k_1} \left[ \frac{\exp(-k_1 t)}{k_3 - k_1} - \frac{\exp(-k_2 t)}{k_3 - k_2} - \frac{\exp(-k_3 t)}{k_3 - k_1} + \frac{\exp(-k_3 t)}{k_3 - k_2} \right] \quad [9]$$

$$D = D_0 + C_0 \left[ 1 - \exp(-k_3 t) \right] + B_0 \left[ 1 - \frac{k_3 \exp(-k_2 t)}{k_3 - k_2} + \frac{k_2 \exp(-k_3 t)}{k_3 - k_2} \right] +$$

$$+ A_0 \left[ 1 - \frac{k_2 k_3}{k_2 - k_1} \frac{\exp(-k_1 t)}{k_3 - k_1} + \frac{k_1 k_3}{k_2 - k_1} \frac{\exp(-k_2 t)}{k_3 - k_2} + \frac{k_1 k_2}{k_2 - k_1} \frac{\exp(-k_3 t)}{k_3 - k_1} - \right.$$

$$\left. - \frac{k_1 k_2}{k_2 - k_1} \frac{\exp(-k_3 t)}{k_3 - k_2} \right] \quad [10]$$

Rovnice [7] až [10] představují úplný popis koncentračních změn jednotlivých mastných kyselin (případně jejich acylů) v závislosti na čase.

Při experimentech jsou vzorky parciálně ztužených triacylglycerolů nebo mastných kyselin odebrány v různých časových intervalech, převáděny na methylestery a analyzovány běžně pomocí GLC. Na základě analýz jsou známy koncentrace jednotlivých mastných kyselin v čase odběru vzorků, zbývá provést optimalizační výpočet rychlostních konstant  $k_1$ ,  $k_2$  a  $k_3$ . Některé rozdílné přístupy mohou vést při zpracování experimentálních dat k různým výsledkům. Příčiny těchto rozdílů mohou vyplývat z volby optimalizačního kritéria, způsobu řešení soustavy rovnic [7] až [10], případně volby optimalizační metody. Optimalizační kritérium vychází ve většině případů zpracovávání výsledků pokusů z metody nejmenších čtverců rozdílů experimentálních a modelem vypočtených číselných údajů. Metodu nejmenších čtverců lze použít i v případě hledání rychlostních konstant  $k_1$ ,  $k_2$  a  $k_3$ .

Návrh optimalizačního kritéria by měl respektovat charakter experimentálních chyb. Zatímco při titračním stanovení koncentrací zjišťovaných látek jsou chyby charakteru absolutního a nezávisí příliš na velikosti koncentrací analyzovaných sloučenin, chyba stanovení koncentrace mastných kyselin zjištěných chromatografickou analýzou je závislá na

její velikosti. Této skutečnosti by měla být přizpůsobena i volba optimalizačního kritéria. Proto se při vyčíslování rychlostních konstant hydrogenačních reakcí nabízí dvě alternativní kritéria [11] a [12]:

$$\sum_{(i)} \left( \frac{A_i^{\text{ex}} - A_i^{\text{vyp}}}{A_i^{\text{ex}}} \right)^2 + \left( \frac{B_i^{\text{ex}} - B_i^{\text{vyp}}}{B_i^{\text{ex}}} \right)^2 + \left( \frac{C_i^{\text{ex}} - C_i^{\text{vyp}}}{C_i^{\text{ex}}} \right)^2 + \left( \frac{D_i^{\text{ex}} - D_i^{\text{vyp}}}{D_i^{\text{ex}}} \right)^2 = \min$$

$$i = 1, \dots, n \quad [11]$$

$$\sum_{(i)} \left( A_i^{\text{ex}} - A_i^{\text{vyp}} \right)^2 + \left( B_i^{\text{ex}} - B_i^{\text{vyp}} \right)^2 + \left( C_i^{\text{ex}} - C_i^{\text{vyp}} \right)^2 + \left( D_i^{\text{ex}} - D_i^{\text{vyp}} \right)^2 = \min$$

$$i = 1, \dots, n \quad [12]$$

kde: indexy ex a vyp jsou vztahovány ke koncentracím experimentálně zjištěných, resp. na základě řešení soustavy rovnic [7] až [10] vypočtených a index  $i$  odpovídá jednotlivým odběrům vzorků v různých časech. Matematický zákaz nulových podílů ve zlomcích lze ve vztahu [11] obejít vaznou podmínkou, že v případech nulových hodnot experimentálně zjištěných koncentrací některé kyseliny (např. po vysycení jedné dvojné vazby izomerů kyseliny linolenové) není příslušný čtverec odchylky vyčíslován. Tato vazná podmínka se výraznou měrou neprojevuje při proložení experimentálních dat kinetickým modelem [2].

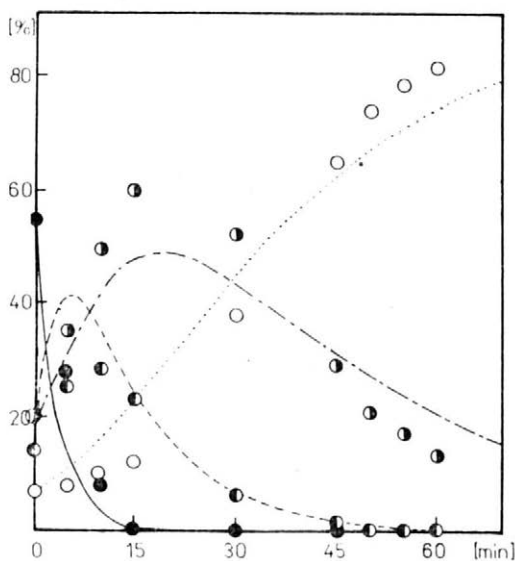
Příčiny dalších odchylek rychlostních konstant  $k_1$ ,  $k_2$  a  $k_3$  spočívají ve způsobu řešení soustavy rovnic [7] až [10]. Skutečnost, že časová závislost koncentrace izomerů kyseliny linolenové (rovnice [7]) je funkcí pouze jediného optimalizovaného parametru  $k_1$  svádí k roztržení optimalizačního kritéria [11] nebo [12] a k postupnému vyčíslení konstanty  $k_1$  z rovnice [7], po dosazení  $k_1$  do rovnice [8] konstanty  $k_2$  atd., vždy při optimalizaci čtverců koncentrací jediné kyseliny. V Československu bývají kinetické studie hydrogenace olejů velmi často prováděny na bezerukovém řepkovém oleji, který je hlavní surovinou tukového průmyslu. Řepkový olej má přibližný obsah kyseliny linolenové okolo 10 % hmot. Tento obsah je v počátku hydrogenace velmi rychle snižován, často až k nulovým hodnotám. Nízké hodnoty koncentrace izomerů kyseliny linolenové a její rychlé vysycení jsou zdrojem podstatně větších chyb, které se projeví výraznou měrou při odděleném vyčíslování jednotlivých rychlostních konstant a optimalizaci vždy pouze jediné kyseliny. Konstanty  $k_1$ ,  $k_2$  a  $k_3$  lze rovněž vyčíslit pouze ze soustavy rovnic [7] až [9] za současné optimalizace pouze izomerů kyseliny linolenové, linolové a olejové. Rozdílnost hodnot konstant  $k_1$ ,  $k_2$  a  $k_3$  vyčíslených optimalizací pouze z rovnic [7] až [9] bývá umocňována v případech, kdy dochází vlivem reakčních podmínek k pomalému vysychání kyseliny olejové, případně je-li zhoršena separace kyseliny olejové a stearové při GLC, což se někdy stává u vzorků s vysokým obsahem kyseliny olejové proti nízkému obsahu kyseliny stearové. Proto lze jednoznačně doporučit vyčíslování rychlostních konstant  $k_1$ ,  $k_2$  a  $k_3$  za současné optimalizace



všech mastných kyselin z rovnic [7] až [10]. Volba optimalizační metody je dána požadavkem konvergence, přesností řešení, příp. rychlosti výpočtu. Při vyhodnocování konstant  $k_1$ ,  $k_2$  a  $k_3$  se osvědčila optimalizační metoda Simplex (Kondelík, Pexider, 1981), jejíž výhoda spočívá v univerzálnějším použití, konvergenci bez ohledu na nástřel, její nevýhoda proti např. Newtonově metodě je větší časová náročnost výpočtu. Možnost existence lokálních minim optimalizačního kritéria lze eliminovat opakovaným nástřelem rychlostních konstant  $k_1$ ,  $k_2$  a  $k_3$ .

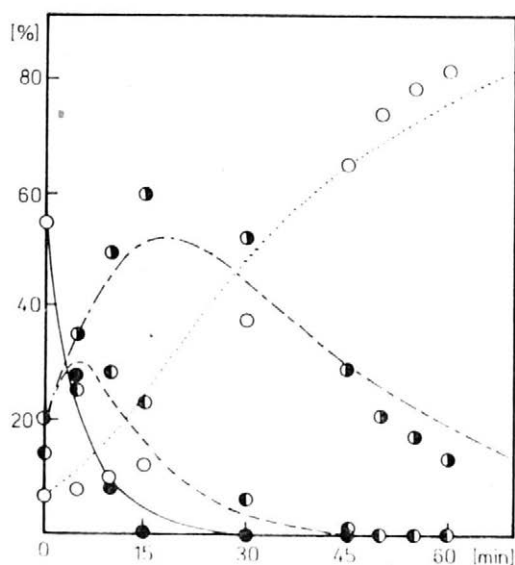
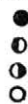
Použití kritéria [11] vede k vyšší přiléhavosti experimentálně zjištěných dat vůči teoreticky vypočteným v oblasti nízkých koncentrací sledovaných kyselin. Optimalizační kritérium [12] naopak lépe vystihuje průběh hydrogenace u vyšších koncentrací sledovaných kyselin. Pro ilustraci výše diskutovaných aspektů hodnocení kinetiky hydrogenace tuků dokumentují obr. 1 a 2 rozdílná proložení experimentálně zjištěných hodnot koncentrací acylů mastných kyselin v případě ztužování lněného oleje a současné optimalizaci rychlostních konstant  $k_1$ ,  $k_2$  a  $k_3$  z rovnic [7] až [10] za použití kritérií [11] a [12]. Hydrogenace lněného oleje v praxi méně obvyklá je v tomto případě použita jako příklad vzhledem k lepší názornosti díky vysokému obsahu kyseliny linolenové. Z obr. 1 a 2 je zřejmé, že v tomto případě se alternativní použití obou optimalizačních kritérií nejvíce projevilo u rychlostních konstant  $k_1$  a  $k_2$ .

Tab. I zachycuje číselné hodnoty těchto rychlostních konstant spolu s velikostmi součtu čtverců odchylek kritériálních vztahů [11] a [12]



Kyselina  
(acid)  
C18:3  
C18:2  
C18:1  
C18:0

experimentální body  
(experimental points)



vypočtený průběh  
(counted course)



1. Průběh hydrogenace lněného oleje za použití kritériálního vztahu [11] — The course of hydrogenation of linseed oil criterial relation was used [11]

2. Průběh hydrogenace lněného oleje za použití kritériálního vztahu [12] — The course of hydrogenation of linseed oil criterial relations was used [12]

1. Rychlostní konstanty  $k_1$ ,  $k_2$ ,  $k_3$  a součty čtverců odchylek kritériálních vztahů při různém způsobu jejich vyčíslení — Velocity constants  $k_1$ ,  $k_2$ ,  $k_3$  and deviance of criterial relations in different methods of their calculation

| Použité kritérium pro optimalizaci | Způsob vyčíslení konstant | $k_1 \cdot 10$<br>[min <sup>-1</sup> ] | $k_2 \cdot 10$<br>[min <sup>-1</sup> ] | $k_3 \cdot 10^2$<br>[min <sup>-1</sup> ] | Kritérium vztah [11] | Kritérium vztah [12] |
|------------------------------------|---------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------|----------------------|----------------------|
| Vztah [11]                         | sumární z rovnic [7]—[10] | 2,961                                  | 0,889                                  | 3,134                                    | 33,81                | 1317,2               |
| Vztah [11]                         | sumární z rovnic [7]—[9]  | 2,976                                  | 0,915                                  | 3,738                                    | 39,48                | 1436,6               |
| Vztah [11]                         | postupný z rovnic [7]—[9] | 3,004                                  | 0,900                                  | 3,748                                    | 39,37                | 1467,6               |
| Vztah [12]                         | sumární z rovnic [7]—[10] | 1,772                                  | 1,345                                  | 3,159                                    | 46,36                | 744,4                |
| Vztah [12]                         | sumární z rovnic [7]—[9]  | 1,824                                  | 1,413                                  | 3,193                                    | 39,49                | 755,3                |
| Vztah [12]                         | postupný z rovnic [7]—[9] | 1,675                                  | 1,096                                  | 3,252                                    | 62,42                | 838,9                |

při alternativním použití obou těchto optimalizačních kritérií a navíc při použití všech výše diskutovaných způsobů vyčíslení rychlostních konstant.

Různé číselné hodnoty rychlostních konstant  $k_1$ ,  $k_2$  a  $k_3$  v tab. I dokumentují v práci diskutované rozdílné přístupy při jejich získávání. Při vyčíslení selektivit z podílu rychlostních konstant jsou tyto rozdíly ještě více umocněny. Při interpretaci selektivit ve vztahu ke konzistenci tuků dochází proto nejen k odchylkám daným rozdílným reálným chováním reakčního systému proti zvolenému modelu, ale i k různému vyčíslení rychlostních konstant. V případě hydrogenace řepkového oleje, kdy obsah kyseliny linolenové na počátku hydrogenace je výrazně nižší, jsou rozdíly rychlostních konstant při použití různých způsobů jejich vyčíslení často vyšší.

Práce se zabývala aspekty hodnocení kinetiky hydrogenace tuků, případně mastných kyselin. Vycházela ze zkušeností získaných při dlouholeté práci v této oblasti. Cílem této práce bylo zároveň podat i určitý návod postupu při aplikačních studiích kinetiky hydrogenačních reakcí v systémech s přebytkem vodíku tak, aby bylo možné srovnávat výsledky různých pracovišť zabývajících se touto problematikou. Dosavadní rozdílné přístupy k hodnocení procesu hydrogenace, byť na základě stejného kinetického modelu, vedly k nejednoznačné prezentaci výsledků různými pracovišti bez možnosti vzájemného detailního porovnání experimentů.

## Literatura

- ABRAHAM, V. — DE MAN, J. M.: Hydrogenation of canola oil as affected by chlorophyll. J. Amer. Oil Chem. Soc., 63, 1986, s. 1185—1188.
- ALBRIGHT, L. F.: Quantitative measure of selectivity of hydrogenation of triglycerides. J. Amer. Oil Chem. Soc., 42, 1965, s. 250—253.
- ALBRIGHT, L. F. — WISNIAK, J. M.: Selectivity and isomerization during partial hydrogenation of cottonseed oil and methyl oleate: Effect of operating variables. J. Amer. Oil Chem. Soc., 39, 1962, s. 14—19.
- BECKMANN, H. J.: Hydrogenation practice. J. Amer. Oil Chem. Soc., 60, 1983, s. 282—290.
- COENEN, J. W. E.: Hydrogenation of edible oils. J. Amer. Oil Chem. Soc., 53, 1976, s. 382—389.
- DRAGUEZ DE HAULT, E. — DEMOULIN, A.: Partial hydrogenation of polyunsaturated fatty materials. J. Amer. Oil Chem. Soc., 61, 1984, s. 195—200.
- KOLEKTIV DGF: 67. Mitteilung. Die Hydrierung von Fetten I. Fette Seifen Anstrichm., 78, 1976, s. 385—394.
- KONDELÍK, P. — PEXIDER, V.: Optimalizace. Praha, SNTL 1981, s. 214—217.
- REKTORYS, K.: Přehled užité matematiky. Praha, SNTL 1981, s. 618—620.

Došlo dne 5. 3. 1990

БРАТ, Й. — ЗАЙИЦ, Й. (Химико-технологический институт, Прага): **Оценка кинетики гидрогенозации жиров.** Potravinářské Vědy, 8, 1990 (3): 177—183.

В работе проводят оценку кинетики гидрогенозации растительных масел, по случаю жирных кислот в системах с избытком водорода. Здесь дискутируются разные подходы при обработке экспериментальных данных. На основе опыта по исследовательской деятельности в этой области обращают внимание на необходимость единой обработки экспериментальных данных при взаимном сравнении результатов экспериментов, проводимых на разных рабочих местах.

съедобные жиры; растительные масла; гидрогенозация; кинетика

BRÁT, J. — ZAJÍC, J. (Institute of Chemical Technology, Praha): *Evaluation of the kinetics of hydrogenation of fats.* Potravinářské Vědy, 8, 1990 (3): 177—183.

The kinetics of hydrogenation of oils or fatty acids in the systems with hydrogen excess is evaluated in this study. Various approaches to the processing of experimental data are discussed. On the basis of experience in research in this field, attention is drawn to the need for uniformity of processing of experimental data when comparing the results of experiments obtained in different laboratories.

edible fats; oils; hydrogenation; kinetics

BRÁT, J. — ZAJÍC, J. (Chemisch-technologische Hochschule, Praha): *Bewertung der Kinetik der Fetthydrierung.* Potravinářské Vědy, 8, 1990 (3): 177—183.

In der Arbeit wird die Kinetik der Ölhdyrierung, beziehungsweise der Fettsäuren in Systemen mit Wasserstoffüberschuss bewertet. Es werden hier verschiedene Verfahren bei der Experimentdatenverarbeitung diskutiert. Auf Grund von Erfahrungen der Forschungstätigkeit auf diesem Gebiet wurde auf die Notwendigkeit der Einheitlichkeit der Experimentdaten bei gegenseitigem Vergleich der Experimentergebnisse aus verschiedenen Arbeitsstätten hingewiesen.

Speisefette; Öle; Hydrierung; Kinetik

---

Adresa autorů:

Ing. Jiří Brát, CSc., prof. ing. Jiří Zajíc, DrSc. Vysoká škola chemicko-technologická, Suchbátarova 5, 166 28 Praha 6

---

Pátá výstava Food Ingredients Europe se bude konat na Düsseldorfském výstavišti od 14. do 16. listopadu. Bude dalším v řadě významných setkání vystavovatelů s odbornou veřejností.

Mnohé jistě překvapí, že letošní výstava bude o polovinu rozsáhlejší než poslední výstava v Paříži v roce 1989. Odhaduje se, že výstavu, zaujímající plochu 31 000 m<sup>2</sup> zhlédne 14 000 návštěvníků, na které se těší na 325 vystavovatelů. Výstava je určena všem zájemcům o danou problematiku, především pak pracovníkům potravinářských věd, technologům potravinářských podniků, pracovníkům potravinářského obchodu, stejně tak jako zájemcům o jemné potravinářské přísady a aditiva a všem, kdož mají zájem o koupi laboratorních zařízení.

Výstava se původně specializovala na samotné potraviny a potravinářské přísady, nyní však nabízí i laboratorní přístroje a služby, které souvisejí s potravinářskou výrobou.

Výstava, na níž se scházejí návštěvníci a vystavovatelé z Evropy, Asie, Tichomoří, Severní a Jižní Ameriky a nyní samozřejmě i z východní Evropy, zůstává pro všechny výrobce a dodavatele potravinářských přísad a potravinářské technologie nejvýznamnější odborně technickou a obchodní akcí ve sféře jejich profesního zájmu.

## KONFERENCE

Přípravný výbor konference, která bude uspořádána spolu s výstavou, sestavil zajímavý program, který tematicky pokrývá vědeckotechnickou problematiku nejvýznamnějších oborů moderního potravinářského průmyslu. Jednotlivá zasedání konference se soustředí na tyto tematické okruhy: *Potravinářské předpisy a marketing, Potravinářské škroby, Analýza složek, Laktosa, Pekařské a cukrářské výrobky, Moučnický, Dietní výrobky, Funkční přísady, Vláknina a Bílkoviny.*

S výstavou a konferencí se zároveň bude konat výroční schůze Německého svazu potravinářských technologů (The Bund Deutscher Lebensmitteltechnologen BDL). Delegáti konference a výroční schůze mají volný vstup na výstavu FIE '90.

## FÓRUM SMLUVNÍCH VÝZKUMNÝCH PRACÍ

Akcí navíc bude v rámci Páté Evropské výstavy potravinářských přísad Fórum smluvních výzkumných prací (Contract Research Forum). Dodavatelé a výrobci potravinářských surovin, přísad i konečných produktů musí samozřejmě znát vše, co se týká každé jednotlivé složky jejich produkce. Proto je nezbytné, aby byli podrobně informováni o všech aspektech souvisejících s účinností i případnou toxicitou jednotlivých materiálů, přípravků a látek i s ekologickými aspekty jejich použití. Výzkumné ústavy se se svou odbornou kapacitou budou prezentovat prostřednictvím audiovizuálních programů.

## SEMINÁŘ O NOVÝCH PRODUKTECH

Letos se bude u příležitosti výstavy opět konat Seminář o nových produktech. Vystavovatelé budou mít příležitost pořádat odborné přednášky o jednotlivých konkrétních produktech a novinkách. Seminář o nových produktech se bude konat ve výstavním pavilónu.

## DALŠÍ AKCE

FIA '91 Asijská výstava potravinářských přísad (Food Ingredients Asia), 18., 19. a 20. dubna 1990 v Singapuru.

Druhá Asijská výstava potravinářských přísad se bude opět konat v Singapuru ve dnech 18.—20. dubna 1991 v tamním Světovém obchodním centru.

FII '90 Italská výstava potravinářských přísad (Food Ingredients Italy), 6.—7. června 1991, Milán. Na žádost mnoha italských výrobců potravinářských přísad se bude v Miláně konat první konference o potravinářských přísadách zároveň s výstavou. Výstava bude ve známém milánském veletržním centru Milanfiori.

FIE '91 Evropská výstava potravinářských přísad 1991 (Food Ingredients Europe), 8., 9. a 10. října 1991 v Paříži.

Další informace o FIE '90, FIA '91, FII '91 nebo FIE '91 podá

EXPOCONSULT, P. O. Box 200, 3600 AE Maarssen, tel. ++31 3465 73777, fax ++31 4565 73811

B. Hozová, M. Drdák, A. Rajniaková, M. Takácsová, J. Kolárik

HOZOVÁ, B. — DRDÁK, M. — RAJNIAKOVÁ, A. — TAKÁCSOVÁ, M. — KOLÁRIK, J. [Chemickotechnologická fakulta SVŠT, Bratislava]: *Využitie fytoncídov pri konzervovaní mäsových produktov*. Potravinárske Vědy, 8, 1990 (3): 185—190.

Práca je zameraná na štúdium vplyvu netradičnej kombinácie konzervačných metód; tj. zníženej intenzity termosterilizácie ( $F_0 = 2$ ) a prídavku fytoncídov: 1. čierneho korenia (0,0025 a 0,0050 %), 2. cesnaku (0,47 % a 1 %), 3. kombinácie čierneho korenia a cesnaku (0,0025 % + 0,47 %) na mikrobiologické charakteristiky modelových výrobkov bravčového mletého mäsa počas jednoročného skladovania pri laboratórnej teplote. Testovaním inhibičnej aktivity oboch aplikovaných fytoncídov voči vegetatívnym bunkám a spóram *B. subtilis* difúznou metódou bol účinnejší ethanolový extrakt čierneho korenia ako vodný extrakt cesnaku. Mikrobiologické vyšetrenie poukázalo na dobrú skladovateľnosť počas celej dĺžky skladovania ( $10^2$ — $10^3$  mikroorganizmov), čo korešpondovalo aj s výbornou senzorickou a prijateľnou nutričnou kvalitou modelových výrobkov.

termosterilizácia; fytoncíd; piperín; allicín; mikrobiologické aspekty

Účelom kombinácie netradičných konzervačných metód je eliminácia nepriaznivého účinku sólovo aplikovanej konzervačnej metódy, napr. termosterilizácie znížením intenzity alebo dávky a doplnenie požadovaného účinku inou konzervačnou metódou. Výsledkom by mala byť vyššia skladovateľnosť, čoho meradlom sú mikrobiologické ukazovatele, ďalej stabilná uchovateľnosť výživovo významných zložiek (vitamínov, aminokyselín, minerálnych látok, atď.) a vysoká senzorická prijateľnosť potravinárskych výrobkov. Z nových netradičných metód konzervácie, ktoré sa stali v poslednom čase predmetom zvýšeného záujmu na celom svete, sú fytoncídne látky, používané ako doplnkové kombinácie s inými konzervačnými metódami, napr. termosterilizáciou, sušením, ionizujúcim žiarením atď.

Piperín, ako jedna z ostrých látok spôsobujúcich pálivú chuť čierneho korenia (piperín, piperylín, piperettin, piperolein A, piperolein B, piperanín) má aj významné antimikrobiálne a antioxidačné vlastnosti. Ako zložka potravy priaznivo ovplyvňuje fyziologické pochody v ľudskom organizme — stimuluje sekréciu žalúdočných štiav, a tým uľahčuje trávenie škrobnatých pokrmov.

Salzer, Broker (1977) zistili dostatočný účinok piperínu (0,04 g/kg, t. j. 0,8 g čierneho korenia na kg) na *Escherichia coli* a *Streptococcus faecalis*. Nosiče (soľ a dextróza) znižovali vplyv extraktu korenia. V neskoršej práci Salzer (1982) zistil, že skúmané mikroorganizmy (*E. coli*, *S. faecalis*, *Salmonella typhi* murium, *Staphylococcus aureus* a *Pseudomonas aeruginosa*) sú viac alebo menej citlivé pri použití 0,5 a 1 % extraktu čierneho korenia (0—50% inhibícia klíčenia a pre *Bacillus cereus*, *Clostridium perfringens* a *Aspergillus flavus* viac ako 50% inhibícia klíčenia). Huntanen (1980) skúmal vplyv alkoholických extraktov 33 druhov korenia na *Clostridium*



*botulinum*. Zistil, že najsilnejšími inhibítorami boli extrakty z mäty, bieleho a čierneho korenia a muškátového orecha. Al-Jalay et al. (1987) testovali antioxidačnú aktivitu viacerých druhov korenia: čierne korenie, nové korenie, kardamóm, klinčeky, škoric, koriander, rasca, ďumbier, muškátový orech a ružové lupene. Najvyšší antioxidačný index dosiahli klinčeky (14,0), čierne korenie (2,0) a najnižší zaznamenal kardamóm (0,7 v sušenom stave). Antioxidačný index bol vypočítaný ako pomer stability jednotlivých korenín ku stabilite kontroly.

Cesnak prejavuje inhibičné účinky na grampozitívne a gramnegatívne baktérie (shigely, salmonely, koky, bacily), pľúcne a patogénne huby (penicília, aspergily), kvasinky, ale aj vírusy, prvoky a červy (Hovadík, 1981–1982; Shashikanth et al., 1981; Dababneh, Delaïmy, 1984; Grzybowski, Lewicka, 1987; El-Khateib et al., 1987; Srivastava et al., 1982; Ueno et al., 1983). Inhibičné účinky najvýznamnejšieho fytoncidu cesnaku allicínu sa prejavujú už po krátkom vystavení potravinu cesnakovým parám. Sreenivasa-Murthy et al. (1983) uvádzajú, že 1 mg allicínu je ekvivalentný 15 oxfordským jednotkám penicilínu a inhibuje rast baktérií už v koncentracii 1:125 000. Pri systematickom výskume účinkov pár cesnakovej kaše a šťavy na tvorbu spór a na vegetačnú schopnosť plesní zistila sa vysoká účinnosť už pri riedení šťavy 1:1600 až 1:2000. Najúčinnější je čerstvo rozotretá cesnaková hmota na kľúčiacie spóry, menej intenzívne pôsobí na vegetatívne mycélium a najmenej na suché spóry.

Uvedené poznatky dokumentujú výrazné antibiotické a antioxidačné vlastnosti čierneho korenia a cesnaku, ktoré ich radia k perspektívnym aditívam v konzervárenskom priemysle. Ich doterajšie použitie je však zväčša založené na empirických poznatkoch. Našou snahou bolo prehĺbiť vedomosti v tejto oblasti štúdiom vplyvu fytoncidov (ethanolový roztok piperínu, vodný extrakt cesnaku) v kombinácii so zníženou intenzitou termosterilizácie ( $F_0=2$ ) na aktuálny obsah mikroflóry v modelových vzorkách bravčového mletého mäsa v priebehu skladovania (jeden rok pri laboratornej teplote) v korelácii s nutričným a senzoric-kým hodnotením (Horzová et al., 1990). Modelovo bola skúmaná aj antibiotická účinnosť oboch fytoncidov v rôznych koncentráciách na vegetatívne bunky a spóry potravinársky významného *Bacillus subtilis*.

## MATERIÁL A METÓDY

Na prípravu modelových vzoriek bravčového mletého mäsa s prídavkom fytoncidných látok bolo použité bravčové zadné mäso (100 kg), bravčové kože (5 kg), NaCl (1,6 %) a nasledovné aditíva:

- ethanolový extrakt čierneho korenia (konc. piperínu 7,6 g/kg), riedený ethanolom (96%) na koncentrácie 0,0025, 0,005 a 0,76 %, (po 3 h reflux.),
- vodný extrakt cesnaku (1:2), riedený sterilnou destilovanou vodou na koncentrácie 0,47, 0,70 a 16,7 % v aseptických podmienkach.

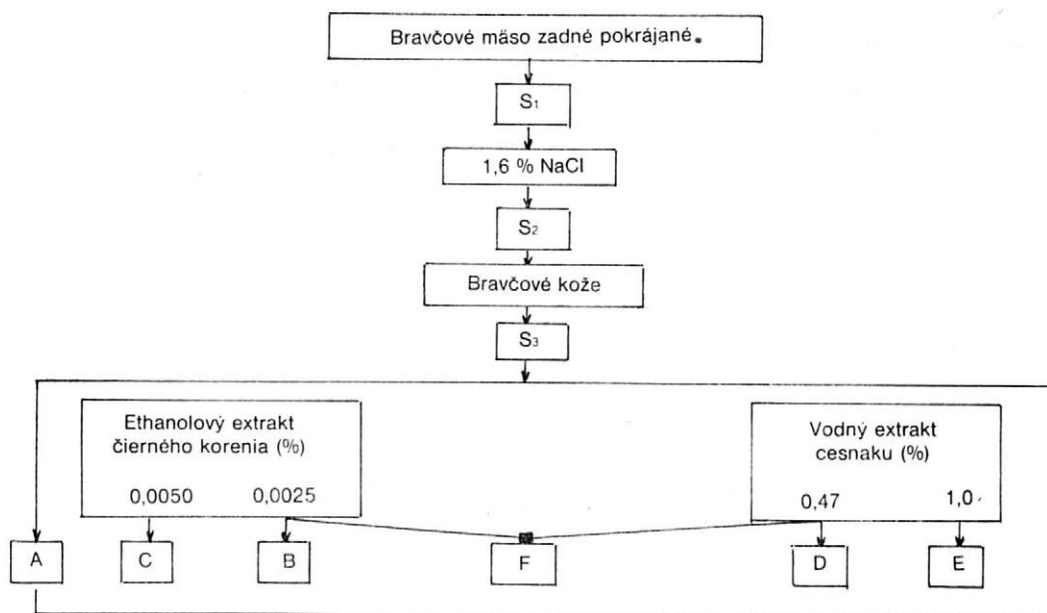
Mäso pokrývané na kocky s hranou cca 5 cm sme premiešali s uvedeným množstvom kuchynskej soli a aditív a pri zachovaní vsádzkovej hmotnosti 425 g sme ho pomleté plnili do plechoviek s rozmermi 99×63 mm. Po naplnení sme plechovky uzatvorili a sterilizovali pri teplote 121 °C tak, aby sa dosiahol požadovaný sterilizačný účinok  $F_0=2$  (rotačný autokláv PILOT ROTOR 900 fy STOCK vo VVMP Bratislava Rača). Teploty vo vnútri sterilizačného priestoru autoklávu a v strede konzervy snímané termočlankami počas sterilizácie boli graficky zaznamenané zapisovačom ELLAB 24 FD. Prehľad, označenia a technologický postup prípravy vzoriek uvádza obr. 1.

Inhibičný účinok oboch skúmaných fytoncidov voči *B. subtilis* CCP 1997 (vegetatívne bunky 24hodinová kultúra a spóry  $10^4$ /g) bol sledovaný ihneď po príprave aditív dvojrozmernou difúznou agarovou metódou (Betina, 1981) a mikrobiologická kontrola (celkový počet — ďalej CPM a aeróbne spórotvorné mikroorganizmy) bola vykonaná prvý deň po sterilizácii a príprave a po 30, 60, 90, 180, 270 a 360 dňoch skladovania ( $20 \pm 2$  °C) podľa ČSN 56 0100.

## VÝSLEDKY A DISKUSIA

Vplyv jednotlivých koncentrácií na kľúčenie a rast spór a na prežívanie





1. Technologický postup prípravy vzoriek — Technological process of preparing the samples

vegetatívnych buniek *Bacillus subtilis* CCP 1997, vyhodnotený difúznym testom (po 24hodinovej kultivácii pri 37 °C) sumarizuje tab. I.

Z dosiahnutých výsledkov vyplýva, že oba extrakty fytoncídnych látok prejavovali inhibičné účinky voči vybranému kmeňu. Veľkosť inhibičných zón ethanolového extraktu čierneho korenia bola úmerná použitej koncentrácii ako v prípade spór, tak aj vegetatívnych foriem. Z ich porovnania vidieť, že ethanolový extrakt čierneho korenia bol účinnejší voči spóram (3,1—5,8 mm) ako voči vegetatívnym bunkám *B. subtilis* (2,3—4,9 mm) pre jednotlivé testované koncentrácie piperínu (0,0025 až 0,76 %).

Pre cesnakový extrakt v nízkych koncentráciách (0,47 a 0,70 %), ako uvádza tab. I voči vegetatívnym bunkám (2,0 mm, 2,4 mm) je charakteristická slabšia inhibičná aktivita a minimálna inhibícia spór *B. subtilis*

I. Veľkosť inhibičných zón (mm) *B. subtilis* v závislosti od rôznych koncentrácií piperínu a cesnakového extraktu (kultivácia 24 h pri 37 °C) — The size of inhibiting zones (mm) of *B. subtilis* in dependence on various concentrations of piperine and garlic extract (cultivation for 24 hours at the temperature of 37 °C)

| Mikroorganizmus                       | <i>B. subtilis</i> CCP 1997 [10 <sup>4</sup> g <sup>-1</sup> ] |       |                   |       |                   |       |
|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-------|-------------------|-------|-------------------|-------|
|                                       | vegetatívne bunky                                              | spóry | vegetatívne bunky | spóry | vegetatívne bunky | spóry |
| Koncentrácia piperínu [%]             | 0,0025                                                         |       | 0,0050            |       | 0,76              |       |
| Inhibičná zóna [mm]                   | 2,3                                                            | 3,1   | 2,9               | 5,0   | 4,9               | 5,8   |
| Koncentrácia cesnakového extraktu [%] | 0,47                                                           |       | 0,70              |       | 16,7              |       |
| Inhibičná zóna [mm]                   | 2,0                                                            | 0,1   | 2,4               | 0,2   | 10,5              | 9,4   |

na hranici odčítateľnosti. Vyššia koncentrácia cesnakového extraktu (16,7 %) sa však prejavila vysokým inhibičným efektom a bola účinnejšia ako extrakt čierneho korenia v najvyššej skúmanej koncentrácii (cca 10 mm).

V ďalšej fáze pokusu sme sledovali mikrobiologický obraz (celkový počet, CPM a aeróbne spórotvorné mikroorganizmy) surového bravčového mäsa (kocky), mletého surového bravčového mäsa s 1,6% prídavku

II. Mikrobiologický obraz bravčového mletého mäsa s prídavkom fytoncídov počas jednoročného skladovania ( $20 \pm 2^\circ\text{C}$ ) — Microbiological picture of minced pork meat with phytoncide supplement during one-year-storage ( $20 \pm 2^\circ\text{C}$ )

| Vzorka                                                                 | Označené vzorky | CPM [KTJ] . g <sup>-1</sup> |                                       |     |     |     |                                       |                                       |                                       |
|------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------------------|---------------------------------------|-----|-----|-----|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
|                                                                        |                 | Skladovanie (dni)           |                                       |     |     |     |                                       |                                       |                                       |
|                                                                        |                 | štatistické vyhodnotenie    | 1.                                    | 30. | 60. | 90. | 180.                                  | 270.                                  | 360.                                  |
| Surové bravčové mäso kocky                                             | S <sub>1</sub>  | $\bar{x}$<br>s              | $1,1 \cdot 10^4$<br>$0,09 \cdot 10^2$ | —   | —   | —   | —                                     | —                                     | —                                     |
| Mleté surové bravčové mäso + 1,6 % NaCl                                | S <sub>2</sub>  | $\bar{x}$<br>s              | $8,2 \cdot 10^3$<br>$0,32 \cdot 10^2$ | —   | —   | —   | —                                     | —                                     | —                                     |
| Sterilizácia $F_0 = 2$ bez fytoncídov                                  | A               | $\bar{x}$<br>s              | 0                                     | 0   | 0   | <10 | $2,2 \cdot 10^2$<br>$0,05 \cdot 10^2$ | $3,4 \cdot 10^3$<br>$0,12 \cdot 10^2$ | ojedinele                             |
| Sterilizácia $F_0=2$ + + 0,0025 % piperínu                             | B               | $\bar{x}$<br>s              | 0                                     | 0   | 0   | 0   | $3,2 \cdot 10^2$<br>$0,04 \cdot 10^2$ | $5,8 \cdot 10^3$<br>$0,02 \cdot 10^3$ | <10                                   |
| Sterilizácia $F_0=2$ + + 0,050 % piperínu                              | C               | $\bar{x}$<br>s              | 0                                     | 0   | 0   | 0   | $5,4 \cdot 10^2$<br>$0,28 \cdot 10^2$ | $8,6 \cdot 10^3$<br>$0,15 \cdot 10^2$ | <10                                   |
| Sterilizácia $F_0=2$ + + 0,47 % cesnak. extraktu                       | D               | $\bar{x}$<br>s              | 0                                     | 0   | 0   | 0   | $1,6 \cdot 10^3$<br>$0,12 \cdot 10^2$ | $2,2 \cdot 10^2$<br>$0,08 \cdot 10^2$ | $4,5 \cdot 10^2$<br>$0,03 \cdot 10^2$ |
| Sterilizácia $F_0=2$ + + 1 % cesnak. extraktu                          | E               | $\bar{x}$<br>s              | 0                                     | 0   | 0   | 0   | $8,4 \cdot 10^2$<br>$0,08 \cdot 10^2$ | $7,3 \cdot 10^2$<br>$0,05 \cdot 10^2$ | $6,6 \cdot 10^2$<br>$0,06 \cdot 10^2$ |
| Sterilizácia $F_0=2$ + + 0,0025 % piperínu + + 0,47 % cesnak. extraktu | F               | $\bar{x}$<br>s              | 0                                     | 0   | 0   | 0   | $2,3 \cdot 10^3$<br>$0,18 \cdot 10^2$ | $2,8 \cdot 10^3$<br>$0,1 \cdot 10^2$  | $3,4 \cdot 10^3$<br>$0,2 \cdot 10^2$  |

KTJ = kolónie tvoriace jednotky

NaCl (iba na začiatku pokusu) a modelového výrobku bravčového mletého masa s prídavkom fytoncídov po príprave (prvý deň) a v priebehu ročného skladovania (rok 1989). Z každej vzorky sme otvárali dve paralelné konzervy a z každého návažku boli inokulované paralelne dve Petriho misky ( $n=4$ ). Priemerné hodnoty vyrastených kolónií vo vzorkách surového mäsa, ako aj v konzervách boli prepočítané na 1 g vzorky a štatisticky vyhodnotené (tab. II).

Surové, na kocky nakrájané bravčové mäso obsahovalo priemerne  $1,1 \cdot 10^4$  mikroorganizmov. Aeróbne spórotvorné mikroorganizmy sa vyskytli len sporadicky až do konca skladovacieho obdobia, takže ich tabelárne neuvádzame. Po pridaní 1,6 % soli do zhomogenizovanej masy bravčového mäsa poklesol východiskový počet mikroorganizmov poriadkovo na  $10^3$ , čo svedčí o známom inhibičnom účinku NaCl na prežívanie mikroorganizmov. Počas 90 dní skladovania nebola zaznamenaná prítomnosť mikroorganizmov, okrem ojedinelého pozitívneho nálezu vo vzorke A (bez fytoncídov) po 90 dňoch. Po 180 dňoch skladovania stúpli počty mikroorganizmov vo všetkých vzorkách na  $10^2$  až  $10^3$  a tento počet sa kolísavo udržal do konca skladovania. Výnimkou boli vzorky so sólovým prídavkom piperínu, v ktorých po jednoročnom skladovaní sa vyskytovali len ojedinelé nálezy mikroorganizmov (pod  $10$ ).

Záverom možno zhrnúť, že nami skúšaná kombinácia konzervačných metód vzhľadom na použitie zníženej intenzity termosterilizácie a relatívne dlhší skladovací čas priniesla prijateľné výsledky, jednak z mikrobiologického, ale aj zo senzorického a nutričného hľadiska. Táto netradičná konzervačná metóda sa ukázala ako možná pre aplikáciu v konzervárskom priemysle; v budúcnosti však bude potrebné prehodnotiť jej použitie na širšom súbore vhodných potravín, zvoliť vhodné druhy fytoncídov a ich primerané koncentrácie s cieľom dosiahnutia výrobkov s potrebnou trvanlivosťou, vysokou biologickou hodnotou a senzorickou príťažlivosťou.

## Literatúra

- AL-JALAY, B. — BLANK, G. — Mc CONNELL, B. — AL KHAYAT, M.: Antioxidant activity of selected spices used in fermented meat sausage. J. Food Protec., 50, 1987, č. 1, s. 25—27.
- BETINA, V.: Chémia a mikrobiológia antibiotík. Bratislava, VEDA, 1981, 500 s.
- DABABNEH, B. F. — DELAIMY, K. S.: Inhibition of *Staphylococcus aureus* by garlic extract. Lebensm.-Wiss. Technol., 17, 1984, č. 1, s. 29—31.
- EL-KHATEIB, T. — SCHMIDT, V. — LEISNER, L.: Inhibition of *Salmonellae* by garlic and onions in the Egyptian minced meat product "Kofta". Fleischwirtschaft, 1987, č. 12, s. 1503—1504.
- GRZYBOWSKI, R. — LEWICKA, B.: Wplyw fitoncydów czosnku (*Allium sativum* L.) na wzrost wybranych gatunków drobnoustrojów. Przem. Spożyw., 37, 1987, č. 6, s. 165 až 166.
- HOVADÍK, A.: Antibiotické látky v skladovanom cesnaku. Bull. Výsk. a Šlecht. Úst. Zelin. Olomouc 1981—1982, č. 25—26, s. 107—108.
- HOZOVÁ, B. — DRDÁK, M. — RAJNIAKOVÁ, A. — TAKÁČSOVÁ, M. — KOLÁRIK, J.: B vitamíny v netradične konzervovaných potravinách (znížená intenzita termosterilizácie, prídavok extraktov čierneho korenia a cesnaku). Potravinárske Vědy, 8, 1990, č. 4 [v tisku].
- HUNTANEN, C. N.: Inhibition of *Clostridium botulinum* by spice extracts and aliphatic alcohol. J. Food Protec., 43, 1980, s. 195—196.
- MADÁČOVÁ, P.: Vplyv netradičných metód konzervácie potravín na mikrobiologické a nutričné vlastnosti potravín. [Diplomová práca.] Bratislava 1988, 91 s. — CHTF SVŠT.

SALZER, V. — BROKER, V.: Wirkung von Pfeffer und Pfefferinhaltsstoffen auf die Mikroflora von Wurstwaren. *Fleischwirtschaft*, 57, 1977, č. 11, s. 2011—2020.

SHASHIKANTH, K. N. — BASAPPA, S. C. — SREENIVASA-MURTHY, V.: Studies on the antimicrobial and stimulatory factors of garlic (*Allium sativum* L.). *J. Fd Sci. Technol.*, 18, 1981, č. 2, s. 44—47.

SALZER, V.: Antimikrobielle Wirkung einiger Gewürzextrakte und Würzmischungen. *Fleischwirtschaft*, 62, 1982, č. 7, s. 885—887.

SREENIVASA-MURTHY, V. — SHASHIKANTH, K. N. — BASAPPA, S. C.: Antimicrobial action and therapeutics of garlic. *J. scientific ind. Res.*, 42, 1983, č. 7, s. 410—414.

SRIVASTAVA, K. C. — PERERA, A. D. — SARIDAKIS, H. O.: Bacteriostatic effects of garlic sap on gramnegative pathogenic bacteria and *in vitro* study. *Lebensm.-Wiss. Technol.*, 15, 1982, s. 74—76.

UENO, S. — OYAMADA, N. — KUBOTA, K. — ISHIZAKI, M.: The spore rec-assay of food additives from natural origin. *J. Fd Hyg. Soc. Jap.*, 30, 1983, č. 3, s. 172—174.

Došlo dňa 2. 2. 1990

ГОЗОВА, Б. — ДРДАК, М. — РАЙНИАКОВА, А. — ТАКАЧОВА, М. — КОЛАРИК, Й. (Химико-технологический факультет СВШТ, Братислава): **Использование фитонцидов при консервировании мясных продуктов.** *Potravinářské Vědy*, 8, 1990 [3]: 185—190.

Работа направлена на изучение влияния нетрадиционной комбинации методов консервирования, т. е. пониженной интенсивности термостерилизации ( $F_0 = 2$ ) и добавки фитонцидов: 1. черного перца (0,0025 и 0,0050 %), 2. чеснока (0,47 и 1,0 %), 3. комбинации черного перца и чеснока (0,0025 и 0,47 %) на микробиологические характеристики модельных продуктов свиного фарша в течение одногодичного хранения при лабораторной температуре. Аттестацией ингибирующей активности обоих применяемых фитонцидов против вегетативных клеток и спор *B. subtilis* диффузным методом был определен как более эффективный спиртовой экстракт черного перца, чем водный экстракт чеснока. Микробиологическое обследование выявило хорошую складированность в течение всего периода хранения ( $10^2$ — $10^3$  микроорганизмов), что находилось в связи с отличным органолептическим и питательным качеством модельных продуктов.

термостерилизация; фитонциды; пиперин; аллицин; микробиологические аспекты

HOZOVÁ, B. — DRDÁK, M. — RAJNIAKOVÁ, A. — TAKÁCSOVÁ, M. — KOLÁRIK, J. [Faculty of Chemical Technology of the Slovak Institute of Technology, Bratislava]: *The use of phytoncides during the preservation of meat products.* *Potravinářské Vědy*, 8, 1990 [3]: 185—190.

The study is concentrated on studying the effect of nontraditional combination of preservation methods, i. e. reducing the intensity of thermosterilization ( $F_0 = 2$ ) and supplement of phytoncides: 1) black pepper (0.0025 and 0.0050 per cent), 2) garlic (0.47 per cent and 1 per cent), 3) combination on of black pepper and garlic (0.0025 per cent + 0.47 per cent), on microbiological characteristics of model products of minced pork meat during one-year storage at the laboratory temperature. Test for the inhibiting activity of both applied phytoncides against the vegetation cells and spores of *B. subtilis* by the diffusion method showed that ethanol extract of black pepper was more effective than the water extract of garlic. Microbiological examination pointed to a good storability during the whole storage period ( $10^2$ — $10^3$  organisms), which also corresponded with the excellent sensing and acceptable nutritive quality of the model products.

thermosterilization; phytoncides; piperine; allicine; microbiological aspects

Adresa autorov:

RNDr. Bernadetta Hozová, Doc. Ing. Milan Drdák, CSc., Ing. Alica Rajniaková, Ing. Mária Takáčsová, CSc., Ing. Jozef Kolárik, Chemickotechnologická fakulta SVŠT, Radlinského 9, 812 37 Bratislava

# URČENIE OPTIMÁLNYCH PARAMETROV KOMBINÁCIE IONIZUJÚCEHO ŽIARENIA A TERMOSTERILIZÁCIE VZHLADOM NA SENZORICKÚ HODNOTU

S. Dudášová, L. Šormant, J. Dudáš, B. Hozová, A. Rajniaková

---

DUDÁŠOVÁ, S. — ŠORMANT, L. — DUDÁŠ, J. — HOZOVÁ, B. — RAJNIAKOVÁ, A. [Výskumný ústav výživy ľudu, Bratislava; Chemickotechnologická fakulta SVŠT, Bratislava]: *Určenie optimálnych parametrov kombinácie ionizujúceho žiarenia a termosterilizácie vzhľadom na senzorickú hodnotu*. Potravinárske Vědy, 8, 1990 (3): 191—198.

Bol sledovaný kombinovaný účinok ionizujúceho žiarenia a termosterilizácie na zmeny senzorickej hodnoty bravčového gulášu. Optimálne podmienky opracovania boli určené metódou plánovania pokusov. Z hľadiska hygienickej nezávadnosti boli zvolené podmienky opracovania v hraniciach 0,5 až 9,5 kGy (0,05—0,95 Mrad) a tepelného procesu pri 121 °C v čase od 5 do 55 minút. Senzorická hodnota vzoriek bola sledovaná hneď po príprave a v 41. dni skladovania pri teplote  $20 \pm 2$  °C. Boli získané regresné rovnice pre popis zmien celkovej senzorickej hodnoty, ako aj zmien hodnoty deskriptorov mäsovej vône a chuti v celkovom vneme. Optimálne parametre kombinácie dávky ionizujúceho žiarenia a času termosterilizácie pri 121 °C vzhľadom na sledované senzorické ukazovatele mali hneď po príprave vzorky hodnotu od 33 do 35 minút a 2,9 až 4,2 kGy. V skladovaných vzorkách došlo k posunu optimálneho času sterilizácie k vyšším hodnotám (41—45 minút, 3,4—4,7 kGy) vzhľadom na vzorky bez skladovania. Túto skutočnosť možno vysvetliť nedostatočnou inaktiváciou enzýmov a vyššou citlivosťou zložiek potravín v dôsledku použitia ionizujúceho žiarenia.

termosterilizácia; ožarovanie potravín; kombinácie konzervačných metód; konzervovanie mäsa; senzorická hodnota

---

V procese termosterilizácie potravín dochádza k značnému úbytku nutrične a senzoricky významných látok. Súčasne je tento proces úchovy potravín veľmi energeticky náročný. Snaha po znížení energetickej náročnosti vedie ku skúmaniu možností netradičných postupov predlžovania údržnosti potravín. Jedným z nich je aj ožarovanie potravín, ktoré je staré už 90 rokov. Prvý patent týkajúci sa ožarovania potravín bol vydaný v roku 1930 vo Francúzsku. Ožarovanie potravín však bolo v tých časoch nepreskúmané z hľadiska hygienickej bezchybnosti. V záujme vyriešenia tohoto problému bola v Paríži podpísaná dohoda nazvaná International Food Irradiation Project (IFIP) medzi devätnástimi krajinami a dvoma medzinárodnými organizáciami. Na základe výsledkov výskumov, Komisia expertov pre ožarovanie potravín (JECFI) pri FAO IAEA/WHO v roku 1976 a 1980 rozhodla, že ožarovanie akéhokoľvek druhu potravín do celkovej priemernej dávky 10 kGy (1 Mrad) nepredstavuje žiadne toxikologické nebezpečenie (Dempster, 1985).

Na sterilizáciu potravín (radapertizáciu) sú však potrebné podstatne

vyššie dávky žiarenia (do 50 kGy) ako je odporúčaná dávka. Preto v záujme hygienickej bezchybnosti, zachovania nutričnej hodnoty a senzorickej prijateľnosti je potrebné znížiť dávku ionizujúceho žiarenia do hodnoty 10 kGy a sterilizačný účinok doplniť inou vhodnou metódou predĺžovania údržnosti potraviny [Goldblith, 1967].

## MATERIÁL A METÓDY

### Príprava vzorky

Na prípravu bolo použité bravčové mäso zo stehna, zbavené tuku a šliach, nakrájané na kocky (30 mm<sup>3</sup>) a nasolené (1,6 %). Surovina bola plnená do lakovaných plechoviek P 1/2 (425 g) a doplnená tukom a spojkou (4,7 %, 4,7 %). Plechovky boli sterilizované na vertikálnom autokláve AUT 26/II pri teplote 121 °C (v dĺžke 15 až 55 minút podľa rozpisu pre dvojfaktorový plán experimentu; po termickom opracovaní boli vzorky ožiarené). Zdrojom žiarenia bol Co<sup>60</sup> s dávkovou rýchlosťou 2644,09 Gy/h s homogenitou  $\pm 2$  %. Na porovnanie bola pripravená vzorka termosterilizáciou s režimom 70 minút pri teplote 121 °C.

### Matematicko-štatistické metódy

Experiment bol uskutočnený metódou plánovania pokusov (RSM — Response Surface Methodology). Kombinácie parametrov ionizujúceho žiarenia a dĺžky termického účinku pri teplote 121 °C boli určené rozpisom pre dvojfaktorové plány vo zvolených hraniciach 0,5–9,5 kGy a 15–55 minút. Na vyhodnotenie bol použitý program ROUCEKOP [Šorman et al., 1988].

### Skladovanie

Vzorky boli hodnotené po príprave (nultý deň) a po 41dňovom skladovaní pri teplote 20  $\pm 2$  °C.

### Termosterilizačný účinok

Intenzita termosterilizačného účinku na mikroorganizmy bola zistená výpočtom  $F$  hodnoty pre  $z = 10$  °C (určené pre *Clostridium botulinum*) integrálnou metódou [Kyzlík, 1988].

Intenzita termosterilizačného účinku na inaktiváciu enzýmov bola hodnotená výpočtom  $E$  hodnoty pre  $z = 13$  °C — určené pre lipázu [Reichert, 1974].

### Senzorická analýza

Pripravené vzorky boli hodnotené 10člennou komisiou bodovým testom. Bodový test zahŕňoval hodnotenie farby, vzhľadu, vône, chuti a konzistencie vzorky v rozsahu 0 až 5 bodov pre jednotlivé senzorické charakteristiky (5 bodov — najvyšší stupeň kvality). Bodový test bol použitý z dôvodu kvantifikácie celkovej senzorickej prijateľnosti výrobku z hľadiska spotrebiteľa.

Profily vône boli hodnotené podľa intenzity vnemu (0 až 5 bodov) deskriptormi — mäsový, po pečení, kovový, po ožiarení, cudzí. Profily chuti popisovali deskriptory — mäsový, slaný, po tuku, horký, cudzí, po ožiarení.

Senzorické hodnotenie modelových výrobkov bolo uskutočnené za studena a za tepla po zohriatí na konzumnú teplotu.

## VÝSLEDKY A DISKUSIA

V našej práci sme zvolili hranice skúmanej oblasti zmien parametrov v rozsahu 0,5 až 9,5 kGy, ktoré podľa súčasných literárnych údajov sú z hygienického, nutričného a senzorickeho hľadiska vyhovujúce. Použité



kombinácie času výdrže sterilizácie a dávky ionizujúceho žiarenia ako aj zistené hodnoty  $F_{10}^{121}$  a  $E_{13}^{100}$  pre termoinaktivačné účinky procesu sú v tab. I.

I. Kombinácie dávok ionizujúceho žiarenia a času výdrže sterilizácie pri 121 °C a termoinaktivačné účinky tepelného procesu — Combination of doses of ionizing radiation and time of duration of sterilization at the temperature of 121 °C and the thermoinactivation effect of the heat treatment.

| Vzorka | Čas<br>[min] | Dávka<br>žiarenia<br>[kGy] | $F_{10}^{121}$<br><i>Cl. botulinum</i> | $E_{13}^{100}$<br>lipáza |
|--------|--------------|----------------------------|----------------------------------------|--------------------------|
| 1      | 49           | 8,1                        | 2,08                                   | 129,4                    |
| 2      | 49           | 1,9                        | 2,08                                   | 129,4                    |
| 3      | 21           | 8,1                        | —                                      | 2,0                      |
| 4      | 21           | 1,9                        | —                                      | 2,0                      |
| 5      | 35           | 9,5                        | 1,05                                   | 33,8                     |
| 6      | 35           | 0,5                        | 1,05                                   | 32,6                     |
| 7      | 55           | 5,0                        | 6,60                                   | 167,7                    |
| 8      | 15           | 5,0                        | —                                      | 0,5                      |
| 9      | 35           | 5,0                        | 1,05                                   | 33,8                     |
| 10     | 35           | 5,0                        | 1,10                                   | 34,6                     |
| 11     | 35           | 5,0                        | 1,08                                   | 34,2                     |
| 12     | 35           | 5,0                        | 1,08                                   | 34,2                     |
| 13     | 35           | 5,0                        | 1,10                                   | 34,6                     |
| 14     | 70           | —                          | 10,31                                  | 631,9                    |

Eisner (1970) uvádza, že postačujúci termosterilizačný proces pre sledovaný typ výrobku je charakterizovaný  $F$  hodnotou približne 3 a vyššie vzhľadom na prítomnosť *Cl. botulinum* ( $z = 10$  °C). Odporúčaná požadovaná  $E$  hodnota (Šormán et al., 1980) je rovná 40.

Vyhodnotením bodového testu pre celkovú senzoricкую kvalitu zahrňajúcu vzhľad, farbu, vôňu, konzistenciu a chuť výrobkov opracovaných kombinovanou metódou termosterilizácie a dávky ionizujúceho žiarenia sme získali regresnú rovnicu v tvare [1] pre vzorky hodnotené za studena hneď po príprave.

$$y = 7,5607 + 2,0111 \cdot \gamma + 0,7989 \cdot t - 0,2295 \cdot \gamma^2 - 0,0107 \cdot t^2 - \\ - 0,0150 \cdot \gamma \cdot t$$

kde:  $\gamma$  — dávka ionizujúceho žiarenia v kGy

$t$  — čas výdrže sterilizácie pri 121 °C

Závislosť celkovej senzorickej hodnoty modelových vzoriek od zmeny parametrov použitého kombinovaného procesu hneď po ožiarení a zohriatí na konzumnú teplotu vyjadruje rovnica [2].

$$y = 6,3486 + 1,9579 \cdot \gamma + 0,8554 \cdot t - 0,2318 \cdot \gamma^2 - 0,01149 \cdot t^2 - \\ - 0,01325 \cdot t \cdot \gamma \quad [2]$$

Vplyv zmien parametrov procesu na zmeny celkovej sensorickej hodnoty výrobkov po skladovaní pri  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  vyjadrujú rovnice [3] a [4].

Za studena má regresná rovnica tvar

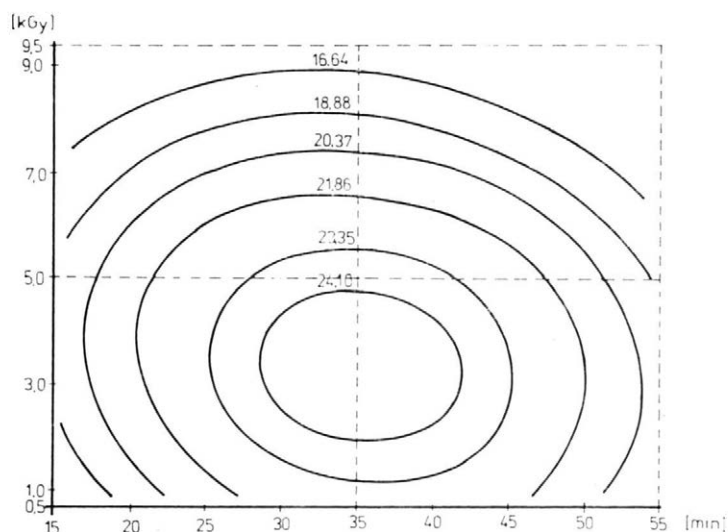
$$y = 5,5570 - 1,1092 \cdot \gamma + 1,4384 \cdot t - 0,0184 \cdot t^2 + 0,0317 \cdot \gamma \cdot t \quad [3]$$

Fisherovo kritérium pre testovanie adekvátnosti uvedenej rovnice má vysokú hodnotu, z čoho vyplýva, že rovnica [3] je neadekvátna. Táto skutočnosť je dôkazom, že sensorické hodnotenie pokrmov za studena nie je postačujúce, pretože mnohé chuťové a aromatické zložky a korigencie sú postrehnuteľné až po zohriatí potraviny.

Po zohriatí vzoriek má regresná rovnica tvar

$$y = -19,6728 + 1,09496 \cdot \gamma + 1,88998 \cdot t - 0,11605 \cdot \gamma^2 - 0,0220 \cdot t^2 \quad [4]$$

Grafickým vyjadrením rovníc [2] a [4] sú vrstevnicové diagramy na obr. 1 a 2.



1. Zmeny celkového sensorického hodnotenia vzoriek konzervovaných za tepla kombinovanou metódou v závislosti od zmien dávok ionizujúceho žiarenia a času termosterilizácie v deň prípravy vzoriek — Changes of the general sensory assessment of samples preserved by combined heat treatment method in dependence on changes in doses of ionizing radiation and time of thermosterilization of the day of preparation of samples.

II. Optimálne podmienky kombinácie ionizujúceho žiarenia a času sterilizácie vzhľadom na celkové sensorické hodnotenie — Optimal conditions of combination of ionizing radiation and time of sterilization with respect to the general sensory assessment

| Maximálna sensorická hodnota [body] | Čas výdrže sterilizácie [min] | Dávka žiarenia [kGy] | Čas skladovania [dni] | Podmienky hodnotenia |
|-------------------------------------|-------------------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|
| 25                                  | 35,0                          | 3,2                  | 0                     | za studena           |
| 25                                  | 35,0                          | 3,2                  | 0                     | za tepla             |
| 23                                  | 44,9                          | 4,7                  | 42                    | za tepla             |



Zmeny intenzity mäsového deskriptoru v celkovom vneme chuti hneď po príprave vyjadruje rovnica:

$$Y_{ch_0} = 2,03926 + 0,33046 \cdot \gamma + 0,1335 \cdot t - 0,0385 \cdot \gamma^2 - 0,00176 \cdot t^2 - 0,0029 \cdot \gamma \cdot t \quad [7]$$

Zmeny intenzity mäsového deskriptoru chuti po 41 dňoch skladovania popisuje rovnica:

$$Y_{ch_{42}} = -8,8796 + 0,6697 \cdot \gamma + 0,5478 \cdot t - 0,01744 \cdot \gamma^2 - 0,0056 \cdot t^2 - 0,0121 \cdot \gamma \cdot t \quad [8]$$

Optimálne podmienky kombinácie dávok ionizujúceho žiarenia a času termosterilizácie pre mäsový deskriptor v celkovom vneme chuti a vône pri teplote 121 °C vyjadruje tab. III.

III. Optimálne parametre kombinácie dávok ionizujúceho žiarenia a času termosterilizácie pre mäsový deskriptor v celkovom vneme chuti a vône — Optimal parameters of combination of doses of ionizing radiation and time of thermosterilisation for meat descriptor in the overall perception of flavour.

| Maximálna hodnota [body] | Čas výdrže sterilizácie [min] | Dávka ionizujúceho žiarenia [kGy] | Čas skladovania [dni] | Deskriptor mäsový |
|--------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|-------------------|
| 5                        | 33,9                          | 4,2                               | 0                     | vôňa              |
| 5                        | 41,3                          | 4,5                               | 42                    | vôňa              |
| 5                        | 34,5                          | 2,9                               | 0                     | chuť              |
| 5                        | 45,5                          | 3,4                               | 42                    | chuť              |

Zo získaných výsledkov vyplýva, že mnohé nežiadúce senzorké ukazovatele sa neprejavajú na zmene vône a chuti okamžite, ale až v priebehu skladovania, čo potvrdzujú aj iní autori [Dempster, 1985]. Túto skutočnosť možno vysvetliť nedostatočnou inaktiváciou enzýmov (vzorky so skráteným časom sterilizácie a vyššími dávkami žiarenia), ako aj zvýšenou reaktivitou jednotlivých zložiek v samotnej potravine spôsobenej ionizujúcim žiarením. V dôsledku toho bolo zaznamenané posunutie optimálnej dĺžky sterilizácie k vyšším hodnotám po štyridsiatom prvom dni skladovania pri teplote 20 °C.

## Literatúra

- DEMPSTER, J. F.: Radiation preservation of meat and meat products. A Review. Meat Sci., 12, 1985, s. 61—89.  
 DEMPSTER, J. F. — HAWRYSH, L. J. — SHAND, D. — LAHOLA-CHOMIAK, — CORLETT, L.: Effect of low dose irradiation (radurization) on shelf life beef burgers stored at 3 °C. J. Food Technol., 20, 1985, s. 145—154.  
 EISNER, M.: Einführung in die Technik und Technologie der Rotationsterilisation. Braunschweig, Verlag Gunter Hempel 1970, s. 96.  
 GOLDBLITH, S. A.: Radiation processing of foods and drugs. In: HEID, J. L. — JOSLYN,

N. A. (Eds): Fundamentals of food processing operations. Westport, Conn, Avi Publishing Co. 1967, 730 s.

KYZLINK, V.: Základy konzervace potravin, Praha, SNTL 1988, 511 s.

REICHERT, J. E.: Optimale Sterilisationstemperaturen für Fertiggerichte. Fleischwirtschaft, 54, 1974, s. 1305—1313.

ŠORMAN, L. — DUDÁŠOVÁ, S. — DUDÁŠ, J. — KRÁLIK, M.: Využitie metód plánovania experimentu v potravinárskom výskume. Potravinárske Vědy, 6, 1988, s. 35—42.

ŠORMAN, L. — HOZOVÁ, B. — RAJNIAKOVÁ, A. et al.: Štúdium chemických a biochemických zmien potravín spracovávaných konzervárensky IV. [Čiastková záverečná správa.] Bratislava, 1980, 247 s.

Došlo dňa 30. 11. 1989

ДУДАШОВА, С. — ШОРМАНТ, Л. — ДУДАШ, Й. — ГОЗОВА, Б. — РАЙНИАКОВА, А. (Научно-исследовательский институт питания населения, Братислава; Химико-технологический факультет СВШТ, Братислава): **Определение оптимальных параметров комбинации ионизирующего излучения и термостерилизации при учете органолептической оценки.** Potravinárske Vědy, 8, 1990 (3): 191—198.

Изучали комбинированный эффект ионизирующего излучения и термостерилизации на изменения органолептической оценки свиного гуляша. Оптимальные условия обработки определялись методом планирования опытов. С точки зрения гигиенической безвредности выбранные условия обработки находились в пределах 0,5—9,5 кГр (0,05—0,95 Мрад) и теплового процесса при 121 °С в течение 5—55 минут. Органолептическая оценка образцов изучалась сразу после подготовки и на 41-ый день хранения при температуре 20±2 °С. Получили регрессные уравнения для описания изучаемых органолептических показателей сразу после подготовки, изменения общей органолептической оценки, как и изменений дескрипторов запаха и вкуса мяса в его общем восприятии. Оптимальные параметры комбинации дозы ионизирующего излучения и времени термостерилизации при 121 °С с учетом изучаемых органолептических показателей имели образцы сразу после подготовки, значения от 33 до 35 минут и 2,9—4,2 кГр. В складированных образцах получалось передвижение оптимального срока стерилизации к более высоким значениям (41—45 минут; 3,4—4,7 кГр) с учетом образцов без складирования. Этот факт можно объяснить недостаточной инактивацией ферментов и большей чувствительностью составных частей пищевых продуктов в результате использования ионизирующего излучения.

термостерилизация; облучение пищевых продуктов; комбинация методов консервирования; консервирование мяса; органолептическая оценка

DUDÁŠOVÁ, S. — ŠORMAN, L. — DUDÁŠ, J. — HOZOVÁ, B. — RAJNIAKOVÁ, A. (Research Institute for Human Nutrition, Bratislava; Faculty of Chemical Technology of the Slovak Technical University, Bratislava): *Determination of the optimal parameters of the combination of ionizing radiation and thermosterilisation on sensory value.* Potravinárske Vědy, 8, 1990 (3): 191—198.

The combined effect of ionizing radiation and thermosterilisation on changes in sensory value of pork goulash was observed. Optimal conditions of the treatment were specified by the method of experiment planning. From the viewpoint of hygienic safety, the conditions of treatment were set between 0.5 and 9.5 kGy (0.05—0.95 Mrad) and heat process at the temperature of 121 °C within a time from 5 to 55 minutes. Sensory value of samples was observed immediately after the treatment and on the 41st day of storage at the temperature of 20 ± 2 °C. Regression equations were derived for description of changes of the total sensory value as well as changes of the values value of samples was observed immediately after the treatment and on the 41st day of descriptors of meat flavour in the whole perception. The optimal parameters of the combination of dosage of ionizing radiation and thermosterilization time at the temperature of 121 °C in relation to the sensory parameters studied, ranged from 33 to 35 minutes and 2.9 to 4.2 kGy, respectively, immediately after the treatment of sample. In the stored samples, the optimal sterilization time and radiation doses were shifted

to higher values (41 to 45 minutes, 3.4 to 4.7 kGy) as compared with non-stored samples. This fact may be ascribed to insufficient enzyme inactivation and to a higher sensitiveness of food ingredients as a result of exposure to ionizing radiation.

thermosterilization; irradiation of food; combination of preservation methods; preservation of meat; sensory value

DUDÁŠOVÁ, S. — ŠORMAN,† L. — DUDÁŠ, J. — HOZOVÁ, B. — RAJNIAKOVÁ, A. [Forschungsinstitut für Volksernährung, Bratislava; Chemisch-technologische Fakultät der Slowakischen technischen Hochschule, Bratislava]: *Bestimmung der optimalen Parameter der Kombination der Ionisationsstrahlung und Hitzesterilisation hinsichtlich des sensorischen Wertes*. Potravinárske Vědy, 8, 1990 (3): 191—198.

Es wurde die kombinierte Wirkung der Ionisationsstrahlung und der Hitzesterilisation auf Änderungen des sensorischen Wertes bei Schweinegulasch untersucht. Die optimalen Bedingungen der Behandlung wurden durch die Methode der Versuchsplanung bestimmt. Vom Gesichtspunkt der hygienischen Unbedenklichkeit wurden die Behandlungsbedingungen zwischen 0,5 und 9,5 kGy (0,05—0,95 Mrad) und des Hitzeprozesses bei 121 °C in einer Dauer von 5 bis 55 Minuten erwählt. Der sensorische Wert der Proben wurde gleich nach der Zubereitung und am 41. Tag der Lagerung bei einer Temperatur von  $20 \pm 2$  °C untersucht. Es wurden sowohl Regressionsgleichungen für die Beschreibung der Änderungen des allgemeinen sensorischen Wertes, als auch der Änderungen des Wertes der Deskriptoren des Fleischaromas und -geschmackes im allgemeinen gewonnen. Die optimalen Parameter der Kombination der Ionisationsstrahlenmenge und der Hitzesterilisationszeit bei 121 °C hinsichtlich der verfolgten sensorischen Indices, lagen gleich nach der Zubereitung der Proben bei 33 bis 35 Minuten und 2,9 bis 4,2 kGy. In den lagernden Proben kam es zu einer Verschiebung der optimalen Zeit der Sterilisation zu höheren Werten (41—45 Minuten, 3,4—4,7 kGy) im Vergleich zu den Proben ohne Lagerung. Diese Tatsache kann auf eine ungenügende Inaktivierung der Enzyme und eine höhere Sensibilität der Lebensmittelkomponenten infolge der Anwendung von Ionisationsstrahlen zurückgeführt werden.

Thermosterilisation; Lebensmittelbestrahlung; Kombination von Konservierungsmethoden; Fleischkonservierung; sensorischer Wert

---

#### Adresy autorov:

Ing. Slavomíra Dudášová, Výskumný ústav výživy ľudu, nám. 4. apríla 7, 812 30 Bratislava  
RNDr. Bernadette Hozová, Ing. Alica Rajniaková, CSc., Ing. Jozef Dudáš, CSc., Chemickotechnologická fakulta SVŠT, Radlinského 9, 812 37 Bratislava

---



# MECHANICKÉ VLASTNOSTI BRAMBOROVÝCH HLÍZ A SLOŽENÍ JEJICH ZÁKLADNÍCH ČÁSTÍ

J. Blahovec, K. Patočka, K. Lejčková, R. Janál, B. Míča

---

BLAHOVEC, J. — PATOČKA, K. — LEJČKOVÁ, K. — JANÁL, R. — MÍČA, B. (Vysoká škola zemědělská, Praha; Výzkumný a šlechtitelský ústav bramborářský, Havlíčkův Brod): *Mechanické vlastnosti bramborových hlíz a složení jejich základních částí*. Potravinářské Vědy, 8, 1990 (3): 199—221.

V práci jsou uvedeny výsledky testů hlíz 16 odrůd brambor v období počátku jejich skladování. Vyšetřován byl obsah sušiny, vlákniny a škrobu v jejich základních částech (krajový parenchym, středový parenchym a dřevina) a elektrická konduktivita těchto částí. K vyšetřování mechanických vlastností se používal test odrazovým kyvadlem s určováním stupně elasticity (SE) a podílu pružných rázů (PPR). Používán byl i creep středních partií hlíz. Bylo zjištěno, že obsah sušiny klesá směrem od povrchu do středu hlíz a vztah mezi obsahem škrobu a sušiny je velmi blízký ve všech testovaných částech. Obsah vlákniny je v testovaných částech velmi variabilní. Většina pozorovaných mechanických a elektrických parametrů roste s rostoucím obsahem sušiny v různých částech hlíz a SE a PPR též s rostoucím obsahem vlákniny ve středovém parenchymu. Výjimkou jsou některé parametry creepového testu (viskozita a retardační čas  $T_r$ ), které nejvíce závisejí na obsahu neškrobů v dřevině hlízy. Celá problematika bude kriticky zhodnocena v dalších pracích, které jsou v současné době připravovány.

hlízy bramborů; vláknina; škrob; neškroby; parenchym krajový a středový; dřevina, creep, odrazové kyvadlo; stupeň elasticity; podíl pružných rázů; korelační analýza

---

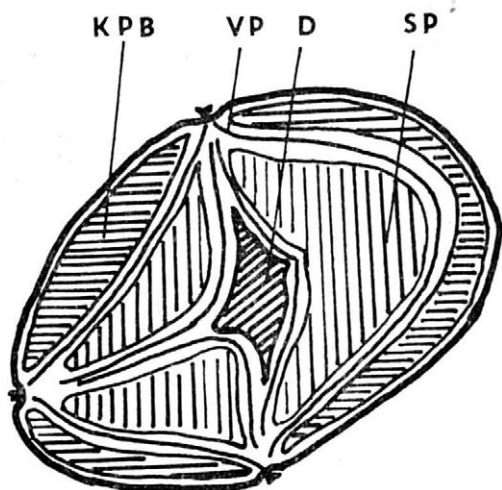
Mechanické vlastnosti hlíz brambor a s nimi spojená odolnost hlíz proti mechanickému poškození závisejí na chemickém složení hlíz. Souvislost mezi obsahem škrobu a náchylností hlíz brambor k poškození se v literatuře uvádí mnohokrát (např. Hughes, 1974) a souvislost mechanické pevnosti hlíz brambor a jejich složení byla uváděna v předchozích pracích (Blahovec et al., 1983, 1984, 1985).

Tato práce přináší informace o souvislostech mezi mechanickými vlastnostmi hlízy a složením jejich základních částí. Na tuto práci navazují další dvě práce, v nichž jsou studovány otázky mechanických vlastností základních částí hlíz (Blahovec et al., 1990) a otázky odolnosti hlíz proti mechanickému poškození (Blahovec, 1990).

## MATERIÁL A METODY

K experimentům byly použity hlízy brambor sklizené z pozemků ÚKZÚZ Lípa (1987, 1988) a VŠÚB Havlíčkův Brod (1986). Část materiálu z roku 1986 představovala dodávka JZD Agrokombinát Slušovice (dodávka kooperujících závodů z Českomoravské vrchoviny). Všechny experimenty byly prováděny s materiálem krátkodobě skladovaným (říjen—listopad).

Testovány byly celkem čtyři soubory hlíz. První soubor tvořený 10–20 hlízami sloužil jako zdroj materiálu pro studium složení základních částí hlízy, jak je to vyznačeno v obr. 1. Části hlíz, odpovídající vyšrafovaným plochám v obr. 1, byly opatrně vykrájeny nožem ve formě tenkých lupínků a takto vzniklé vzorky částí krajového parenchymu boků (KPB), středového parenchymu (SP) a dřene (D) byly dále analyzovány. Obsah sušiny ( $c_s$ ) ve vzorcích byl stanoven gravimetricky. U suchého materiálu byl stanoven obsah vlákniny v sušině ( $c_{vs}$ ) degradací dalších složek v kyselém a zásaditém prostředí s následným promýváním vodou, popř. polarimetricky stanoven obsah škrobu v sušině ( $c_{sks}$ ). Tyto veličiny pak sloužily k výpočtům dalších odvozených veličin (tab. 1).



1. Příčný řez bramborovou hlízou s vyznačením základních částí: KPB [krajový parenchym na boku hlízy], VP [vaskulární prstenec], SP [středový parenchym], D [dřeň]. Vyšrafované části vyznačují místa odebrané dužniny k určení složení KPB, SP, D. Nevyšrafovaná část řezu představuje odpad (slupka, oblast vaskulárního prstence a rozhraní mezi SP a D — Cross section through a potato tuber with indication of the main parts: KPB [outer parenchyma on tuber side], VP [vascular ring], SP [centre parenchyma], D [flesh]. The hatched parts show the places where flesh was sampled for the determination of KPB, SP and D composition. The empty part of the cross section area represents the waste [skin, area of vascular ring, and border between SP and D]

I. Veličiny charakterizující složení dužniny bramborové hlízy — Data characterizing the composition of potato tuber flesh

| Veličina                    | Označení  | Jednotka | Definice                        |
|-----------------------------|-----------|----------|---------------------------------|
| Obsah sušiny                | $c_s$     | %        | stanoveno experimentálně        |
| Obsah vlákniny v sušině     | $c_{vs}$  | %        | stanoveno experimentálně        |
| Obsah škrobu v sušině       | $c_{sks}$ | %        | stanoveno experimentálně        |
| Obsah vlákniny              | $c_v$     | %        | $c_v = c_{vs} \cdot c_s / 100$  |
| Obsah škrobu                | $c_{sk}$  | %        | $c_s = c_{sks} \cdot c_s / 100$ |
| Obsah neškrobů              | $c_n$     | %        | $c_n = c_s - c_{sk}$            |
| Obsah vlákniny v neškrobech | $c_{vn}$  | %        | $c_{vn} = c_v / c_n \cdot 100$  |

Další soubor 10 až 15 hlíz sloužil k vyšetřování creepu středu hlíz. Ze středu hlíz byly korkovrtem vyříznuty válečky o průměru 15 mm a příčně zkráceny ve speciálním přípravku na délku 23 mm. Takto vzniklé válcové vzorky, jejichž osa byla totožná s osou hlízy, byly umístěny do zvláštního přípravku a deformovány stálým zatížením (creepem) v tlaku, jak je to naznačeno v obr. 2. Z časového průběhu deformace v rozmezí 5–7200 s byly regresní analýzou určovány parametry Burgersova modelu (obr. 2).

Soubor 25 hlíz pro každou testovanou odrůdu byl použit ke klasickému testování odolnosti hlíz proti mechanickému poškození s odrazovým kyvadlem PSW 70 (Gall et al., 1967; Břečka, Hanousek, 1975). Testování probíhalo dvojím úderem do stejného místa (úderník o průměru 10 mm, úhel vychýlení 60°). Na každé hlíze byla zvolena čtyři místa úderu: dvě na bocích hlízy, a to ve směru nejmenšího rozměru (značíme B1) a ve směru největšího příčného rozměru (značíme B2), další pak ve směru osy hlízy do pupku (P) a korunky (K). Pro každý úder byl vyhodnocován stupeň elasticity (SE), jako poměr energií kyvadla po odrazu a před ním:

$$SE = \frac{1 - \cos \alpha_2}{1 - \cos \alpha_1}, \quad [1]$$

kde:  $\alpha_1$  — úhel vychýlení kyvadla před spuštěním

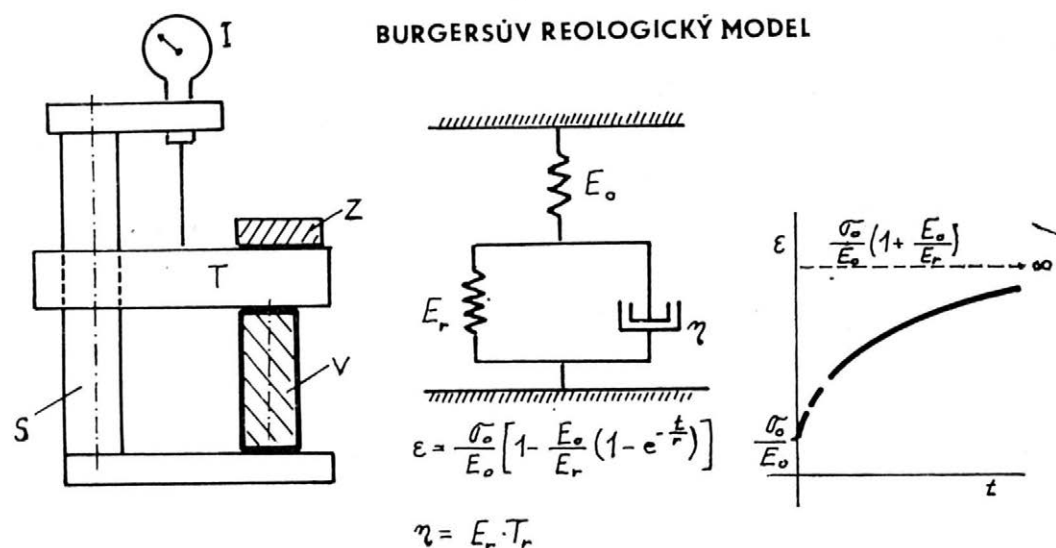
$\alpha_2$  — maximální úhel vychýlení kyvadla po odrazu

Stupeň elasticity  $SE$  vyjadřuje podíl elastické energie na celkové energii rázu. Další veličinou vyhodnocovanou v každém testovaném místě je podíl pružných rázů (PPR). Je to veličina charakteristická pro celý testovaný soubor. Vychází z operacionalistické definice pružného rázu v opakovaném úderu kyvadla do hlízy [Břečka, Hanoušek, 1975]. Ráz je považován za pružný, je-li odskok kyvadla při opakovaném úderu větší, nebo alespoň rovný odskoku při prvním úderu vedeném do téhož místa na obvodu hlízy. Podíl pružných rázů v souboru je pak roven:

$$PPR = \frac{n_p}{n_o} \quad [2]$$

kde:  $n_p$  — počet pružných rázů

$n_o$  — počet testovaných případů v nějakém souboru, tj. počet hlíz, testovaných v dané poloze



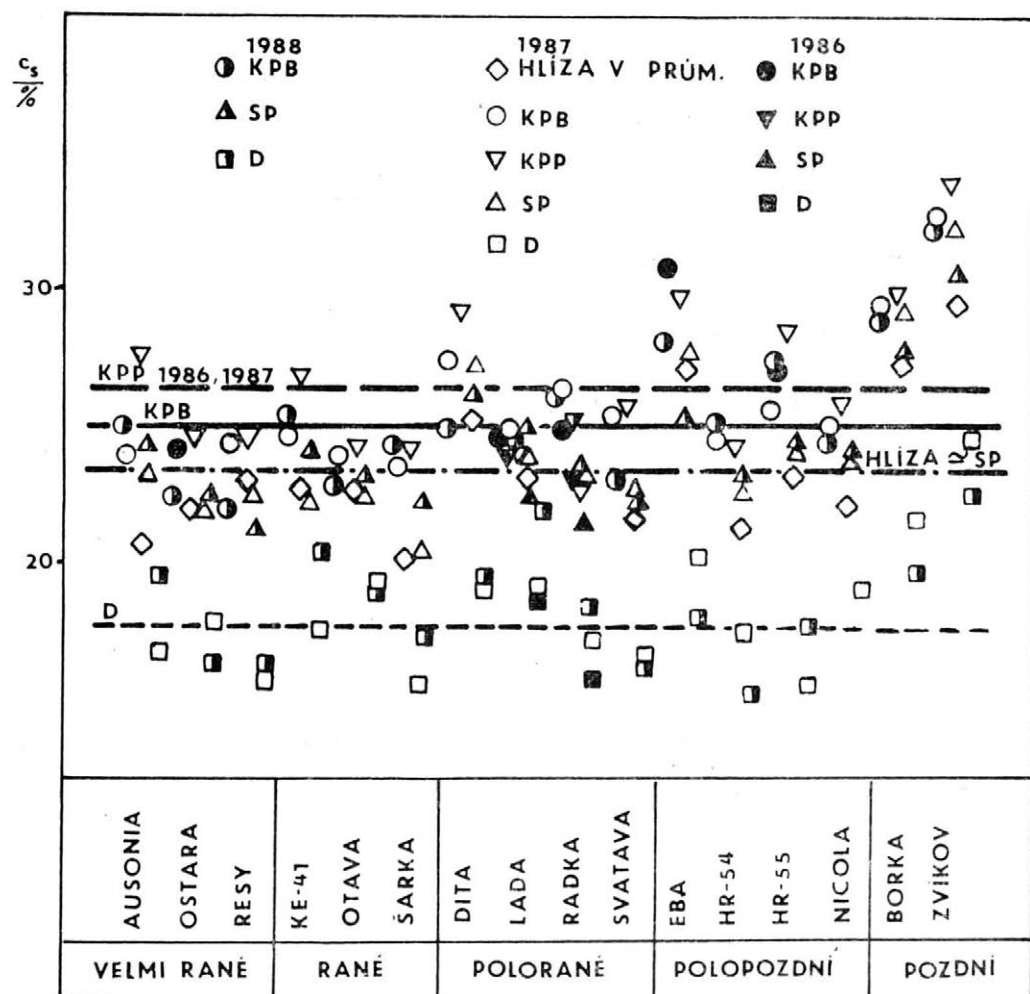
2. Schéma uspořádání experimentu a jeho vyhodnocení prostřednictvím tříparametrového Burgersova modelu s parametry  $E_0$ ,  $E_r$ ,  $T_r$  — Layout of the experiment and its evaluation by means of the three-parameter Burgers model with parameters  $E_0$ ,  $E_r$ ,  $T_r$   $\eta$  — zdánlivá viskozita procesu;  $\varepsilon$  — deformace creepem; V — vzorek; S — stojan; T — zatěžovací tlačka; Z — závaží (vyvolává trvalé napětí  $\tau_0$  ve vzorku); I — indikátor polohy —  $\eta$  — apparent viscosity of process;  $\varepsilon$  — creep deformation; V — sample; S — stand; T — press clamp; Z — weight (inducing permanent stress  $\tau_0$  in sample); I — indicator of position

Poslední soubor hlíz určený k testování elektrické konduktivity byl tvořen obvykle 10 hlízami. Toto testování probíhalo pouze v roce 1988 a bylo prováděno na půlených hlízách. Rovina řezu byla vedena kolmo na osu hlízy tak, že řezem vznikla plocha obdobná ploše z obr. 1. Proměřování bylo prováděno vpichováním jehlových elektrod do příslušných částí hlíz viditelných na ploše řezu hlízou. Použitá vpichovací sonda je tvořena dvěma jehlovými elektrodami o průměrech 1,4 mm, fixovaných ve vzdálenosti 4,5 mm. Hloubka vpichu jehel byla cca 14 mm, přičemž prostřednictvím izolačního povlaku jehel v blízkosti fixačního bloku byly z měření vyloučeny povrchové vrstvy hlízy. K vlastnímu měření konduktivity byl použit přístroj Radelkis — typ OK 102/1 [MLR], který pracuje při frekvenci 3 kHz. Kalibrace sondy byla prováděna ponořením elektrod do roztoku KCl ( $c = 0,1 \text{ mol/l}$ ) o známé konduktivitě.

U dalšího souboru 20 hlíz, u nichž byly vyšetřovány mechanické vlastnosti jednotlivých částí hlíz (Blahovec et al., 1990), se stanovovala jejich hmotnost a hustota. Hustota byla určována metodou dvojího vážení (ve vzduchu a ve vodě).

## VÝSLEDKY A DISKUSE

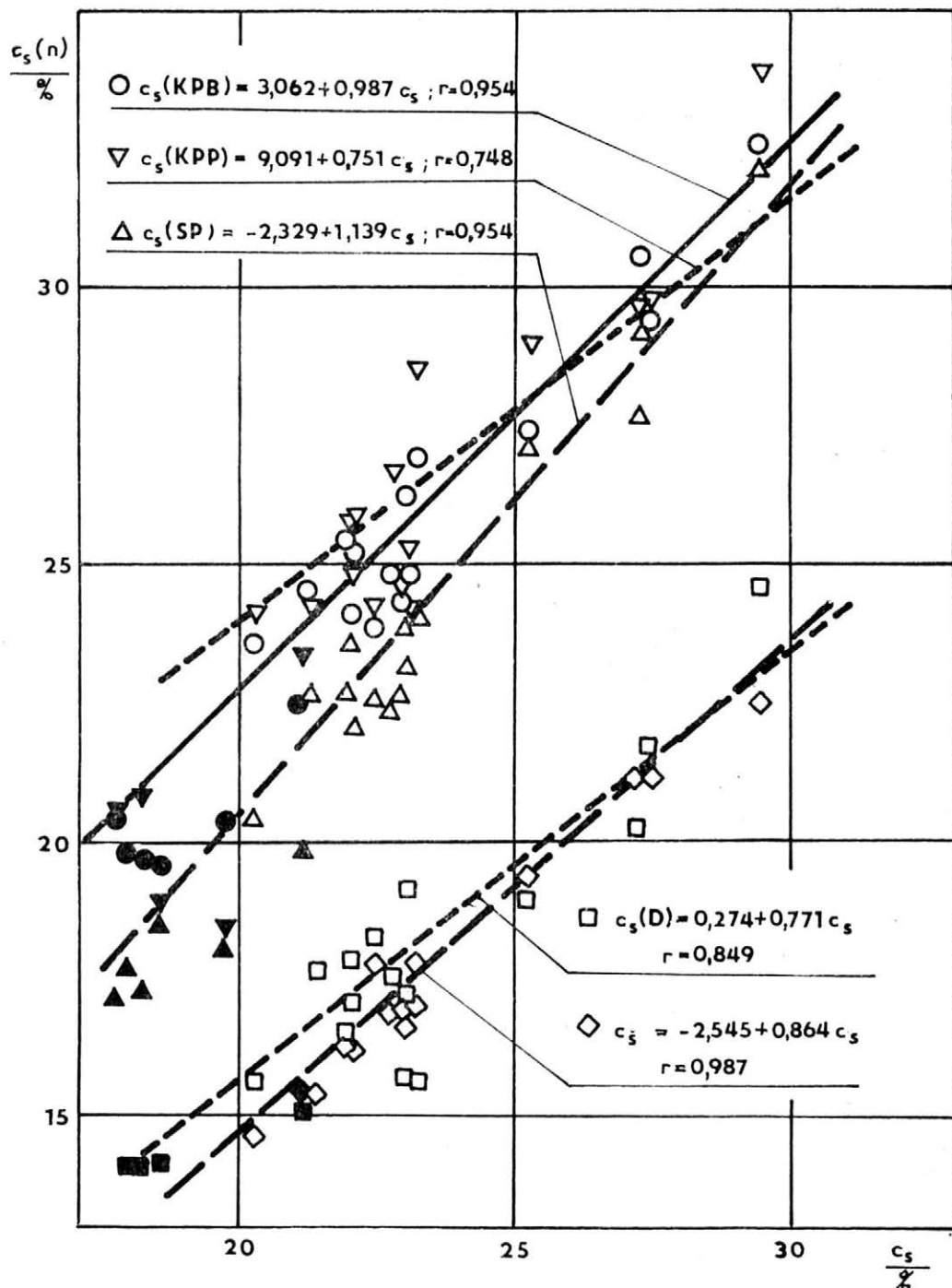
Základní údaje o testovaných hlízách, jejich hustotě, hmotnosti a obsahu sušiny, vlákniny a škrobu v jejich hlavních částech jsou uvedeny v tab. II. Výsledky z roku 1986 jsou neúplné a mnohdy ne zcela reprezentativní. Týká se to zejména některých údajů u obsahu sušiny, které



Vysvětlivky k obr. 3 až 7 — Explanation to Fig. 3—7

KPB — krajový parenchym na boku hlíz, KPP — krajový parenchym na pupku, SP — středový parenchym, D — dřev. Variační koeficienty souboru měření všech odrůd se po tři roky pohybují v rozmezí 12–15 % — KPB — outer parenchyma on tuber side, KPP — outer parenchyma on the stem part, SP — centre parenchyma, D — flesh. For three years, the variation coefficients of the set of measurement of all varieties ranged between 12 and 15 %.

3. Grafické znázornění naměřených hodnot obsahu sušiny v různých částech hlíz — Diagram of the measured values of dry matter contents in different parts of tubers



4. Obsah sušiny v základních částech hlízy a obsah škrobu v hlíze vynesené v závislosti na obsahu sušiny v hlíze. Nevyplněné značky jsou výsledkem měření z roku 1987 a pro ně byly získány uvedené regresní vztahy. Plnými značkami jsou uvedeny výsledky z roku 1986 — Dry matter contents in the basic parts of the tuber and the starch content in the tuber, plotted against the content of dry matter in the tuber. Empty marks represent results of measurements conducted in 1987; for these, the indicated regression relationships were derived. The filled marks represent the results obtained in 1986.

II. Základní údaje o testovaných hlízách [značky KPB, SP a D značí základní části hlízy — obr. 1] — Basic data on the tubers tested [KPB, SP and D denote the basic parts of the tuber — Fig. 1]

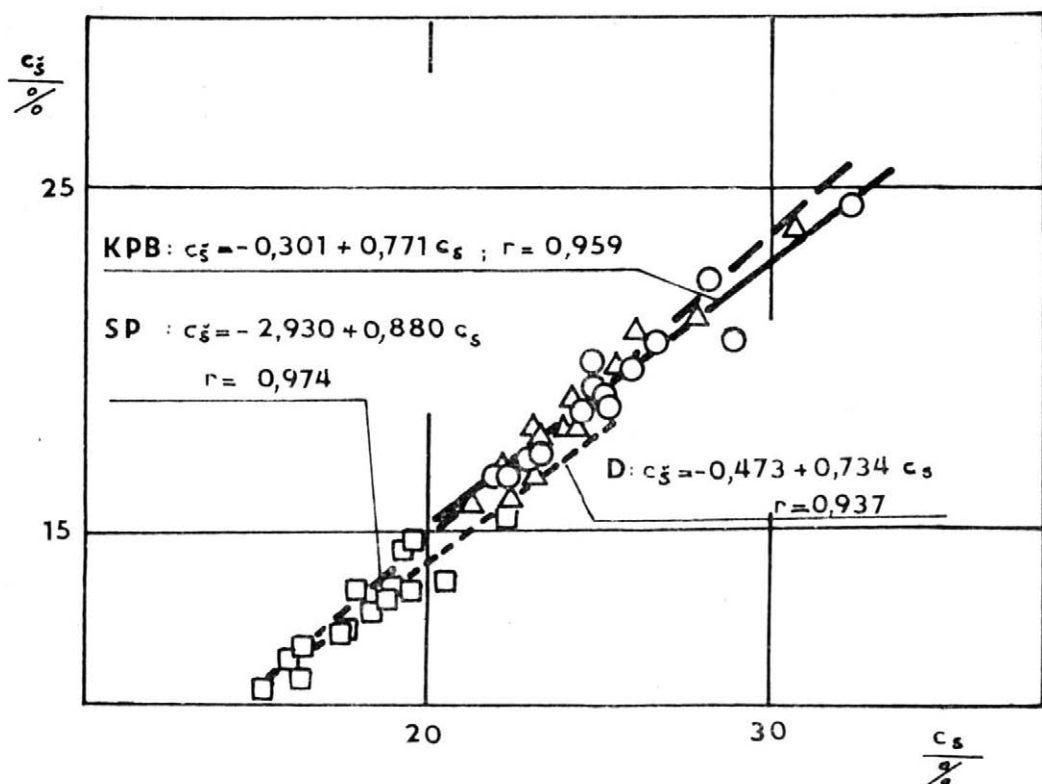
| Odrůda  | Rok  | Hustota<br>[kg.m <sup>-3</sup> ] | Obsah sušiny<br>[%] |      |      | Obsah vlákniny<br>[%] |       |       | Obsah škrobu<br>[%] |      |      | Hmot-<br>nost<br>[g] |
|---------|------|----------------------------------|---------------------|------|------|-----------------------|-------|-------|---------------------|------|------|----------------------|
|         |      |                                  | KPB                 | SP   | D    | KPB                   | SP    | D     | KPB                 | SP   | D    |                      |
| Ausonia | 1986 | —                                | —                   | —    | —    | —                     | —     | —     | —                   | —    | —    | —                    |
|         | 1987 | 1084                             | 24,1                | 23,2 | 16,8 | 0,482                 | 0,401 | 0,435 | —                   | —    | —    | 127                  |
|         | 1988 | 1088                             | 25,0                | 24,3 | 19,5 | 0,413                 | 0,340 | 0,343 | 19,0                | 18,2 | 13,4 | 114                  |
| Ostara  | 1986 | 1065                             | 19,7                | 17,3 | 14,2 | 0,333                 | 0,291 | 0,359 | —                   | —    | —    | 103                  |
|         | 1987 | 1084                             | 24,1                | 22,0 | 17,9 | 0,410                 | 0,345 | 0,372 | —                   | —    | —    | 101                  |
|         | 1988 | 1079                             | 22,3                | 22,2 | 16,4 | 0,434                 | 0,331 | 0,308 | 16,7                | 16,8 | 11,8 | 154                  |
| Resy    | 1986 | 1067                             | 19,8                | 17,7 | 14,0 | 0,372                 | 0,317 | 0,377 | —                   | —    | —    | 79                   |
|         | 1987 | 1083                             | 24,4                | 22,6 | 15,8 | 0,415                 | 0,389 | 0,430 | —                   | —    | —    | 122                  |
|         | 1988 | 1073                             | 22,0                | 21,3 | 16,1 | 0,438                 | 0,409 | 0,433 | 16,6                | 15,9 | 11,4 | 139                  |
| Karla   | 1986 | —                                | —                   | —    | —    | —                     | —     | —     | —                   | —    | —    | —                    |
|         | 1987 | 1087                             | 24,9                | 22,3 | 17,6 | 0,296                 | 0,290 | 0,348 | —                   | —    | —    | 79                   |
|         | 1988 | 1082                             | 25,3                | 24,2 | 20,5 | 0,313                 | 0,247 | 0,322 | 18,7                | 18,2 | 13,6 | 114                  |
| Otava   | 1986 | —                                | —                   | —    | —    | —                     | —     | —     | —                   | —    | —    | —                    |
|         | 1987 | 1082                             | 23,9                | 22,5 | 18,3 | 0,349                 | 0,297 | 0,318 | —                   | —    | —    | 97                   |
|         | 1988 | 1078                             | 22,9                | 23,1 | 18,9 | 0,259                 | 0,245 | 0,253 | 17,2                | 16,6 | 13,1 | 110                  |
| Šárka   | 1986 | 1065                             | 20,4                | 17,2 | 13,4 | 0,506                 | 0,439 | 0,446 | —                   | —    | —    | 87                   |
|         | 1987 | 1083                             | 23,6                | 20,4 | 15,7 | 0,373                 | 0,471 | 0,441 | —                   | —    | —    | 84                   |
|         | 1988 | 1080                             | 24,4                | 22,3 | 17,5 | 0,400                 | 0,323 | 0,362 | 18,4                | 16,8 | 12,1 | 89                   |
| Dita    | 1986 | —                                | —                   | —    | —    | —                     | —     | —     | —                   | —    | —    | —                    |
|         | 1987 | 1098                             | 27,4                | 27,2 | 19,0 | 0,386                 | 0,321 | 0,333 | —                   | —    | —    | 93                   |
|         | 1988 | 1084                             | 25,0                | 26,1 | 19,4 | 0,305                 | 0,324 | 0,367 | 20,0                | 20,8 | 14,4 | 104                  |
| Lada    | 1986 | 1084                             | 24,8                | 22,5 | 18,5 | 0,330                 | 0,293 | 0,335 | —                   | —    | —    | 60                   |
|         | 1987 | 1085                             | 24,8                | 23,9 | 19,2 | 0,384                 | 0,327 | 0,349 | —                   | —    | —    | 46                   |
|         | 1988 | 1084                             | 24,9                | 25,1 | 22,0 | 0,366                 | 0,424 | 0,389 | 19,2                | 19,5 | 16,6 | 97                   |



| Odrůda  | Rok  | Hustota<br>[kg.m <sup>-3</sup> ] | Obsah sušiny<br>[%] |      |      | Obsah vlákniny<br>[%] |       |       | Obsah škrobu<br>[%] |      |      | Hmot-<br>nost<br>[g] |
|---------|------|----------------------------------|---------------------|------|------|-----------------------|-------|-------|---------------------|------|------|----------------------|
|         |      |                                  | KPB                 | SP   | D    | KPB                   | SP    | D     | KPB                 | SP   | D    |                      |
| Radka   | 1986 | 1080                             | 24,9                | 21,6 | 15,8 | 0,354                 | 0,276 | 0,330 | —                   | —    | —    | 90                   |
|         | 1987 | 1093                             | 26,3                | 23,2 | 17,3 | 0,363                 | 0,285 | 0,358 | —                   | —    | —    | 78                   |
|         | 1988 | 1082                             | 25,9                | 23,2 | 18,4 | 0,303                 | 0,255 | 0,265 | 19,9                | 18,0 | 12,9 | 90                   |
| Svatava | 1986 | 1063                             | 20,4                | 18,1 | 11,0 | 0,504                 | 0,407 | 0,537 | —                   | —    | —    | 131                  |
|         | 1987 | 1084                             | 25,5                | 22,7 | 16,6 | 0,444                 | 0,377 | 0,443 | —                   | —    | —    | 78                   |
|         | 1988 | 1070                             | 23,1                | 22,5 | 16,3 | 0,430                 | 0,403 | 0,412 | 17,1                | 16,1 | 10,7 | 86                   |
| Eba     | 1986 | 1067                             | 22,6                | 19,9 | 15,1 | 0,384                 | 0,390 | 0,421 | —                   | —    | —    | 102                  |
|         | 1987 | 1105                             | 30,8                | 27,6 | 20,2 | 0,495                 | 0,461 | 0,384 | —                   | —    | —    | 87                   |
|         | 1988 | 1098                             | 28,2                | 25,4 | 18,0 | 0,460                 | 0,389 | 0,371 | 22,4                | 19,7 | 13,3 | 105                  |
| HR-54   | 1986 | —                                | —                   | —    | —    | —                     | —     | —     | —                   | —    | —    | —                    |
|         | 1987 | 1090                             | 24,5                | 22,7 | 17,7 | 0,306                 | 0,272 | 0,343 | —                   | —    | —    | 63                   |
|         | 1988 | 1081                             | 25,2                | 23,2 | 14,3 | 0,312                 | 0,294 | 0,272 | 19,7                | 18,2 | 10,3 | 97                   |
| Lukava  | 1986 | —                                | —                   | —    | —    | —                     | —     | —     | —                   | —    | —    | —                    |
|         | 1987 | 1093                             | 27,0                | 24,0 | 15,7 | 0,383                 | 0,322 | 0,312 | —                   | —    | —    | 77                   |
|         | 1988 | 1090                             | 26,6                | 24,3 | 17,8 | 0,333                 | 0,399 | 0,180 | 20,5                | 18,7 | 12,2 | 123                  |
| Nicola  | 1986 | 1068                             | 19,5                | 18,5 | 14,2 | 0,511                 | 0,376 | 0,442 | —                   | —    | —    | 62                   |
|         | 1987 | 1093                             | 25,1                | 23,6 | 19,1 | 0,389                 | 0,418 | 0,435 | —                   | —    | —    | 77                   |
|         | 1988 | 1080                             | 24,5                | 23,8 | 18,9 | 0,321                 | 0,250 | 0,268 | 18,1                | 17,4 | 13,5 | 85                   |
| Borka   | 1986 | —                                | —                   | —    | —    | —                     | —     | —     | —                   | —    | —    | —                    |
|         | 1987 | 1085                             | 29,5                | 29,2 | 21,7 | 0,416                 | 0,359 | 0,417 | —                   | —    | —    | 70                   |
|         | 1988 | 1096                             | 28,9                | 27,8 | 19,6 | 0,393                 | 0,395 | 0,449 | 20,5                | 21,2 | 14,9 | 93                   |
| Zvíkov  | 1986 | —                                | —                   | —    | —    | —                     | —     | —     | —                   | —    | —    | —                    |
|         | 1987 | 1117                             | 32,7                | 32,2 | 24,6 | 0,454                 | 0,287 | 0,300 | —                   | —    | —    | 75                   |
|         | 1988 | 1106                             | 32,3                | 30,7 | 22,4 | 0,384                 | 0,325 | 0,316 | 24,6                | 23,9 | 15,3 | 100                  |

jsou výrazně nižší, než údaje z let 1987 a 1988. Tyto rozdíly byly pozorovány u brambor odrůd Ostara, Resy, Šárka, Radka, Svatava, Eba a Nikola, které pro měření v roce 1986 dodalo JZD Agrokombinát Slušovice. Protože průběh skladování těchto odrůd není plně dokumentován, existuje podezření, že tyto odrůdy byly delší dobu skladovány při vyšších teplotách a během této doby došlo k částečnému „vydýchání“ a částečné dehydrataci hlíz.

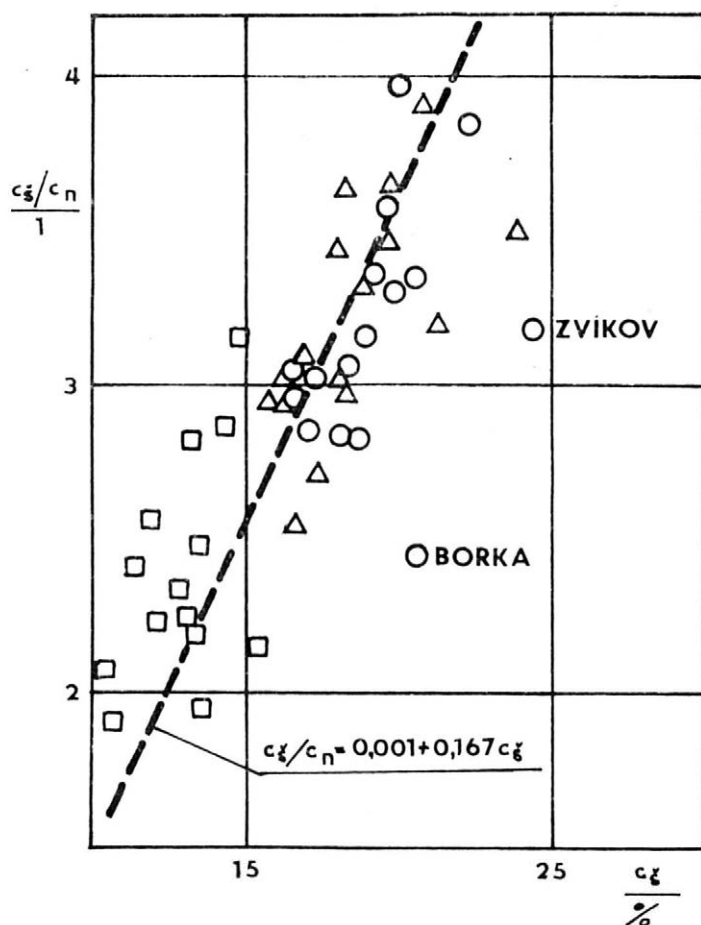
Naměřené hodnoty obsahu sušiny v základních částech hlíz jsou graficky znázorněny v obr. 3 bez hodnot výše zmíněných odrůd z roku 1986. Obrázek je doplněn údaji o obsahu sušiny v krajovém parenchymu na pupku (KPP) a středním obsahu sušiny v celé hlíze (pouze pro roky 1986–1987). Tento obrázek je dokladem variability obsahu sušiny v hlízách brambor, a to jak odrůdové, tak sezónní a zároveň ukazuje, že obsah sušiny v hlízách klesá směrem od povrchu do středu hlízy v pořadí částí KPB (KPP), SP a D (Reeve et al., 1970). Ukazuje se, že obsahy sušiny v různých částech hlízy spolu navzájem souvisí. Vyplývá to názorně z obr. 4, v němž jsou uvedeny regresní vztahy mezi obsahy sušiny v základních částech hlízy a obsahem sušiny v hlíze jako celku. Podle tohoto obrázku s celkovým obsahem sušiny v hlíze nejtěsněji souvisí obsah sušiny v krajovém a středovém parenchymu (korelační koeficient 0,954), přičemž růst obsahu sušiny v hlíze je kryt zejména růstem obsahu



5. Závislosti obsahu škrobu na obsahu sušiny v základních částech hlízy. Výsledky z roku 1988 — Dependences of starch content on dry matter contents in the main parts of the tubers. The results refer to the 1988 tests

sušiny ve středovém parenchymu (regresní koeficient 1,139). V témže obrázku je vynesena závislost obsahu škrobu na obsahu sušiny v hlíze. Tato závislost vcelku odpovídá známým vztahům s variačním koeficientem obsahu neškrobů v hlízách cca 13 % (Míča, Blahovec, 1987).

Vztah mezi obsahem škrobu a sušiny v hlíze z obr. 4 je v hrubém přiblížení použitelný i pro jednotlivé základní části hlíz, jak to ukazuje obr. 5. Regresní vztahy  $c_{sk} - c_s$  pro různé části hlíz se mezi sebou liší pouze velmi málo i když nejtěsnější vztah a také nejbližší vztahu  $c_s - c_s$  pro celou hlízu je vztah pro středový parenchym. Variabilita testovaných odrůd ve vztahu k obsahu škrobu nejlépe vynikne vynesemím vztahu mezi poměrem  $c_{sk}/c_n$  a obsahem škrobu (obr. 6), který se dá dobře interpretovat dříve nalezeným regresním vztahem (v obr. 6 vyznačeným čárkovou čarou) pro střední obsah neškrobů v hlízách 5,99 %. Střední hodnoty



6. Závislost poměrů obsahu škrobu a neškrobů na obsahu škrobu v základních částech testovaných hlíz (rok 1988). Čárkovanou čarou je vynesena závislost nalezená vyhodnocením údajů z desetiletého sledování světového sortimentu odrůd brambor — kolem 100 odrůd (Míča, Blahoves, 1987) — The dependences of the ratios between the contents of starch and non-starches upon the content of starch in the main parts of the tubers tested. The broken line represents the dependence obtained on the basis of evaluation of the data of a ten-year monitoring of the world potato variety collection — about 100 varieties (Míča, Blahovec, 1987)

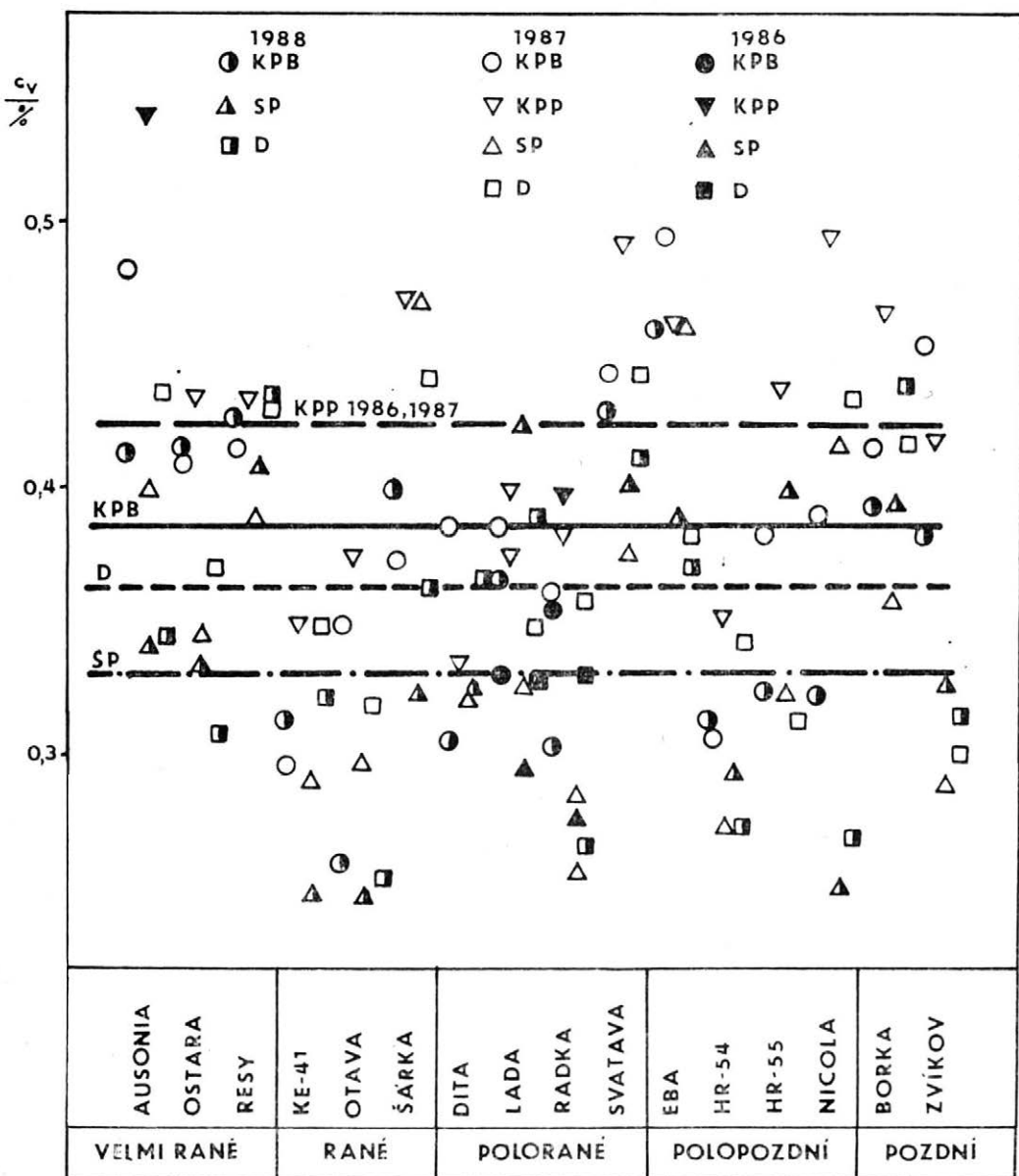
III. Testování hlíz odrazovým kyvadlem PSW 70 (B1, B2, P a K značí testovaná místa na povrchu hlízy, číslicemi 1 a 2 je označen první a druhý úder). Uváděny jsou střední hodnoty pro odrůdové soubory v daném roce — Testing the tubers by means of the PSW 70 rebound pendulum (B1, B2, P and K indicate the tested spots on tuber surface, digits 1 and 2 indicate the first and second impact). Mean values are given for the sets of varieties in the given year

| Odrůda  | Rok  | Stupeň elasticity — SE |       |       |       |       |       |       |       | PPR<br>[%] |     |     |     |
|---------|------|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------------|-----|-----|-----|
|         |      | B1                     |       | B2    |       | P     |       | K     |       | B1         | B2  | P   | K   |
|         |      | 1                      | 2     | 1     | 2     | 1     | 2     | 1     | 2     |            |     |     |     |
| Ausonia | 1987 | 0,201                  | 0,215 | 0,191 | 0,242 | 0,201 | 0,256 | 0,208 | 0,239 | 76         | 92  | 96  | 80  |
|         | 1988 | 0,134                  | 0,150 | 0,156 | 0,196 | 0,162 | 0,206 | 0,173 | 0,213 | 85         | 95  | 95  | 90  |
| Ostara  | 1987 | 0,165                  | 0,197 | 0,170 | 0,201 | 0,149 | 0,233 | 0,191 | 0,239 | 88         | 96  | 100 | 100 |
|         | 1988 | 0,136                  | 0,160 | 0,145 | 0,196 | 0,155 | 0,201 | 0,171 | 0,218 | 85         | 100 | 100 | 95  |
| Resy    | 1987 | 0,107                  | 0,142 | 0,127 | 0,163 | 0,144 | 0,190 | 0,145 | 0,191 | 96         | 88  | 100 | 100 |
|         | 1988 | 0,144                  | 0,175 | 0,160 | 0,201 | 0,159 | 0,200 | 0,190 | 0,236 | 80         | 95  | 95  | 100 |
| Karla   | 1987 | 0,144                  | 0,170 | 0,141 | 0,168 | 0,141 | 0,174 | 0,150 | 0,166 | 92         | 100 | 96  | 80  |
|         | 1988 | 0,134                  | 0,150 | 0,156 | 0,192 | 0,162 | 0,207 | 0,173 | 0,213 | 85         | 95  | 95  | 90  |
| Otava   | 1987 | 0,141                  | 0,126 | 0,170 | 0,151 | 0,123 | 0,226 | 0,158 | 0,138 | 56         | 48  | 92  | 44  |
|         | 1988 | 0,110                  | 0,055 | 0,140 | 0,048 | 0,193 | 0,192 | 0,171 | 0,075 | 25         | 20  | 65  | 30  |
| Šárka   | 1987 | 0,167                  | 0,186 | 0,167 | 0,182 | 0,187 | 0,239 | 0,191 | 0,222 | 76         | 76  | 100 | 88  |
|         | 1988 | 0,161                  | 0,186 | 0,168 | 0,207 | 0,182 | 0,221 | 0,175 | 0,213 | 80         | 95  | 95  | 95  |
| Dita    | 1987 | 0,154                  | 0,188 | 0,148 | 0,176 | 0,158 | 0,207 | 0,175 | 0,206 | 96         | 96  | 100 | 84  |
|         | 1988 | 0,129                  | 0,136 | 0,145 | 0,190 | 0,137 | 0,173 | 0,169 | 0,199 | 65         | 90  | 90  | 90  |
| Lada    | 1987 | 0,127                  | 0,144 | 0,126 | 0,156 | 0,151 | 0,191 | 0,166 | 0,182 | 80         | 96  | 100 | 84  |
|         | 1988 | 0,154                  | 0,165 | 0,177 | 0,216 | 0,176 | 0,223 | 0,193 | 0,235 | 60         | 95  | 95  | 90  |
| Radka   | 1987 | 0,122                  | 0,135 | 0,133 | 0,149 | 0,141 | 0,164 | 0,148 | 0,185 | 76         | 76  | 84  | 92  |
|         | 1988 | 0,127                  | 0,105 | 0,157 | 0,168 | 0,138 | 0,120 | 0,186 | 0,216 | 50         | 70  | 60  | 85  |
| Svatava | 1987 | 0,175                  | 0,201 | 0,178 | 0,210 | 0,172 | 0,205 | 0,176 | 0,190 | 84         | 92  | 100 | 72  |
|         | 1988 | 0,151                  | 0,177 | 0,156 | 0,188 | 0,155 | 0,199 | 0,165 | 0,200 | 90         | 100 | 100 | 95  |

| Odrůda | Rok  | Stupeň elasticity — SE |       |       |       |       |       |       |       | PPR<br>[%] |     |     |     |
|--------|------|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------------|-----|-----|-----|
|        |      | B1                     |       | B2    |       | P     |       | K     |       | B1         | B2  | P   | K   |
|        |      | 1                      | 2     | 1     | 2     | 1     | 2     | 1     | 2     |            |     |     |     |
| Eba    | 1987 | 0,142                  | 0,161 | 0,152 | 0,182 | 0,175 | 0,223 | 0,185 | 0,219 | 92         | 84  | 96  | 84  |
|        | 1988 | 0,157                  | 0,206 | 0,172 | 0,211 | 0,174 | 0,208 | 0,204 | 0,248 | 95         | 100 | 95  | 100 |
| HR-54  | 1987 | 0,118                  | 0,112 | 0,129 | 0,143 | 0,141 | 0,168 | 0,135 | 0,123 | 68         | 80  | 88  | 52  |
|        | 1988 | 0,134                  | 0,140 | 0,145 | 0,172 | 0,165 | 0,199 | 0,163 | 0,187 | 70         | 70  | 95  | 75  |
| Lukava | 1987 | 0,176                  | 0,218 | 0,190 | 0,230 | 0,174 | 0,226 | 0,192 | 0,233 | 96         | 96  | 100 | 88  |
|        | 1988 | 0,176                  | 0,207 | 0,177 | 0,208 | 0,173 | 0,214 | 0,194 | 0,230 | 95         | 100 | 95  | 100 |
| Nicola | 1987 | 0,173                  | 0,192 | 0,153 | 0,178 | 0,198 | 0,253 | 0,206 | 0,236 | 88         | 84  | 100 | 88  |
|        | 1988 | 0,149                  | 0,176 | 0,159 | 0,200 | 0,159 | 0,204 | 0,192 | 0,238 | 89         | 95  | 100 | 89  |
| Borka  | 1987 | 0,165                  | 0,196 | 0,160 | 0,193 | 0,154 | 0,196 | 0,172 | 0,204 | 96         | 92  | 100 | 92  |
|        | 1988 | 0,170                  | 0,208 | 0,173 | 0,206 | 0,136 | 0,177 | 0,173 | 0,196 | 100        | 100 | 100 | 90  |
| Zvíkov | 1987 | 0,175                  | 0,215 | 0,173 | 0,223 | 0,141 | 0,185 | 0,156 | 0,199 | 92         | 100 | 100 | 100 |
|        | 1988 | 0,171                  | 0,211 | 0,168 | 0,215 | 0,162 | 0,203 | 0,172 | 0,215 | 100        | 100 | 100 | 90  |

obsahu neškrobů vypočtené z experimentálních dat obvyklým postupem jsou 6,12 % (KPB), 5,84 % (SP) a 5,40 % (D). Nejvýraznější odchylky od vztahu uvedeného v obr. 6 a také od ostatních dat souboru vykazují pozdní odrůdy s vysokým obsahem škrobu (Borka a Zvíkov) jak je to v obr. 6 vyznačeno.

Obsah vlákniny v testovaných hlavních částech hlíz je graficky znázorněn v obr. 7; je proveden obdobným způsobem jako znázornění obsa-



7. Grafické znázornění naměřených hodnot obsahu vlákniny v různých částech hlíz. Variace koeficienty v rozmezí 15–18 % — Diagram of the values of fibre content measured in different parts of tubers. The coefficients of variation range between 15 and 18 %



hu sušiny v obr. 3. Naměřené hodnoty obsahu vlákniny ve srovnání s obsahem sušiny vykazují výrazně vyšší rozptyl naměřených hodnot s variačními koeficienty asi o polovinu vyššími. Větší jsou také rozdíly mezi identickými veličinami u stejné odrůdy v různých sezónách. Může to být způsobeno větší náročností použité metody, která v sobě zahrnuje určování obsahu sušiny a navíc kontrolované odbourávání nevlákninných komponentů vzorku. Rozptyl naměřených hodnot může být dále zvýšen omyly při vykrajování jednotlivých částí z testované hlízy (obr. 1). Tyto části jsou členité, a tak může být část oblasti vaskulárního prstence s vysokým obsahem vlákniny omylem včleněna do sousedních částí KPB nebo SP, popřípadě část dřeně (D) do SP. Tyto „omyly“ lze jen těžko absolutně vyloučit a jejich realizace pak automaticky zvyšuje rozptyl naměřených hodnot. Přesto však vidíme (obr. 7) v naměřených hodnotách obsahu vlákniny určitý systém a zdá se, že nejvyšší obsah vlákniny je v KPB (popř. KPP) a nejnižší v SP. Tento poznatek neplatí absolutně pro hlízy všech odrůd, ale u převážné části odrůd je ho možné pozorovat.

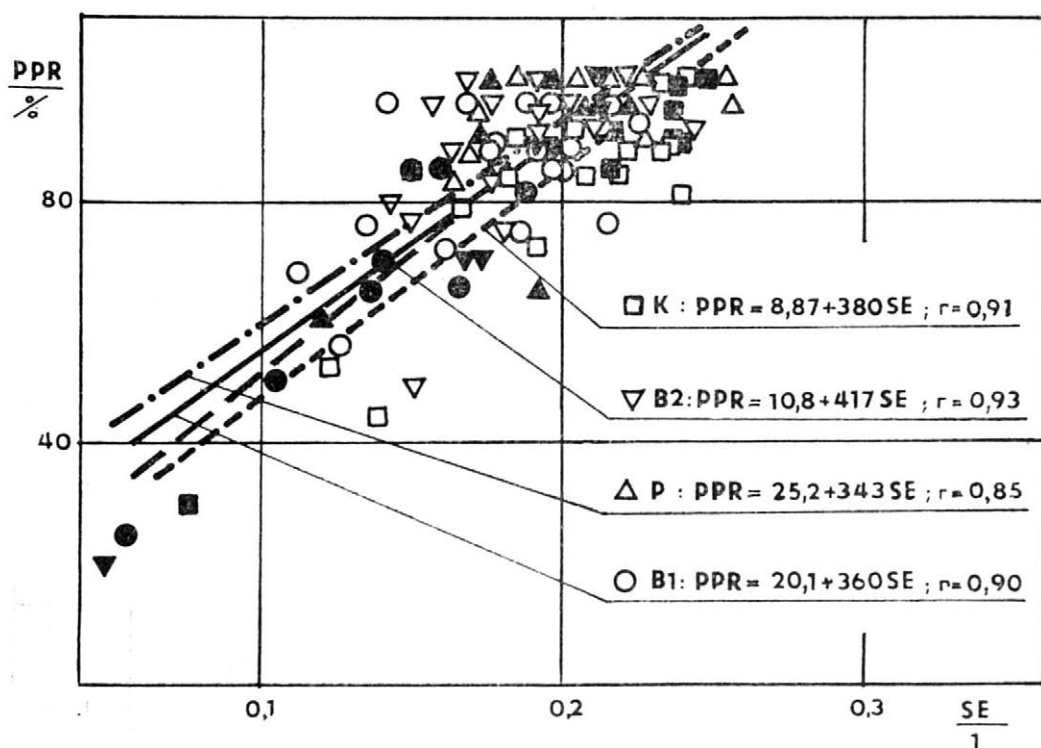
Údaje o testování mechanických vlastností hlíz odrazovým kyvadlem jsou uvedeny v tab. III. Naměřené hodnoty stupně elasticity v různých místech hlíz obdobně jako počet pružných rázů značně kolísají a jsou v obou uváděných sezónách [1987, 1988] pro stejnou odrůdu a stejné místo obecně různé. Tab. IV obsahuje souhrnné údaje o měřených hodnotách stupně elasticity za celé období 1986—1988 u všech testovaných odrůd. Ukazuje se, že nejnižší hodnoty stupně elasticity a nejvyšší hodnoty variačního koeficientu se pozorují při testování v pozici B1 a nejvyšší hodnoty stupně elasticity a nejnižší hodnoty variačního koeficientu v pozici P a K. Na základě údajů v této tabulce se dá předpokládat, že při nedestruktivním úderu do hlízy asi 20 % energie rázu je energií vratnou a koeficient restituace hlízy lze odhadnout na  $\sqrt{0,2} \approx 0,45$ . Variační koeficienty získaných hodnot stupně elasticity jsou určovány mnoha různými faktory, z nichž nejvýznamnější spočívají v kolísání samotných mechanických vlastností hlíz, dále souvisí s kvalitou povrchu hlíz a v neposlední řadě i se vznikem a rozsahem poškození hlízy, ke kterému dojde v průběhu rázu. Jak klesající kvalita povrchu hlízy, tak její případné poškození během rázu, musí vést k poklesu měřené hodnoty stupně elasticity a zároveň k růstu variačního koeficientu této veličiny pro celý soubor. Že tomu tak skutečně je, ukazuje tabulka korelačních koeficientů (tab. V) mezi měřenými hodnotami SE a příslušnými variačními koe-

IV. Základní statistické údaje o stupni elasticity SE různých částí hlíz [za stupeň elasticity zde chápeme maximální údaj z obou opakovaných úderů] — Basic statistical data on the degree of elasticity (SE) in different parts of tubers (the degree of elasticity is considered to be the maximum data for both repeated impacts)

| Pro-<br>měro-<br>vané<br>mís-<br>to | Souhrn 1986—1988   |       |       |                                    | 1987               |                                    | 1988               |                                    |
|-------------------------------------|--------------------|-------|-------|------------------------------------|--------------------|------------------------------------|--------------------|------------------------------------|
|                                     | střední<br>hodnota | min.  | max.  | variační<br>koefi-<br>cient<br>[%] | střední<br>hodnota | variační<br>koefi-<br>cient<br>[%] | střední<br>hodnota | variační<br>koefi-<br>cient<br>[%] |
| B1                                  | 0,180              | 0,126 | 0,235 | 15,6                               | 0,183              | 16,7                               | 0,176              | 14,5                               |
| B2                                  | 0,193              | 0,140 | 0,243 | 12,1                               | 0,190              | 14,2                               | 0,200              | 6,5                                |
| P                                   | 0,206              | 0,163 | 0,257 | 11,2                               | 0,209              | 13,5                               | 0,202              | 8,0                                |
| K                                   | 0,211              | 0,152 | 0,253 | 10,9                               | 0,208              | 13,4                               | 0,215              | 8,0                                |

ficienty. Analýza tabulky ukazuje těsnější korelace pro druhý (tj. opakovaný) úder. Silně orámované hodnoty korelačních koeficientů naznačují přibližně stejnou těsnost korelace mezi variačními koeficienty SE (VKSE) a PPR a mezi VKSE a SE. Zdá se tedy, že nepružnost rázů spojených s poškozením hlíz jsou hlavním zdrojem růstu variačních koeficientů SE. To znamená, že VKSE mohou být užity jako vhodné měřítko výskytu nepružných rázů v testovaném souboru. Vztah mezi PPR a SE graficky ilustruje obr. 8. Nalezené regresní vztahy jsou poměrně těsné, rozptýl naměřených hodnot je však koncentrován do oblasti vysokých hodnot PPR, kde se do velmi nízkého počtu odečtených nepružných rázů mohou výrazným způsobem promítat nepřesnosti realizovaného úderu, rozdílná kvalita povrchu hlíz, jeho nerovnosti a podobně. Zpřesnění nalezených závislostí by mohlo být dosaženo jednak zpřesněním provedení testu a jednak větším počtem opakovaných měření u téže odrůdy.

Tab. VI přináší informace o vztazích mezi SE a hmotností testovaných hlíz. Uvedeny jsou pouze údaje z roku 1987, protože v roce 1988 byly testovány pouze hlízy jedné velikostní třídy (rozměr 4,5–7 cm). Tato tabulka ukazuje, že měřené hodnoty stupně elasticity prakticky všech hlíz závisí na velikosti hlíz, jak to uvádějí Břečka a Hanousek (1975). Tato závislost nebyla pozorována pouze u odrůdy Lada, která se však vyznačovala rozměrově vyrovnanými hlízami přibližně téže hmotnosti (variační koeficient pouze  $\sim 19\%$ ).



8. Počet pružných rázů [PPR] v testu s odrazovým kyvadlem vyneseny v závislosti na stupni elasticity [SE] při druhém úderu v témže testu — The number of elastic impacts (PPR) in the test with the rebound pendulum plotted against the degree of elasticity (SE) at the second impact in the same test

V. Tabulka korelačních koeficientů pro vztahy mezi parametry charakterizující výsledky testu odrazovým kyvadlem (pozice B1 a B2). Jako SE PPR zde vystupují roční a odrůdové soubory prostřednictvím středních hodnot, popřípadě variačních koeficientů těchto souborů (SE) — A table of the coefficients of correlations between the parameters that characterize the results of the rebound pendulum tests (positions B1 and B2). The annual and varietal sets act here as the SE and PPR, represented by their mean values or coefficients of variation of these sets

|      |      |      |      |      |      |                              |       |       |       |
|------|------|------|------|------|------|------------------------------|-------|-------|-------|
| B1/1 | 0,96 | 0,94 | 0,90 | 0,76 | 0,78 | —0,92                        | —0,74 | —0,69 | —0,84 |
|      | B1/2 | 0,90 | 0,95 | 0,90 | 0,89 | —0,89                        | —0,83 | —0,78 | —0,91 |
|      |      | B2/1 | 0,90 | 0,70 | 0,72 | —0,86                        | —0,67 | —0,65 | —0,83 |
|      | SE   |      | B2/2 | 0,86 | 0,93 | —0,86                        | —0,75 | —0,79 | —0,94 |
|      |      |      |      | B1   | 0,91 | —0,76                        | —0,84 | —0,71 | —0,88 |
|      |      |      |      |      | B2   | —0,80                        | —0,75 | —0,75 | —0,94 |
|      |      |      |      | PPR  |      | B1/1                         | 0,74  | 0,68  | 0,87  |
|      |      |      |      |      |      |                              | B1/2  | 0,72  | 0,78  |
|      |      |      |      |      |      | Variační<br>koeficient<br>SE |       | B2/1  | 0,82  |
|      |      |      |      |      |      |                              |       |       | B2/2  |

VI. Výsledky regresní analýzy vztahů mezi stupni elasticity naměřenými odrazovým kyvadlem a hmotností testovaných hlíz (rok 1987). Podrobnější údaje o vztahu  $SE = a + b \cdot \frac{m}{kg}$  jsou uvedeny u druhého odrazu prováděného v místě B1. U ostatních případů

jsou uvedeny jen korelační koeficienty za předpokladu, že vztahy jsou statisticky významné na 5% hladině významnosti. Symbolem V.K.m je označen variační koeficient hmotnosti souboru testovaných hlíz — Results of regression analysis of the relationships between the elasticity degrees measured by means of the rebound pendulum and the weight of the tubers tested (year 1987). Detailed data on the relation  $SE = a + b \cdot \frac{m}{kg}$  are given in the case of the second rebound, acting at spot B1. Only

the correlation coefficients are given in the remaining cases, provided that the relations are statistically significant at a 5% significance level. V.K.m means the coefficient of variation of the weight of the set of tubers tested

| Odrůda  | V.K.m<br>[%] | B1/2   |       |       | Korelační koeficienty |       |       |       |       |       |
|---------|--------------|--------|-------|-------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|         |              | a      | b     | r     | B1/1                  | B2    | P     |       | K     |       |
| Ausonia | 33,4         | 0,133  | 0,065 | 0,429 | —                     | —     | 0,425 | —     | —     | —     |
| Ostara  | 23,3         | 0,100  | 0,087 | 0,514 | —                     | —     | —     | —     | —     | —     |
| Resy    | 30,7         | —      | —     | —     | —                     | 0,490 | 0,524 | —     | —     | —     |
| Karla   | 29,5         | 0,102  | 0,086 | 0,558 | 0,592                 | —     | —     | —     | —     | —     |
| Otava   | 24,5         | —0,048 | 0,178 | 0,570 | —                     | —     | —     | —     | —     | —     |
| Šárka   | 37,6         | 0,114  | 0,086 | 0,563 | —                     | —     | —     | —     | —     | —     |
| Dita    | 28,1         | 0,154  | 0,041 | 0,437 | —                     | —     | —     | —     | —     | —     |
| Lada    | 18,9         | —      | —     | —     | —                     | —     | —     | —     | —     | —     |
| Radka   | 34,4         | —      | —     | —     | —                     | —     | 0,501 | —     | —     | 0,491 |
| Svatava | 23,2         | —      | —     | —     | —                     | 0,517 | 0,591 | —     | —     | —     |
| Eba     | 30,3         | 0,069  | 0,106 | 0,485 | 0,639                 | 0,402 | —     | —     | —     | —     |
| HR-54   | 20,7         | —      | —     | —     | —                     | —     | —     | 0,611 | 0,562 | —     |
| Lukava  | 33,0         | 0,165  | 0,068 | 0,430 | —                     | 0,444 | 0,510 | 0,536 | 0,636 | 0,443 |
| Nikola  | 25,2         | —      | —     | —     | —                     | —     | 0,425 | —     | 0,436 | —     |
| Borka   | 34,3         | —      | —     | —     | —                     | 0,573 | 0,654 | 0,464 | 0,680 | —     |
| Zvíkov  | 26,6         | 0,148  | 0,091 | 0,457 | —                     | —     | —     | —     | —     | —     |

Tab. VII obsahuje střední hodnoty elektrické konduktivity a parametrů Burgersova modelu, získaných v creepovém testu středních částí hlíz. Z hodnot elektrické konduktivity nejsou patrné výraznější rozdíly mezi testovanými základními částmi hlíz, meziodrůdové rozdíly jsou však zřetelné. Parametry Burgersova modelu creepového testu svědčí navíc o mezisezónní variabilitě.

Výsledky korelační analýzy vztahů mezi středními hodnotami veličin proměřovaných u ročních odrůdových souborů obsahuje tab. VIII. Převážnou část údajů této tabulky můžeme triviálně interpretovat, příkladem těchto vztahů mohou být vztahy: hustota — obsah sušiny — obsah škrobu. Zdá se však, že s růstem zmíněných veličin roste také, a to minimálně alespoň ve dřeni, obsah neškrobů a klesá obsah vlákniny. Zároveň také roste elektrická konduktivita a stupeň elasticity a počet pružných rázů. Pro vztahy mezi SE a PPR na jedné straně a obsahem vlákniny zejména v SP byly nalezeny také kladné hodnoty korelačních koeficientů. V tab. VIII je uvedena celá řada veličin vytvořených jako poměry jiných přímo stanovených veličin. Celý tento postup má za cíl objasnit vliv složení hlíz na údaje o creepu, z nichž některé [Blahovec, 1990] významně ovlivňují odolnost hlíz proti mechanickému poškození. Jde zejména o zdánlivou viskozitu  $\eta$  a relaxační dobu  $T_r$ .

V obr. 9 je uveden korelační diagram zahrnující statisticky významné vztahy spojené se zdánlivou viskozitou  $\eta$ . Ukazuje se, že zdánlivá viskozita středu hlízy roste s rostoucím obsahem neškrobů v dřeni. Zdá se, že tento růst obsahu neškrobů ve dřeni dosahuje potřebný efekt na růst  $\eta$  za okolností, kdy obdobný růst obsahu neškrobů neprobíhá zároveň v KPB [viz vztah  $\eta - c_n(\text{KPB})/c_n(D)$ ] a není spojen s růstem obsahu vlákniny [viz vztahy  $\eta - c_{vn}(D)$  a  $\eta - c_{vn}(\text{KPB})/c_{vn}(D)$ ]. Význam složení dřene pro zdánlivou viskozitu vzorků deformovaných creepem není náhodný; vzorky pro tento test byly připravovány ze střední části hlízy, v nichž má právě dřevina bohaté zastoupení. O to více překvapivé jsou vztahy mezi viskozitou  $\eta$  dřene a stupněm elasticity celých hlíz (SE).

Stupeň elasticity (SE) a počet pružných rázů jsou veličiny, které souvisí s obsahem sušiny v hlízách, jejich hustotou, s obsahem vlákniny ve SP a částečně i s obsahem škrobu. Jde o vztahy s kladným korelačním koeficientem, které jsou obdobné rostoucím závislostem mezi pevností (tuhostí) středu bramborových hlíz a obsahem sušiny (škrobu) v hlízách, které byly pozorovány v předchozích pracích [Blahovec et al., 1983, 1984]. Tyto výsledky však ukazují na úskalí, s nimiž se setkává použití mechanických testů pro odhad odolnosti hlíz proti mechanickému poškození. Autoři zabývající se souvislostmi mezi odolností odrůd proti mechanickému poškození a obsahem škrobu (hustotou) hlíz si přímým vyšetřováním poškození ve sklizňovém stroji zjišťují, že s rostoucím obsahem škrobu (hustoty) klesá odolnost hlíz proti mechanickému poškození (např. Cole, 1980).

## ZÁVĚR

Experimentálně bylo prokázáno, že obsah sušiny v hlízách většiny odrůd klesá směrem od povrchu do jejich středu v pořadí krajový parenchym, středový parenchym, dřevina při respektování přibližně téhož lineárního vztahu mezi obsahem škrobu a obsahem sušiny ve všech výše uve-

VII. Střední hodnoty elektrické konduktivity základních částí hlíz (KPB SP a D — viz obr. 1) a střední hodnoty parametrů Burgersova modelu z creenového testu [variační koeficient pro získané hodnoty se pohybuje v rozmezí 5–10 %] — Mean values of the electric conductivity of the main parts of tubers (KPB SP and D — see Fig. 1) and the mean value of the parameters of the Burgers model in the creep test [variation coefficients for the obtained values range between 5 and 10 %]

| Odrůda  | Rok  | Elektrická konduktivita<br>[S . m <sup>-1</sup> ] |        |        | Parametry Burgersova modelu<br>creep |                          |           |                 |                                                        |
|---------|------|---------------------------------------------------|--------|--------|--------------------------------------|--------------------------|-----------|-----------------|--------------------------------------------------------|
|         |      | KPB                                               | SP     | D      | $\frac{E_0}{\text{MPa}}$             | $\frac{E_r}{\text{MPa}}$ | $E_r/E_0$ | $\frac{T_r}{s}$ | $\frac{\eta = T_r \cdot E_r}{10^8 \text{ Pa} \cdot s}$ |
| Ausonia | 1987 | —                                                 | —      | —      | 5,38                                 | 3,73                     | 0,697     | 450             | 17,06                                                  |
|         | 1988 | 0,0566                                            | 0,0583 | 0,0574 | 6,98                                 | 4,26                     | 0,610     | 389             | 16,60                                                  |
| Ostara  | 1987 | —                                                 | —      | —      | 2,89                                 | 3,35                     | 1,159     | 270             | 9,03                                                   |
|         | 1988 | 0,0563                                            | 0,0630 | 0,0591 | 4,51                                 | 2,75                     | 0,608     | 433             | 11,90                                                  |
| Resy    | 1987 | —                                                 | —      | —      | 5,21                                 | 2,70                     | 0,518     | 262             | 7,75                                                   |
|         | 1988 | 0,0572                                            | 0,0597 | 0,0604 | 4,83                                 | 4,63                     | 0,958     | 233             | 10,80                                                  |
| Karla   | 1987 | —                                                 | —      | —      | 4,16                                 | 4,78                     | 0,909     | 258             | 9,98                                                   |
|         | 1988 | 0,0521                                            | 0,0534 | 0,0528 | 6,52                                 | 2,82                     | 0,432     | 441             | 12,50                                                  |
| Otava   | 1987 | —                                                 | —      | —      | 2,66                                 | 3,24                     | 1,218     | 335             | 10,81                                                  |
|         | 1988 | 0,0595                                            | 0,0564 | 0,0572 | 3,97                                 | 3,73                     | 0,939     | 376             | 14,00                                                  |
| Šárka   | 1987 | —                                                 | —      | —      | 5,57                                 | 2,94                     | 0,528     | 416             | 12,35                                                  |
|         | 1988 | 0,0397                                            | 0,0363 | 0,0396 | 3,82                                 | 4,46                     | 1,168     | 319             | 14,20                                                  |
| Dita    | 1987 | —                                                 | —      | —      | 3,19                                 | 5,39                     | 1,689     | 226             | 10,69                                                  |
|         | 1988 | 0,0489                                            | 0,0432 | 0,0464 | 4,44                                 | 3,70                     | 0,833     | 358             | 13,30                                                  |
| Lada    | 1987 | —                                                 | —      | —      | 3,67                                 | 3,05                     | 0,831     | 256             | 7,72                                                   |
|         | 1988 | 0,0505                                            | 0,0456 | 0,0450 | 5,59                                 | 4,92                     | 0,880     | 218             | 10,70                                                  |
| Radka   | 1987 | —                                                 | —      | —      | 3,10                                 | 2,02                     | 0,652     | 319             | 6,55                                                   |
|         | 1988 | 0,0434                                            | 0,0419 | 0,0428 | 3,27                                 | 3,51                     | 1,073     | 266             | 9,30                                                   |
| Svatava | 1987 | —                                                 | —      | —      | 4,77                                 | 6,16                     | 1,291     | 216             | 12,35                                                  |
|         | 1988 | 0,0424                                            | 0,0408 | 0,0412 | 3,03                                 | 4,67                     | 1,541     | 307             | 14,40                                                  |
| Eba     | 1987 | —                                                 | —      | —      | 4,36                                 | 4,45                     | 1,021     | 179             | 7,68                                                   |
|         | 1988 | 0,0520                                            | 0,0494 | 0,0536 | 2,67                                 | 3,75                     | 1,404     | 274             | 10,30                                                  |



| Odrůda | Rok  | Elektrická konduktivita<br>[S . m <sup>-1</sup> ] |        |        | Parametry Burgersova modelu<br>creep |                          |           |                 |                                                        |
|--------|------|---------------------------------------------------|--------|--------|--------------------------------------|--------------------------|-----------|-----------------|--------------------------------------------------------|
|        |      | KPB                                               | SP     | D      | $\frac{E_0}{\text{MPa}}$             | $\frac{E_r}{\text{MPa}}$ | $E_r/E_r$ | $\frac{T_r}{S}$ | $\frac{\eta = T_r \cdot E_r}{10^8 \text{ Pa} \cdot s}$ |
| HR-54  | 1987 | —                                                 | —      | —      | 3,01                                 | 2,98                     | 0,990     | 176             | 5,28                                                   |
|        | 1988 | 0,0448                                            | 0,0419 | 0,0430 | 5,23                                 | 3,97                     | 0,759     | 228             | 9,00                                                   |
| Lukava | 1987 | —                                                 | —      | —      | 3,67                                 | 3,78                     | 1,030     | 336             | 12,76                                                  |
|        | 1988 | 0,0416                                            | 0,0364 | 0,0438 | 2,52                                 | 3,32                     | 1,317     | 445             | 14,80                                                  |
| Nicola | 1987 | —                                                 | —      | —      | 4,95                                 | 3,64                     | 0,735     | 287             | 10,36                                                  |
|        | 1988 | 0,0467                                            | 0,0411 | 0,0431 | 6,25                                 | 2,95                     | 0,472     | 436             | 12,90                                                  |
| Borka  | 1987 | —                                                 | —      | —      | 3,15                                 | 3,42                     | 1,086     | 197             | 6,75                                                   |
|        | 1988 | 0,0760                                            | 0,0733 | 0,0687 | 2,87                                 | 3,51                     | 1,222     | 270             | 9,50                                                   |
| Zvíkov | 1987 | —                                                 | —      | —      | 3,87                                 | 4,10                     | 1,059     | 330             | 12,70                                                  |
|        | 1988 | 0,0550                                            | 0,0514 | 0,0559 | 4,00                                 | 3,03                     | 0,758     | 494             | 14,90                                                  |

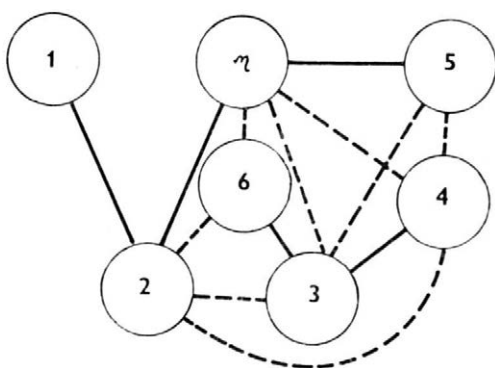
|        |      |      |          |     |      |       |        |      |      |          |      |      |
|--------|------|------|----------|-----|------|-------|--------|------|------|----------|------|------|
| $\rho$ | 0,92 | 0,87 | 0,76     |     |      | -0,33 | 0,92   | 0,89 | 0,59 | 0,61     |      |      |
| Obsah  | KPB  | 0,94 | 0,78     |     |      | -0,32 | 0,96   | 0,90 | 0,53 | 0,70     |      |      |
| sušiny |      | SP   | 0,88     |     |      | -0,37 | 0,67   | 0,97 | 0,72 | 0,67     | 0,50 |      |
|        |      |      | D        |     |      | 0,64  |        | 0,70 | 0,93 |          | 0,51 | 0,70 |
|        |      |      |          | KPB | 0,67 | 0,84  |        |      |      |          |      |      |
|        |      |      | Obsah    |     | SP   | D     | KPB    | 0,90 | 0,71 |          |      |      |
|        |      |      | vlákniny |     |      |       | Obsah  | SP   | 0,82 | 0,56     |      |      |
|        |      |      |          |     |      |       | škrobů |      | D    |          | 0,70 | 0,72 |
|        |      |      |          |     |      |       |        |      |      | KPB      | SP   | D    |
|        |      |      |          |     |      |       |        |      |      |          |      | 0,57 |
|        |      |      |          |     |      |       |        |      |      | Obsah    |      |      |
|        |      |      |          |     |      |       |        |      |      | neškrobů |      |      |

VIII. Korelační koeficienty pro střední hodnoty výběru měřených veličin v ročních odrůdových souborech (1986—1988). Jsou uváděny pouze korelační koeficienty vztahů statisticky významných na 5% hladině významnosti — Coefficients of correlation for the mean values of selected sets of data measured in the annual variety sets (1989—1988). Correlation coefficients are given only for the relationships that are statistically significant at a 5% significance level

dených částech. Obsah vlákniny v různých částech hlízy více kolísá, nejvyšší obsah vlákniny je nejčastěji pozorován v krajovém parenchymu a nejnižší ve středovém parenchymu.

Stupeň elasticity bramborových hlíz v testech s odrazovým kyvadlem byl odhadnut na 20 % a koeficient restituce na 45 %. Bylo experimentálně prokázáno, že přesnost odrazového testu je nejnižší pro  $SE > 0,15$  a počet pružných rázů blíží se 100 % ( $>80$  %). Stupeň elasticity i PPR rostou s rostoucím obsahem sušiny (škrobu) a s rostoucím obsahem vlákniny ve středovém parenchymu. Odrazový test, v námi použité podobě, se ukazuje jako velmi nespolehlivý prostředek pro určení odolnosti odrůdy proti mechanickému poškození (Blahovec et al., 1990). Příčiny tohoto stavu budou analyzovány v další práci (Blahovec, 1990).

Zdánlivá viskozita středu hlízy roste s rostoucím obsahem neškrobů v dřeni hlízy, za předpokladu, že obdobný růst není spojen s obsahem vlákniny v neškrobech dřene a obdobný růst neprobíhá zároveň v krajovém parenchymu.



9. Diagram statisticky významných vztahů (na 5% hladině významnosti), v nichž vystupuje zdánlivá viskozita při creepu středu hlíz a jejich složení. Plné čáry značí vztahy s kladnými korelačními koeficienty a čárkované čáry značí vztahy se zápornými korelačními koeficienty — Diagram of the statistically significant relationships (at a 5% significance level) which involve the apparent viscosity in the creep of the centre of tubers and their composition. The full lines represent the relations with positive correlation coefficients and the broken lines represent the relations with negative coefficients  
1 —  $c_s$  [D]; 2 —  $c_n$  [D]; 3 —  $c_{vn}$  [D]; 4 —  $c_s$  [D]/ $c_n$  [D]; 5 —  $c_{vn}$  [KPB]/ $c_{vn}$  [D]; 6 —  $c_n$  [KPB]/ $c_n$  [D]



|      |            |      |      |      |      |      |      |                         |       |       |       |       |
|------|------------|------|------|------|------|------|------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|
| 0,35 |            | 0,32 |      |      | 0,41 | 0,31 | 0,33 |                         |       | 0,39  |       |       |
| 0,40 |            |      |      | 0,31 | 0,47 | 0,36 | 0,36 |                         |       | 0,38  | -0,59 |       |
| 0,41 |            | 0,33 |      | 0,32 | 0,44 | 0,37 | 0,39 |                         |       | 0,37  | -0,65 |       |
|      |            |      |      |      |      |      |      |                         |       |       |       |       |
| 0,44 | 0,43       | 0,53 | 0,76 | 0,49 |      | 0,38 | 0,39 | 0,32                    |       | 0,47  |       |       |
|      |            |      |      |      | 0,38 |      | 0,50 | 0,42                    |       | -0,48 |       |       |
|      |            |      |      |      |      |      |      |                         |       |       |       | -0,71 |
|      |            |      |      |      | 0,51 |      |      |                         | 0,72  |       |       | -0,61 |
|      |            |      |      |      |      |      |      |                         | -0,66 |       | -0,73 |       |
| 0,50 |            |      |      |      |      |      |      | 0,50                    |       |       |       |       |
|      |            |      |      |      |      |      |      | 0,57                    | 0,59  |       |       | -0,75 |
|      |            |      |      | 0,38 | 0,40 |      |      |                         |       |       |       |       |
|      | 0,43       | 0,39 | 0,39 | 0,42 |      |      |      |                         | -0,58 |       | -0,59 | 0,59  |
| 0,90 | 0,79       | 0,85 | 0,84 | 0,83 | 0,76 | 0,78 | 0,76 | 0,71                    |       |       |       | 0,57  |
| 0,95 | 0,67       | 0,80 | 0,78 | 0,87 | 0,90 | 0,89 | 0,80 | 0,81                    |       |       |       |       |
| 0,90 | 0,79       | 0,82 | 0,85 | 0,81 | 0,70 | 0,72 | 0,68 | 0,67                    |       |       |       |       |
| B2/2 | 0,61       | 0,76 | 0,75 | 0,91 | 0,86 | 0,93 | 0,78 | 0,85                    |       |       |       |       |
|      | P/1        | 0,93 | 0,85 | 0,65 | 0,44 | 0,44 | 0,64 | 0,44                    |       |       |       |       |
|      |            | P/2  | 0,83 | 0,77 | 0,64 | 0,65 | 0,85 | 0,63                    |       |       |       |       |
|      |            |      | K/1  | 0,87 | 0,56 | 0,61 | 0,60 | 0,66                    |       |       |       |       |
|      | Stupeň     |      |      | K/2  | 0,77 | 0,85 | 0,74 | 0,91                    |       |       |       |       |
|      | elasticity |      |      |      | B1   | 0,91 | 0,76 | 0,81                    |       |       |       |       |
|      |            |      |      |      |      | B2   | 0,80 | 0,90                    |       |       |       |       |
|      |            |      |      |      | PPR  |      | P    | 0,76                    |       |       |       |       |
|      |            |      |      |      |      |      | T    |                         |       |       |       |       |
|      |            |      |      |      |      |      |      | $C_s(D)/C_n(D)$         |       |       |       | -0,66 |
|      |            |      |      |      |      |      |      | $C_v(KPB)/C_v(D)$       |       | 0,62  |       | 0,74  |
|      |            |      |      |      |      |      |      | $C_n(KPB)/C_n(D)$       |       |       |       |       |
|      |            |      |      |      |      |      |      | $C_{vn}(KPB)/C_{vn}(D)$ |       |       |       |       |

В работе приведены результаты аттестации клубней 16 сортов картофеля в период начала их хранения. Обследовали содержание сухого вещества, клетчатки и крахмала в их основных частях (паренхима краев, паренхима сердцевин и мякоть) и электрическую удельную проводимость упомянутых частей. Для изучения механических свойств использовали тест отражательным маятником с определением степени эластичности (СЭ) и доли упругих толчков (ДУТ). Далее использовали, крип материала центральных участков клубней. Установили, что содержание сухого вещества понижается по направлению от поверхности к центру клубней и отношение между содержанием крахмала и сухого вещества очень близко во всех аттестированных частях. Содержание клетчатки во всех аттестированных частях весьма изменчиво. Большинство изучаемых механических и электрических параметров растет с растущим содержанием сухого вещества в разных частях клубней и СЭ и ДУТ также с растущим содержанием клетчатки в сердцевидной паренхиме. Исключение составляют только некоторые параметры теста крипа (вязкость и время ретардации). Последние больше всего зависят от содержания некрахмалов в мякоти клубня. Вся проблематика будет подвергаться критической оценке в следующих работах. В настоящее время последние готовят.

клубни картофеля; сухое вещество; клетчатка; крахмал; некрахмал; паренхима краев и сердцевин; мякоть; крип; отражательный маятник; степень эластичности; доля упругих толчков; корреляционный анализ

BLAHOVEC, J. — PATOČKA, K. — LEJŠKOVÁ, K. — JANÁL, R. — MÍČA, B. [University of Agriculture, Praha; Potato Research and Breeding Institute, Havlíčkův Brod]: *Mechanical properties of potato tubers and the composition of their main parts*. Potravinářské Vědy, 8, 1990 (3): 199—221.

Sixteen potato varieties were subjected to tests at the beginning of the period of their storage. The tubers were tested for the contents of dry matter, fibre and starch in their main parts (outer parenchyma, centre parenchyma, flesh) and the electric conductivity of these parts. Rebound pendulum test was used for the examination of the mechanical properties with the determination of the elasticity degree (SE) and proportion of elastic impacts (PPR). Creep of the central parts of tubers was also used. The content of dry matter was found to decline in the direction from the surface to the middle of the tubers. There is a close correlation between the contents of starch and dry matter in all the parts tested. Fibre contents is very variable in all the parts. The majority of the mechanical and electrical parameters under study increases with increasing dry matter contents in the different parts of the tubers; the SE and PPR also increase with increasing fibre content in the centre parenchyma. Some parameters of the creep test (viscosity and retardation time  $T_r$ ) are an exception; these show the greatest dependence on the contents of non-starches in tuber flesh. All the problems will be subjected to critical evaluation in further studies which are now being prepared.

potato tubers; dry matter; fibre, starch; non-starches; outer and centre parenchyma; flesh; creep; rebound pendulum; elasticity degree; proportion of elastic impacts; correlation analysis

BLAHOVEC, J. — PATOČKA, K. — LEJŠKOVÁ, K. — JANÁL, R. — MÍČA, B. [Landwirtschaftliche Hochschule, Praha; Forschungs- und Züchtungsinstitut für Kartoffelanbau, Havlíčkův Brod]: *Mechanische Eigenschaften der Kartoffelknollen und Zusammensetzung ihrer Grundbestandteile*. Potravinářské Vědy, 8, 1990 (3): 199—221.

In der vorliegenden Arbeit sind Ergebnisse der Knollenteste von 16 Kartoffelsorten in der Anfangszeit ihrer Lagerung angeführt. Es wurden der Trockensubstanz-, Rohfaser- und Stärkegehalt in ihren Grundbestandteilen (Rand-, Mittel- parenchym und Mark) und die elektrische Konduktivität dieser Teile untersucht. Zur Untersuchung der mechanischen Eigenschaften benutzte man den Rückschlagpendeltest mit der Bestimmung der Elastizitätsstufe (SE) und des Anteils von elastischen Stößen (PPR). Es wurde auch das Creep der Mittelknollenpartien benutzt. Es wurde festgestellt, daß der Trockensubstanzgehalt in Richtung von der Oberfläche in die Knollenmitte absinkt und daß die Beziehung zwischen dem Stärke- und Trockensubstanzgehalt in allen getesteten Teilen fast die gleiche ist. Der Fasergehalt ist in den getesteten Teilen sehr variabel. Die meisten untersuchten mechanischen und elektrischen Parameter nehmen mit wachsendem Trockensubstanzgehalt in verschiedenen Knollenteilen und die SE und die PPR nehmen auch mit wachsendem Fasergehalt im Mittelparenchym zu. Eine Ausnahme dabei bilden einige Parameter des Creep testes (Viskosität und Retardationszeit  $T_r$ ), die vom Gehalt des Knollenmarks an Nichtstärken am meisten abhängig sind. Die ganze Problematik wird in den nächsten Prozessen, die zur Zeit vorbereitet sind, kritisch beurteilt werden.

Kartoffelknollen; Trockensubstanz; Faserstoff; Stärke; Nichtstärken; Rand- und Mittelparenchym; Mark; Creep; Rückschlagpendel; Elastizitätsstufe; Anteil der elastischen Stöße; Korrelationsanalyse

---

#### Adresy autorů:

RNDr. ing. Jiří Blahovec, DrSc., prom. biol. Karel Patočka, doc. RNDr. Květa Lejšková, CSc., doc. Rudolf Janál, DrSc., Vysoká škola zemědělská, 165 00 Praha 6 - Suchbát

Ing. Bohumil Míča, CSc., Výzkumný a šlechtitelský ústav bramborářský, 580 03 Havlíčkův Brod

# ŽIVOTNÍ JUBILEA

## K ŽIVOTNÍMU JUBILEU ING. M. MALENICKÉHO

V letošním roce se dožívá 70 let významný představitel našeho potravinářského průmyslu, analytik a technolog tukového odvětví, ing. Miloslav Malenický. Narodil se 17. 5. 1920 v Táboře. Po absolvování Čs. státní reálky vystudoval obor chemicko-technologického inženýrství na Českém vysokém učení technickém v Praze. Po několikaletém válečném přerušení ukončil vysokou školu v roce 1947 a v témže roce nastoupil jako výzkumný chemik v Severočeských tukových závodech, kde působil až do svého odchodu do důchodu. V prvních 14 letech pracoval jako vedoucí analytických laboratoří a kontrolního útvaru v podniku a během tohoto období vypracoval a zavedl mnoho nových, přesných a spolehlivých analytických metod. Zasloužil se o vydávání jednotných analytických metod tukových, které měly ve své době vynikající světovou úroveň.

Příspěla k tomu činnost ing. Malenického v mezinárodní normalizaci analytických metod tukových. Byl mnoho let členem Komise pro tuky a mýdla (později přejmenované na Komisi pro tuky, oleje a deriváty). Mezinárodní unie pro chemii čistou a užitou IUPAC. Stal se postupně jedním z nejaktivnějších členů komise, byl dvakrát zvolen členem výboru a v letech 1969–1973 se stal jejím místopředsedou. V rámci této činnosti byl spoluautorem mezinárodních analytických metod tukových vydaných organizací IUPAC.

V tomto období působil ing. Malenický jako československý expert v Číně a později ve Vietnamu. Za úspěšnou činnost byl vietnamskou vládou vyznamenán.

Na základě dosavadních vynikajících výsledků byl ing. Malenický v roce 1961 pověřen funkcí výrobního náměstka Severočeských tukových závodů a v roce 1963 se stal hlavním inženýrem. Jeho zásluhou byla výroba modernizována a podnik se rychle dostal na přední místo mezi evropskými tukovými podniky. Za tuto činnost obdržel v roce 1968 vyznamenání Vynikající pracovník zemědělství a výživy a o rok později byl vyznamenán Řádem práce za mimořádné pracovní úsilí a výsledky práce ve vědeckém výzkumu a za zavádění moderní techniky a technologie.

Za své zásadové a nekompromisní postoje v letech 1968–1970 a za své demokratické smýšlení byl však ing. Malenický zbaven své funkce a od roku 1971 až do odchodu do důchodu v roce 1980 pracoval na podřízeném místě v odboru technického rozvoje. Ani v těchto nepříznivých poměrech však nepřestal usilovat o další rozvoj podniku. Posledních 10 let strávil ing. Malenický na odpočinku ve svém rodném městě Táboře.

Po celou dobu svého působení v průmyslu byl ing. M. Malenický činný v organizaci vědeckého života jako aktivní člen a funkcionář Čs. vědeckotechnické společnosti a hlavně Čs. společnosti chemické, kde spolu s prof. Veselým založil Komisi pro analytiku tuků a mýdel při Odborné skupině analytické chemie. Brzy se tato skupina osamostatnila a svou působnost rozšířila na chemii a technologii tuků, detergentů i kosmetických výrobků. Náplň činnosti této odborné skupiny byla formována hlavně ing. Malenickým, který za nejdůležitější náplň odborné skupiny považoval převádění vědeckých poznatků do průmyslové praxe. V odborné skupině působil ing. Malenický nejprve jako místopředseda a od roku 1966 až do odchodu do důchodu jako předseda. Činnost odborné skupiny pro tuky, detergenty a kosmetickou chemii Čs. společnosti chemické stále pokračuje v tradicích vybudovaných jubilantem, který se dosud živě zajímá o její činnost.

Měli jsme možnost spolupracovat s ing. Malenickým mnoho let a za tuto dobu jsme se naučili si ho velmi vážit pro jeho hluboké odborné znalosti, pracovitost, houževnatost, přímost a osobní statečnost. Ing. Malenický věnoval své vynikající organizační schopnosti ve prospěch svého podniku a vědeckých organizací, v nichž působil. Dovedl se rychle orientovat, pohotově a správně rozhodovat, což je zvláště důležité na vedoucí funkci v podniku. Jeho rozhodování bylo vždy založeno na pečlivém prostudování problému a potřebné literatury a na dlouholetých zkušenostech. Tyto zkušenosti ochotně předával svým spolupracovníkům a vchoval řadu schopných technologů a analytiků.

Blahopřejeme ing. Malenickému k jeho 70. narozeninám a přejeme mu do dalších let mnoho zdraví, činnorodé aktivity a duševní pohody.

*Prof. Jan Pokorný, DrSc., ing. Jiří Čmolík, CSc.*



## MOŽNOSTI ŠIRŠIEHO VYUŽITIA VÝSLEDKOV ADSORPČNO-CHROMATOGRAFICKÝCH ANALÝZ (TLC) V OBLASTI SILÍC A ÉTERICKÝCH OLEJOV

Práca v oblasti éterických olejov je všeobecne značne sťažená chronickým nedostatkom čistých porovnávacích látok, čím sú sťažené i možnosti kvalitatívno-štruktúrnych charakteristík éterických olejov.

Chromatografia na tenkých vrstvách (TLC) zostáva pre svoju jednoduchosť i ekonomickú dostupnosť široko aplikovanou adsorpčnou metódou takmer v každom laboratóriu. Jej aplikácia je i v súčasnosti efektívna najmä pri rozdeľovaní látok, ktoré sa líšia štruktúrnymi parametrami alebo funkčnými skupinami a nie iba homologickým prírastkom. Na tomto základe môžu stavať a vhodne dopĺňovať ďalšie identifikačné kombinácie, napr. s rozdeľovacími chromatografickými metódami, spektrálnymi prípadne výpočtovými metódami.

Výhody uplatnení LC v oblasti éterických olejov možno nájsť v prácach autorov Stahl (1975), príp. Ben Menni (1989). TLC iných druhov prírodných látok uvádzajú v súbornej práci Schwarz a Lábler (1965).

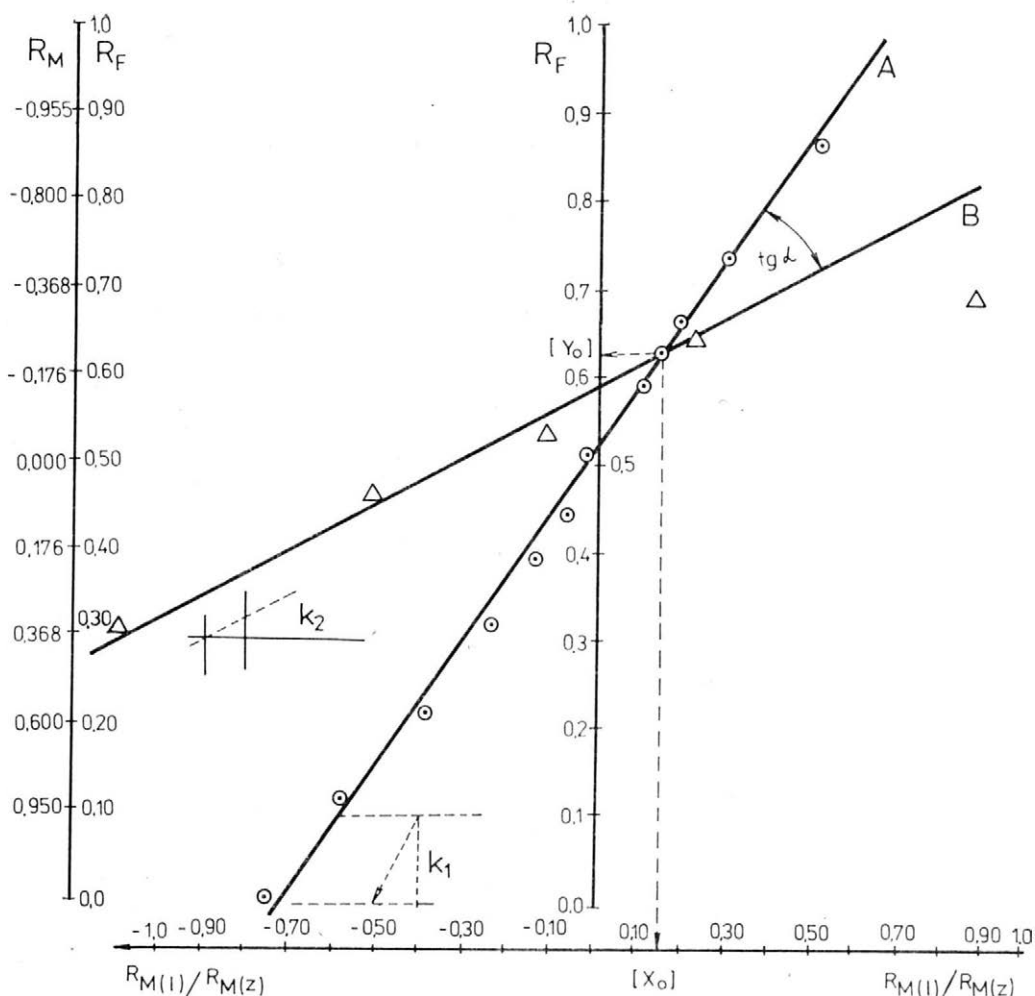
V rozdeľovacej chromatografii možno na identifikáciu a určenie štruktúry výhodne využiť  $R_M$  hodnoty a z ich rozdielov vyplývajúce „skupinové konštanty“, ktoré zaviedol Martin (1963), resp.  $R_C$  hodnoty ako modifikované  $R_M$  hodnoty, ktoré popísal Decker (1958). Pre rozdeľovaciu plynovú chromatografiu (GLC) sú to retenčné  $R_I$  indexy, ktoré zaviedli Wehrli, Kovats (1959).

Naše práce zamerané na štúdium éterických olejov polokríkovej, trvale rastúcej rastliny *Artemisia arborescens* voľne rastúcej v Tlemcenskom pohorí severozápadnej Afriky, sa pre nedostatok štandardov pri TLC analýzach overovala možnosť numerickej charakterizácie éterických olejov — jednotlivých zón rozdelených na platniach TLC. Na to sa vypracovali dva výpočtové programy. Oba programy, ich koncepcia, vývojové diagramy, výpisy algoritmov ako i príklady použitia sú publikované v samostatných prácach (Koman, 1989; Koman et al., 1989). Pre informáciu uvádzame, že prvý program umožňuje výpočet „štruktúrnej konštanty“ analogickej k Martinovej „skupinovej konštanty“ t. j. strednej hodnoty všetkých postupných dvojíc  $R_M$  hodnôt susediacich zón na TLC. Druhý je charakteristický možnosťou výpočtu novozavedenej hodnoty „relatívny adsorpčný index“ (RAI), ktorý môže byť rozširujúcim chromatograficko-štruktúrnym analógom modifikovaných Deckerových  $R_C$  hodnôt. Špecifikom je vzťah k uhlíkovodíkovej zóne ako jedinému štandardu.

Ťažiskom tohto stručného oznámenia je informácia o tom, že numerické údaje zo spracovania výsledkov TLC pre charakterizovanie silíc a éterických olejov získané pomocou uvedených programov je možné ešte rozšíriť o grafickú interpretáciu formou komplexných zmesí modelových a skúmaných silíc a éterických olejov. Tieto grafické vyjadrenia využívajú vypočítané RAI hodnoty a modifikované  $R_C$  hodnoty v závislosti na  $R_F$  a  $R_M$  hodnotách. Predstavujú priamky, lineárne závislosti tvarov:  $y = kx + q$ , keď  $y = \text{RAI}$  (resp. modifikované  $R_C$ ) a  $x = R_F$  (resp.  $R_M$ ) — obr. 1. Konkrétne ide o výsledky TLC analýzy zmesí éterických olejov: *Artemisia absinthium* (modelová) (Darwish et al., 1979) a *Artemisia arborescens* nami skúmaná. Z obrázku možno usúdiť, že uvádzanými postupmi získané a interpretované výsledky dvoch (i viacerých) druhov éterických olejov budú mať im vlastné charakteristiky funkčných závislostí (priamok) t. j. hodnoty smerníc priesečníkov a uhlov, ktoré vzájomne zvierajú. Tieto budú pre skúmané látky za daných pracovných podmienok konštantami. Tým sa stávajú identifikátormi, ktoré dovoľujú znížiť počet (resp. až obísť použitie) čistých látok (štandardov), pričom ich vypovedacia hodnota pri vysokej reproducibilite takýchto vyjadrení je vysoká.

Numerické a grafické vyjadrenia študovaných zmesí éterických olejov (zmesí látok obecne) voči zmesi, zvolenej za základnú (štandardnú) pomôžu rozšíriť charakteristiku éterických olejov v celom rozsahu ich identifikačných a štruktúrnych aspektov. Výsledky uvedené v tomto oznámení možno aplikovať i v prípade použitia vysokotlakové kvapalinovej chromatografie (HPLC) s použitím kolón plnených adsorbentmi.

Podakovanie: Za pomoc pri tvorbe programov ďakujem doc. RNDr. M. Vallovi, CSc., a ing. J. Komanovi a za technickú pomoc p. M. Bystrickej.



Grafická interpretácia lineárnej závislosti  $R_{M(1)}/R_{M(2)}$  od  $R_F$  hodnôt dvoch druhov artemisí — modelovej *Artemisia absinthium* [A] a študovanej *Artemisia arborescens* [B]. Z grafu možno odčítať príslušné charakteristiky:

smernice priamok a príslušné uhly —

$$k_1 = 2,0; \operatorname{tg} \alpha = 63^\circ 26' 06''$$

$$k_2 = 0,5; \operatorname{tg} \alpha = 26^\circ 33' 54''$$

súradnice priesečníka priamok —

$$P[x_0, y_0] = [0,115; 0,63]$$

uhol pretínajúcich sa priamok —

$$\operatorname{tg} \alpha = (k_1 - k_2)/(1 + k_1 k_2) = 36^\circ 52' 12''$$

## Literatúra

DARWISH, M. S. — EL SHAAMY, A. M. — SOULIMAN, F. M. — EL SHABRAWY, A. O.: A study of volatile oils and fatty acids of *Artemisia absinthium*. Bull. Fac. Pharm. Cairo, Egypt, 16, 1979, s. 85.

DECKER, P.: „ $R_C$ -Werte auf eine Homologenreihe von Eichsubstanzen bezogene  $R_F$ -Werte, als reproduzible Konstanten bei der Dokumentation in der Papierchromatographie und ihre Verwendung zur Elimination von Gradienteneffekten und zur Konstitutionsaufklärung aus  $R_F$ -Werten.“ Naturwissenschaften, 45, 1958, s. 1958.

KOMAN, V.: Programový príspevok k otázkam zloženia a štruktúr prírodných éterických olejov. Bull. PV, 1989, č. 4 (v tlači).

KOMAN, V. — TALEB BENDIAB SID'AHMED — BEKKARA, F.: Identifikácia zložiek éterických olejov relatívnymi adsorpčnými indexami. Bull. PV, 1990, č. 1 (v tlači).  
SCHWARZ, L. — LÄBLER, V.: Chromatografie na tenké vrstvě. Praha, Nakl. ČSAV 1965.  
STAHL, E.: Analyse Chromatographique et Microscopiques des Drogues. Paris, Mc Graw-Hill 1975.  
WEHRLI, A. — KOVATS, E.: Gas chromatographic characterization of organic compounds III. Calculation of the retention indexes of aliphatic, alicyclic, and aromatic compounds. Helv. Chim. Acta, 42, 1959, s. 2709—2736.

Došlo dňa 17. 8. 1989

*Doc. Ing. Václav Koman, DrSc., Chemicko-technologická fakulta SVŠT, Radlinského 9, 812 37 Bratislava*

## Z VĚDECKÉHO ŽIVOTA

### XXVIII. SEMINÁŘ Z TECHNOLOGIE A ANALYTIKY TUKŮ

V krásném prostředí Nízkých Tater se ve dnech 25.—27. 4. 1990 konal XXVIII. seminář z technologie a analytiky tuků, který organizačně zajišťovala závodní pobočka CSVTS Palma Bratislava a Dům techniky Košice.

Na semináři, jehož se zúčastnili kromě zástupců výzkumně vývojové základny přední technici všech tukových podniků obou republik, bylo předneseno celkem 28 příspěvků a čtyři plakátová sdělení, které byly rozděleny do několika tematických celků.

V úvodním slovu ředitel s. p. Palma Bratislava pan Sládek nastínil perspektivy dalšího rozvoje tukového průmyslu na Slovensku, seznámil přítomné s výstavbou nového moderního závodu v Galantě a podrobněji rozebíral i modernizaci mateřského závodu.

O koncepci rozvoje tukového průmyslu v České republice referoval pan Souček, který zdůraznil nutnost rekonstrukce a modernizace stávajících klíčových provozů. Poukázal též na nezbytnost snížené energetické náročnosti a dodržování ekologických hledisek výroby.

Úvodní odborný referát o kritériích jakosti řepkových semen a následně získaného řepkového oleje přednesl prof. Pokorný. Ve svém příspěvku se zabýval toxickými a nežádoucími složkami jak v řepkovém semeni, tak v následném oleji a ve šrotech. Tyto složky zhoršují zpracovatelnost oleje, ale ohrožují také jeho stabilitu a mohou mít vliv i na jeho senzorickou jakost včetně využitelnosti šrotů. Závěrem poukázal na oprávněně se zvyšující nároky kladené z tohoto titulu na pěstitele řepky.

Navazující příspěvek autorů největšího zpracovatelského závodu na řepku k. p. Severočeské tukové závody (STZ) podrobně informoval o vývoji olejnatosti složení mastných kyselin, obsahu glukosinolátů i dalších cizorodých látkách v řepce, a to i z hlediska regionálního. Byl prokázán i vliv stupně sušení semen na kvalitu řepkového oleje.

Technickými problémy při zpracování dvojnulové řepky se zabýval příspěvek pana Škody z k. p. STZ. Pan Dědek z Výzkumného ústavu tukového průmyslu Ústí nad Labem se ve svém příspěvku zabýval progresivním postupem hydratace řepkového oleje s cílem maximálního odstranění fosfolipidů. Výsledky naznačují, že lze vhodně volnými postupy docílit srovnatelných výsledků jako u zahraničních technologií, např. superdegumming firmy Unilever.

Již tradičně nejobsáhlejší blok přednášek byl věnován problematice ztužování a hodnocení ztužených tuků. Přednášky zahájil R. Kudláček, referující o optimalizaci niklového hydrogenačního katalyzátoru, jeho modifikací se sloučeninami síry a ZnO. Problematika využití ultrazvuku, jak sama autorka uvádí, je při hydrogenaci olejů zatím pouze teoretickou záležitostí. Následovala řada praktických příspěvků z oblasti ztužování řepkového oleje či využití nového ztužovacího autoklávu firmy Krupp pro ztužování řepkového oleje. Přednášky pracovníků VÚTP v Ústí nad Labem a k. p. STZ z oblasti hodnocení ztužených tuků aktuálně reagovali na stávající situaci, týkající se kvality i standardnosti vyráběných ztužených tuků. Byla diskutována řada hodnotících kritérií, z nichž se nejvýrazněji na vlastní kvalitu ztužených tuků projevuje obsah tuhých podílů stanovený metodou pulsní NMR. I toto kritérium však není plně dostačující, jak už konec konců bylo naznačováno i v minulosti, a je třeba ho doplnit o další údaje jako je např.: bod tání, obsah trans kyselin apod. Jedním z důsledků nevhodné jakosti ztužených řepkových olejů je např. i vzhledová vada ztuženého pokrmového tuku IVA, zvaná mramorovitost, jejíž příčiny byly diskutovány v příspěvku předneseném panem Schwarzem z VÚTP Ústí nad Labem.

Příspěvky autorů ze s. p. Palma, Bratislava a Slovenské vysoké školy technické (SVŠT) v Bratislavě byly zaměřeny na novou progresivní technologii frakcionace tuků. Autoři se zabývali poznatky z úvodních provozních výrob frakcionovaných tuků a olejů na zařízení Lipofrac. S vlastními produkty frakcionace se přítomní mohli seznámit při panelové diskusi, kde byly představeny nové výrobky Heliol extra, Fritol a Oliol v tolik potřebném atraktivním balení. Příspěvek o vlivu technologických podmínek na enzymatickou hydrolýzu řepkového materiálu nastínil zatím však pouze teoretické možnosti a nelze očekávat v blízké budoucnosti její využití při zpracování řepkových semen.

Problematika analytiky tuků a olejů byla zastoupena na tomto semináři velmi skromně, pouze jedním příspěvkem pracovníků VŠCHT z katedry analýzy potravin, zabývajícím se stanovením vitamínů A a E v krmných směsích pomocí HPLC.

Závěrečné příspěvky byly věnovány problematice technických tuků, z nichž zasluhuje pozornost využití vedlejších odpadů z výroby moderních mastných kyselin, které o modifikované podobě lze využít jako hydrofobizátorů do maltových směsí.

Seminář byl po všech stránkách zdařilým setkáním odborníků, který vedle navázání dalších osobních kontaktů jistě přispěl i k jejich tvůrčí inspiraci. Texty přednesených referátů budou uveřejněny ve sborníku, který vyjde do konce ledna 1991.

*Ing. W. Schwarz, CSc.*

## VLIV RŮZNÝCH FAKTORŮ POTRAVINOVÉHO SUBSTRÁTU NA INTENZITU SLADKÉ CHUTI NÁHRADNÍCH SLADIDEL

Studiu intenzity a kvality sladké chuti sacharidických i nesacharidických sladidel je věnována pozornost již mnoho let. Zunt (1892), Heymans (1899), Kiesow (1894), Kremer (1917, 1918), Täufel, Klemm (1925), Fabian, Blum (1943), Dahlberg, Penczek (1941), Cameron (1947), Tsuzuki, Yamazaki (1953a, b), Gregson, McCowen (1963) a řada dalších autorů studovala v modelových systémech — méně často v potravinách — vlivy různých faktorů a složení potravin na intenzitu a kvalitu sladké chuti. Nicméně až doposud nalezené poznatky nelze zobecnit tak, aby bylo možné předem přesně stanovit, jak se bude sladká látka v potravine chovat. Je to pochopitelné, uvážíme-li, jak jsou potravinové substráty složité a že řada jiných komponent se podílí na celkovém chuťovém vjemu. Dochází k vzájemné interakci a konkurenci chuťových vjemů v chuťových receptorech.

Otázky spojené s aplikací sladidel v potravinách zůstávají stále aktuální. Záměna sladidel, resp. výroba nových a inovovaných výrobků se sladidly dříve nepoužívanými staví před výrobce problémy, se kterými se musí vyrovnat.

Jednou z nejdůležitějších vlastností, které určují použitelnost sladidla v potravinách, je intenzita sladké chuti — sladivost. Popsat přesně sladivost, přestože tomu bylo věnováno velké úsilí, se doposud nepodařilo. Neexistuje jednoduchá definice sladivosti. Intenzita sladké chuti se definuje jako poměr koncentrace sacharosy a koncentrace sladidla, která je nutná k dosažení stejné intenzity sladké chuti jako má referenční roztok sacharosy, sacharosa je pokládána za standard sladké chuti — její kvality a intenzity. Intenzita sladké chuti sacharosy se klade rovna jedné nebo stu. Takto získané číslo, tzn. relativní sladivost (poměr dvou koncentrací) charakterizuje dané sladidlo. Má pouze platnost za podmínek, za kterých byla stanovena. Mylně bývá tato hodnota pokládána za konstantu. To by platilo pouze za předpokladu, kdyby byla intenzita sladké chuti lineární funkcí koncentrace. Tento předpoklad platí pouze v omezeném intervalu, zejména u intenzivních sladidel — jak dále ukážeme.

Práce zabývající se problematikou sladidel jsou zaměřeny jak prakticky, tak i z hlediska teoretického. Teoretické práce s modelovými systémy sladidel se snaží o matematické vyjádření pozorovaných jevů (Moskowitz, 1974; Stevenson, 1975; Hoppe, Gassmann, 1980, 1985). Studium samotných sladidel, resp. jejich roztoků je důležité pro poznání sladidla, tj. kvality a intenzity sladké chuti, přítomnosti pachutí, průběhu vnímání sladké chuti (tj. vzniku, trvání a doznívání). Avšak hodnoty nalezené za modelových podmínek mají z hlediska použití v potravinářské praxi pouze omezenou více méně informativní platnost. Sladidlo je pouze jednou ze složek potravinového substrátu. Výsledný chuťový účinek sladidla je proto ovlivněn působením dalších složek.

V této práci jsme se pokusili na základě literárních poznatků poukázat na ty faktory, které intenzitu sladké chuti ovlivňují, a tak upozornit na složitost celé problematiky. Ne vždy se podařilo autorům dojít k jednoznačným závěrům. Problematika je velice široká a dovoluje při studiu velkou variabilitu ve volbě podmínek (pH, teplota, koncentrace ap.). To znamená, že se jednotlivé práce zabývají studiem sladidel za různých podmínek a využívají i odlišných postupů senzoričského hodnocení. To má za následek, že výsledky nejsou zcela srovnatelné a nálezy se zdají mnohdy značně rozdílné až protichůdné. Dokumentují to ve své práci Tunailey et al. (1987), kteří shrnuli literární hodnoty udávající relativní sladivost roztoků fruktosy a glukosy odpovídající intenzitou sladké chuti 5% roztoku sacharosy (tab. I). Rozmezí relativní sladivosti se pohybuje od 1,04 do 1,25násobku fruktosy a od 0,52 do 0,69násobku u glukosy. Rozptýl nalezených hodnot intenzity sladké chuti je patrný i z dalšího souboru údajů uvedených v téže publikaci (Tunailey et al., 1987) (tab. II). Z obou tabulek dále vyplývá, že obecně tradovaná vysoká relativní sladivost fruktosy (1,8krát vyšší než sladivost cukru) platí jen za určitých podmínek, jak je dále patrné i z práce Hoppe (1986), který porovnal dostupná data (tab. III), z kterých vyplývá, že relativní sladivost 1,8násobně vyšší než cukru se v uvedeném koncentračním rozmezí vůbec nevyskytuje. Je platná pouze pro prahové koncentrace a nelze s ní počítat při slazení potravinových substrátů, kde se relativní sladivost projevuje přibližně ve stejné rovině jako sacharosa, maximálně je sladší o 1/3. Otázce sladivosti fruktosy bude ještě

I. Koncentrace fruktosy a glukosy ekvivalentní intenzitou sladkosti 5% roztoku sacharosy

| Citace                   | Sacharosa | Fruktosa |                     | Glukosa |                     |
|--------------------------|-----------|----------|---------------------|---------|---------------------|
|                          | konc. %   | konc. %  | relativní sladivost | konc. % | relativní sladivost |
| Tunaley et al. (1987)    | 5         | 4,15     | 1,20                | 8,21    | 0,61                |
| Dahlberg, Penczek (1941) | 5         | 4,5      | 1,11                | 7,2     | 0,69                |
| Cameron (1947)           | 5         | 4,6      | 1,08                | 8,3     | 0,60                |
| Pangborn (1963)          | 5         | 4,19     | 1,19                | 8,28    | 0,60                |
| Moskowitz (1970)         | 5         | 4,83     | 1,04                | 9,54    | 0,52                |
| Hyvönen et al. (1977)    | 5         | 4,0      | 1,25                | 7,7     | 0,65                |
| McBride (1983)           | 5         | 4,1      | 1,22                | 8,8     | 0,57                |

II. Publikované rozsahy relativních intenzit sladkosti (intenzita sladkosti sacharosy = 100)

| Sladidlo    | Hodnota               | Citace                                               |
|-------------|-----------------------|------------------------------------------------------|
| Fruktosa    | 110—180               | McBride (1983), Hough (1979)                         |
| Glukosa     | 50—80                 | Pangborn (1963), Nieman (1960)                       |
| Sorbitol    | 40—50                 | Hough (1979), Beck (1974)                            |
| Lactitol    | 23—35                 | Van Velthuijsen (1979), Linko et al. (1980)          |
| Acesulfam K | 13—20×10 <sup>3</sup> | Von Rymon-Lipinski, Huddart (1983), Volkstein (1983) |
| Aspartam    | 15—20×10 <sup>3</sup> | Beck (1974), Mazur (1976)                            |
| Sacharin    | 30—50×10 <sup>3</sup> | Nieman (1958), Spencer (1971)                        |
| Steviosid   | 10—30×10 <sup>3</sup> | Isima, Kakayama (1976), Tanaka (1982)                |

dále věnována pozornost. Totéž, co bylo ukázáno na fruktose, platí i pro jiné sladké látky posuzované při prahových koncentracích. Použití nesprávně získaných hodnot má pak za následek chybné odhady při výpočtu náhrady sacharosy jinými sladidly.

Ve studii chceme ukázat hlavní faktory, které se podílejí na výsledném vjemu intenzity sladké chuti. Jsou to:

- druh (charakter) sladidla
- koncentrace sladidla
- teplota hodnoceného systému
- pH
- další složky potravin včetně dalších sladidel
- hustota prostředí, polarita prostředí
- citlivost hodnotícího panelu

Pokusili jsme se charakterizovat působení jednotlivých faktorů. Z důvodů vzájemného ovlivnění nelze však této klasifikace použít ve všech případech.

## Druh sladidla

Sladidla jsou látky, jejichž společnou vlastností je schopnost vyvolávat vjem sladké chuti. Jsou to látky s velice různorodou chemickou strukturou. Pro potravinářskou praxi jsou důležité rozdíly v intenzitě a kvalitě sladké chuti a energetické hodnotě. Lze je tedy dělit na intenzivně sladké látky, které převyšují sladivost sacharosy o jeden řád (např. cyklamáty), o dva řády (např. sacharin, aspartam, steviosid, acesulfam K) a o tři řády (např. dihydrochalkony, thaumatiny). Dále na sladké látky, které se



### III. Rovnovážné koncentrace (g/l) fruktosy a sacharosy

| Fruktosa<br>(s') | Sacharosa<br>(s) | s/s' | Fruktosa<br>(s') | Sacharosa<br>(s) | s/s' |
|------------------|------------------|------|------------------|------------------|------|
| 4,2              | 5,0              | 1,19 | 50,0             | 55,0             | 1,10 |
| 7,6              | 10,0             | 1,32 | 82,5             | 100,0            | 1,21 |
| 16,6             | 20,0             | 1,20 | 85,0             | 100,0            | 1,18 |
| 23,1             | 30,0             | 1,30 | 86,2             | 100,0            | 1,16 |
| 23,4             | 30,0             | 1,28 | 87,0             | 100,0            | 1,15 |
| 25,0             | 33,0             | 1,32 | 100,0            | 123,0            | 1,23 |
| 38,9             | 50,0             | 1,28 | 128,2            | 150,0            | 1,17 |
| 40,0             | 50,0             | 1,25 | 129,7            | 150,0            | 1,16 |
| 40,2             | 50,0             | 1,24 | 150,0            | 178,0            | 1,19 |
| 41,9             | 50,0             | 1,19 | 162,0            | 200,0            | 1,23 |
| 45,0             | 50,0             | 1,09 | 166,7            | 200,0            | 1,20 |
| 46,0             | 50,0             | 1,09 | 187,1            | 200,0            | 1,07 |
| 50,0             | 66,6             | 1,33 | 200,0            | 247,0            | 1,24 |

od sacharosy sladivosti příliš neliší. Do této skupiny náleží sladidla na bázi sacharidů (sorbitol, manitol, fruktosa, xylosa, xylitol, glukosa, lykasin, palatinit ap.). Mimo sladivost jsou důležité i další vlastnosti, např. energetická hodnota sladidla, která v řadě případů ovlivňuje i energetickou hodnotu potravin, dále kvalita sladké chuti, tj. přítomnost vedlejších příchutí, čas potřebný ke vzniku sladkého vjemu, doba trvání sladkého vjemu a jeho doznívání ap.

#### Vliv koncentrace sladidla a teploty média

Koncentrace sladidla je dalším faktorem, který ovlivňuje relativní sladivost. Výrazně se tato závislost projevuje u intenzivních sladidel, méně u sladidel na bázi sacharidů. Závislost intenzity sladké chuti na koncentraci sladidla je patrna z hodnot uvedených v práci Hoppe a Gassmann (1985) [tab. IV]. Pokles intenzity sladké chuti se zvyšující se koncentrací je patrný ze souboru dat koncentrací sladidel (sacharosy, maltosy, laktosy, glukosy, fruktosy, galaktosy, xylosy, laktitolu, manitolu, xylitolu, palatinitu, Na soli sacharinu, Na cyklamátu, acesulfamu K a aspartamu) uspořádaných v equidistantních senzorických stupních [uvádějí koncentrace sladidel, které odpovídají stejné relativní sladivosti]. Tabeľovaná data dávají možnost provádět záměny sladidel o stejné relativní sladivosti. Autoři uvádějí možnost výpočtu směsí sladidel. Jedná se však pouze o vodné roztoky o omezené koncentraci, zejména u intenzivních sladidel. Např. u sacharinu 179 mg/l, což odpovídá 56,8 g/l sacharosy, u aspartamu 913 mg/l odpovídá 73,1 g/l sacharosy, u acesulfamu 739 mg/l odpovídající 64,6 g/l sacharosy. Z hodnot uváděných autory vyplývá, jak klesá relativní sladivost sacharidu v závislosti na koncentraci [tab. V].

Výrazný pokles relativní sladivosti u aspartamu našli Cloninger a Baldwin (1970). Ve srovnání s 2% vodným roztokem sacharosy je aspartam sladší 180krát, ve srovnání se 4% roztokem jen 160krát a proti 30% roztoku sacharosy už jen 43krát. Závislost relativní sladivosti syntetického dihydrochalconového sladidla typ CH-401 na koncentraci uvádějí Lindner et al. (1977) [tab. VI]. Z tabulky plyne, že toto sladidlo by bylo možné použít při velmi nízkých koncentracích nebo ve směších s jinými sladidly. Podobně se chová acesulfam K. Z grafu závislosti intenzity sladivosti na koncentraci, uvedeném v práci Rymon-Lipinski (1985), vyplývá, že ve srovnání s 2% roztokem sacharosy je acesulfam K přibližně 250krát sladší, zatímco v porovnání s 8% roztokem sacharosy přibližně 100krát. Rovněž u steviosidu dochází k výrazné závislosti sladké chuti na koncentraci [tab. IX].

U sacharidických sladidel je závislost intenzity sladké chuti na koncentraci, s výjimkou hodnot zjištěných při prahové koncentraci, méně výrazná. Z hodnot, uváděných v literatuře, nelze dělat jednoznačné závěry, vzhledem k tomu, že ve zkoumaných systémech působí současně i další faktory, jejichž vliv nelze eliminovat. Stone a Oliver (1969) studovali relativní sladivost sacharosy, glukosy a fruktosy v rozmezí 0,06–2M koncentraci (2–70%, resp. 1–36% roztok). Jako referenční roztok použili 0,25M a 0,50M (4,5 a 9%) roztok glukosy a 0,25M a 0,46M (8,5–16%) roztok sacha-

## IV. Koncentrace 16 sladidel odpovídající stejné intenzitě sladké chuti

| Intenzita<br>sladkosti | Sacha-<br>rosa | Maltosa | Laktosa | Glukosa | Fruktosa | Galak-<br>tosa | Xylosa |
|------------------------|----------------|---------|---------|---------|----------|----------------|--------|
|                        | g/l            | g/l     | g/l     | g/l     | g/l      | g/l            | g/l    |
| 2                      | 1,8            | 5,5     | 6,8     | 3,4     | 1,5      | 4,1            | 3,2    |
| 4                      | 3,8            | 11,2    | 13,6    | 6,8     | 3,0      | 8,3            | 6,4    |
| 6                      | 5,8            | 16,9    | 20,5    | 10,4    | 4,6      | 12,5           | 9,7    |
| 8                      | 7,8            | 22,7    | 27,6    | 14,0    | 6,2      | 16,7           | 13,1   |
| 10                     | 9,9            | 28,7    | 34,7    | 17,7    | 7,9      | 21,0           | 16,5   |
| 12                     | 12,1           | 34,8    | 41,9    | 21,4    | 9,6      | 25,3           | 20,0   |
| 14                     | 14,3           | 40,9    | 49,2    | 25,3    | 11,3     | 29,6           | 23,7   |
| 16                     | 16,5           | 47,3    | 56,5    | 29,3    | 13,1     | 34,0           | 27,4   |
| 18                     | 18,8           | 53,7    | 64,0    | 33,3    | 14,9     | 38,4           | 31,2   |
| 20                     | 21,2           | 60,3    | 71,6    | 37,5    | 16,8     | 42,9           | 35,1   |
| 22                     | 23,7           | 67,0    | 79,3    | 41,8    | 18,8     | 47,4           | 39,1   |
| 24                     | 26,2           | 73,9    | 87,1    | 46,1    | 20,8     | 51,9           | 43,2   |
| 26                     | 28,8           | 81,0    | 95,0    | 50,6    | 22,8     | 56,4           | 47,4   |
| 28                     | 31,5           | 88,2    | 103     | 55,3    | 25,0     | 61,1           | 51,8   |
| 30                     | 34,2           | 95,5    | 111     | 60,1    | 27,2     | 65,7           | 56,2   |
| 32                     | 37,1           | 103     | 119     | 65,0    | 29,5     | 70,4           | 60,9   |
| 34                     | 40,1           | 111     | 128     | 70,1    | 31,9     | 75,2           | 65,6   |
| 36                     | 43,2           | 119     | 136     | 75,3    | 34,4     | 80,0           | 70,5   |
| 38                     | 46,4           | 127     | 145     | 80,7    | 36,9     | 84,8           | 75,6   |
| 40                     | 49,7           | 135     | 154     | 86,3    | 39,6     | 89,7           | 80,9   |
| 42                     | 53,2           | 144     | 162     | 92,1    | 42,4     | 94,6           | 86,4   |
| 44                     | 56,8           | 153     | 172     | 98,1    | 45,4     | 99,6           | 92,0   |
| 46                     | 60,6           | 162     | 181     | 104     | 48,4     | 105            | 97,9   |
| 48                     | 64,6           | 171     | 190     | 111     | 51,6     | 110            | 104    |
| 50                     | 68,8           | 181     | 200     | 118     | 55,0     | 115            | 110    |
| 52                     | 73,1           | 191     | 209     | 125     | 58,6     | 120            | 117    |
| 54                     | 77,8           | 201     | 219     | 132     | 62,4     | 125            | 124    |
| 56                     | 82,7           | 212     | 229     | 140     | 66,4     | 130            | 131    |
| 58                     | 87,9           | 223     | 239     | 148     | 70,7     | 136            | 139    |
| 60                     | 93,4           | 234     | 240     | 156     | 75,3     | 141            | 147    |
| 62                     | 99,4           | 246     | 260     | 165     | 80,2     | 147            | 156    |
| 64                     | 106            | 259     | 271     | 175     | 85,6     | 152            | 165    |
| 66                     | 113            | 272     | 282     | 185     | 91,5     | —              | 174    |
| 68                     | 120            | —       | 293     | 196     | 97,9     | —              | 185    |
| 70                     | 129            | —       | 304     | 208     | 105      | —              | 196    |
| 72                     | 138            | —       | 316     | 220     | 113      | —              | 208    |
| 74                     | 148            | —       | 328     | 234     | 122      | —              | 221    |
| 76                     | 160            | —       | —       | 248     | 133      | —              | 235    |
| 78                     | 174            | —       | —       | 265     | 146      | —              | 251    |
| 80                     | 191            | —       | —       | 282     | 162      | —              | 269    |
| 82                     | 212            | —       | —       | 303     | 184      | —              | 289    |
| 84                     | 240            | —       | —       | 326     | 217      | —              | 312    |
| 86                     | 282            | —       | —       | 353     | 287      | —              | 339    |
| 88                     | 374            | —       | —       | 386     | —        | —              | 373    |
| 90                     | —              | —       | —       | 427     | —        | —              | 416    |
| 92                     | —              | —       | —       | 481     | —        | —              | 477    |
| 94                     | —              | —       | —       | 564     | —        | —              | 581    |
| 96                     | —              | —       | —       | —       | —        | —              | —      |
| 98                     | —              | —       | —       | —       | —        | —              | —      |
| 100                    | —              | —       | —       | —       | —        | —              | —      |

| Sorbitol | Manitol | Xylitol | Laktinol | Palatinit | Sacharin<br>Na | Cyklanát-<br>Na | Ace-<br>sulfam | Aspar-<br>tam |
|----------|---------|---------|----------|-----------|----------------|-----------------|----------------|---------------|
| g/l      | g/l     | g/l     | g/l      | g/l       | mg/l           | g/l             | mg/l           | mg/l          |
| 3,5      | 3,8     | 2,1     | 6,3      | 19,6      | 3,5            | 0,05            | 7,9            | 12,6          |
| 7,0      | 7,6     | 4,2     | 12,7     | 27,7      | 5,2            | 0,11            | 16,2           | 25,6          |
| 10,7     | 11,6    | 6,4     | 19,2     | 35,4      | 8,0            | 0,17            | 24,8           | 39,2          |
| 14,4     | 15,6    | 8,6     | 25,9     | 42,8      | 10,9           | 0,23            | 33,8           | 53,3          |
| 18,2     | 19,6    | 10,9    | 32,7     | 50,0      | 14,0           | 0,30            | 43,3           | 68,0          |
| 22,1     | 23,8    | 13,3    | 39,7     | 57,0      | 17,2           | 0,36            | 53,3           | 83,4          |
| 26,1     | 28,0    | 15,7    | 46,8     | 63,8      | 20,7           | 0,43            | 63,9           | 99,5          |
| 30,2     | 32,3    | 18,2    | 54,0     | 70,4      | 24,4           | 0,50            | 75,0           | 116           |
| 34,4     | 36,7    | 20,7    | 61,4     | 76,9      | 28,3           | 0,58            | 86,9           | 134           |
| 38,6     | 41,1    | 23,3    | 69,0     | 83,2      | 32,5           | 0,66            | 99,6           | 153           |
| 43,1     | 45,7    | 26,0    | 76,8     | 89,4      | 37,1           | 0,74            | 113            | 172           |
| 47,6     | 50,3    | 28,7    | 84,8     | 95,6      | 42,0           | 0,82            | 128            | 194           |
| 52,2     | 55,0    | 31,6    | 93,0     | 102       | 47,5           | 0,92            | 144            | 216           |
| 57,0     | 59,9    | 34,5    | 101      | 108       | 53,5           | 1,01            | 161            | 240           |
| 62,0     | 64,8    | 37,5    | 110      | 114       | 60,2           | 1,11            | 180            | 265           |
| 67,1     | 69,9    | 40,6    | 119      | 120       | 67,8           | 1,22            | 201            | 293           |
| 72,3     | 75,0    | 43,8    | 128      | 126       | 76,7           | 1,33            | 225            | 323           |
| 77,8     | 80,3    | 47,2    | 137      | 133       | 87,0           | 1,45            | 252            | 356           |
| 83,4     | 85,7    | 50,6    | 147      | 139       | 99,7           | 1,58            | 284            | 392           |
| 89,2     | 91,2    | 54,2    | 157      | 146       | 116            | 1,72            | 322            | 433           |
| 95,2     | 96,9    | 57,9    | 167      | 153       | 139            | 1,88            | 369            | 479           |
| 101      | 103     | 61,8    | 177      | 160       | 179            | 2,04            | 433            | 533           |
| 108      | 109     | 65,8    | 188      | 167       | —              | 2,23            | 530            | 596           |
| 115      | 115     | 70,1    | 200      | 174       | —              | 2,44            | 739            | 673           |
| 122      | 121     | 74,5    | 211      | 182       | —              | 2,67            | —              | 772           |
| 129      | 128     | 79,1    | 223      | 190       | —              | 2,94            | —              | 913           |
| 137      | 134     | 84,0    | 236      | 198       | —              | 3,26            | —              | —             |
| 145      | 141     | 89,1    | 249      | 207       | —              | 3,65            | —              | —             |
| 153      | 148     | 94,6    | 263      | 216       | —              | 4,16            | —              | —             |
| 162      | 155     | 100     | 277      | 226       | —              | 4,87            | —              | —             |
| 172      | —       | 106     | 292      | 236       | —              | 6,09            | —              | —             |
| 182      | —       | 113     | 307      | 246       | —              | —               | —              | —             |
| 192      | —       | 120     | 324      | 257       | —              | —               | —              | —             |
| 204      | —       | 128     | 341      | 268       | —              | —               | —              | —             |
| 216      | —       | 136     | 359      | 280       | —              | —               | —              | —             |
| 229      | —       | 145     | 337      | 293       | —              | —               | —              | —             |
| 244      | —       | 155     | 399      | 306       | —              | —               | —              | —             |
| 260      | —       | 166     | 420      | 320       | —              | —               | —              | —             |
| 277      | —       | 179     | 444      | —         | —              | —               | —              | —             |
| 296      | —       | 194     | 469      | —         | —              | —               | —              | —             |
| 318      | —       | 211     | 496      | —         | —              | —               | —              | —             |
| 344      | —       | 232     | 526      | —         | —              | —               | —              | —             |
| 374      | —       | 259     | 559      | —         | —              | —               | —              | —             |
| 411      | —       | 298     | 595      | —         | —              | —               | —              | —             |
| 459      | —       | 364     | 636      | —         | —              | —               | —              | —             |
| 526      | —       | —       | 683      | —         | —              | —               | —              | —             |
| 640      | —       | —       | 737      | —         | —              | —               | —              | —             |
| —        | —       | —       | 803      | —         | —              | —               | —              | —             |
| —        | —       | —       | 885      | —         | —              | —               | —              | —             |
| —        | —       | —       | 995      | —         | —              | —               | —              | —             |

# V. Závislost relativní sladivosti sacharinu na koncentraci

| Sacharosa<br>g/l | Sacharin<br>mg/l | Relativní sladivost sacharinu |
|------------------|------------------|-------------------------------|
| 3,8              | 5,2              | 730krát                       |
| 40,1             | 76,7             | 530krát                       |
| 49,7             | 116,0            | 429krát                       |
| 56,8             | 179,0            | 312krát                       |

# VI. Závislost relativní sladivosti dihydrochalconového sladidla CH-401 na koncentraci

| Sacharosa<br>% | Relativní sladivost CH - 401 |
|----------------|------------------------------|
| 1,32           | 1 467krát                    |
| 1,8            | 1 022krát                    |
| 2,5            | 278krát                      |

rosy. Při těchto koncentracích našli, že u všech sledovaných sacharidů se stoupající koncentrací se zvyšuje relativní sladivost. Odlišný závěr vyplývá z nálezů Hoppe (1986) (tab. III). Hoppe (1986) shrnul údaje o relativní sladivosti fruktosy v rozmezí 0,4% až 20% referenčního roztoku sacharosy. Nalezené rozdíly v relativní sladivosti se pohybují v rozmezí 1,07–1,33 bez jakékoliv závislosti. Podrobnou studii provedli Hyvönen et al. (1977), kteří sledovali vliv koncentrace (5 %, 10 % a 20 %) a teploty (5 °C, 22 °C, 37 °C, 50 °C) na relativní sladivost sacharosy, fruktosy, glukosy a xylitolu (tab. VII). U fruktosy nepozorovali významné rozdíly s výjimkou nízké koncentrace a nízké teploty (5 % a 5 °C). U glukosy se relativní sladivost zvyšovala se vzrůstající koncentrací až o 20 %. Stejný trend pozorovali u xylitolu, i když rozdíly byly menší. Vzrůst relativní sladivosti xylitolu se vzrůstající koncentrací roztoků nalezl rovněž Schiweck (1971). Tsuzuki a Yamazaki (1953a, b) zjistili u fruktosových roztoků trend opačný. Fruktosové roztoky měly při pokojové teplotě při nižší koncentraci vyšší relativní sladivost než při vyšší koncentraci (sledované koncentrace 3, 5, 10 a 20 %). Tyto změny ve sladivosti dávají do souvislosti s posunem rovnováhy mezi alfa- a beta-formou fruktosy. Naopak Moskowitz (1970) našel, že sladká chuť sacharosy a fruktosy roste přibližně stejnou rychlostí s růstem koncentrace.

Vliv teploty na vnímání sladké chuti neukazuje jednoznačný trend. Významnou závislost na teplotě našli Hoppe a Gassmann (1979, 1980) u sacharinu a cyklamátu. V horkých vodných roztocích a v čaji (při koncentraci 2 % a 4 % referenčních roztoků sacharosy) našli, že při 50 °C třeba 2,4násobně vyšší koncentrace sacharinu a 1,3násobně vyšší koncentrace cyklamátu ve srovnání s referenčními nápoji při teplotě 20 °C. V případě cyklamátu se tento rozdíl se stoupající koncentrací snižoval.

U sacharidických sladidel nelze zjistit jednoznačný trend. Hyvönen et al. (1977) studovali sacharidická sladidla při chladírenské teplotě 5 °C, při pokojové teplotě 22 °C, při teplotě lidského těla 37 °C a při teplotě horkých nápojů 50 °C. Autoři našli nižší sladivost cca do 10 % u sacharosy při 5 °C a o necelých 10 % vyšší při 50 °C ve srovnání s roztokem sacharosy při teplotě 22 °C a 37 °C (tab. VIII).

Z ostatních sacharidických sladidel, jak je patrné z tab. VII, při teplotách 5 a 22 °C se projevila vyšší relativní sladivost u fruktosy a nepatrně vyšší u xylitolu. Se stoupající teplotou se relativní sladivost fruktosy a xylitolu snižuje. U xylitolu je nižší ve srovnání s referenčním roztokem sacharosy již při 37 °C, u fruktosy až při 50 °C. Relativní sladivost glukosy změny teploty významně neovlivňují. Calvino (1986) našla rovněž nižší relativní sladivost (0,4–0,5M, 13–17%) roztoků sacharosy při nižší teplotě (7 °C) než při 37 °C. Ve shodě s výsledky práce Hyvönen et al. (1977) jsou i pozorování, která uvádějí Zacharias et al. (1982), kteří sledovali vliv teploty (20 a 60 °C) na relativní sladivost sacharosy v kakaovém nápoji. Při vyšší teplotě bylo množství sacharosy potřebné k dosažení stejné intenzity sladkosti nižší než při 20 °C.

Při sledování vlivu teploty na vnímání intenzity sladké chuti se uplatňuje i rozdíl-

VII. Koncentrace roztoků fruktosy, glukosy a xylitolu s odpovídající sladivostí 5, 10 a 20% roztokům sacharosy při 5, 22, 37 a 50 °C.

| Teplota    | Sacharosa | Fruktosa |            | Glukosa |            | Xylitol |            |
|------------|-----------|----------|------------|---------|------------|---------|------------|
|            | konc. %   | konc. %  | rel. slad. | konc. % | rel. slad. | konc. % | rel. slad. |
| + 5 ± 2 °C | 5         | 3,5      | 1,43       | 8,0     | 0,62       | 4,9     | 1,02       |
|            | 10        | 8,5      | 1,17       | 14,4    | 0,69       | 9,7     | 1,03       |
|            | 20        | 16,1     | 1,24       | 23,1    | 0,86       | 17,6    | 1,13       |
| +22 ± 1 °C | 5         | 4,0      | 1,25       | 7,7     | 0,64       | 4,9     | 1,02       |
|            | 10        | 8,5      | 1,17       | 14,1    | 0,70       | 9,7     | 1,03       |
|            | 20        | 16,2     | 1,23       | 23,1    | 0,86       | 17,4    | 1,14       |
| +37 ± 1 °C | 5         | 5,0      | 1,0        | 7,9     | 0,63       | 6,0     | 0,83       |
|            | 10        | 10,0     | 1,0        | 14,5    | 0,68       | 11,3    | 0,88       |
|            | 20        | 19,1     | 1,04       | 24,6    | 0,81       | 20,2    | 0,99       |
| +50 ± 3 °C | 5         | 5,7      | 0,87       | 8,6     | 0,58       | 6,4     | 0,78       |
|            | 10        | 10,8     | 0,92       | 15,6    | 0,64       | 12,6    | 0,88       |
|            | 20        | 20,0     | 1,0        | 26,3    | 0,75       | 21,8    | 0,91       |

VIII. Koncentrace roztoků sacharosy a relativní sladivosti roztoků sacharosy při 5, 37 a 50 °C odpovídajících sladkosti koncentraci roztoků sacharosy při pokojové teplotě

| Teplota testovaného roztoku | Referenční koncentrace sacharosy při 22 °C [%] | Koncentrace sacharosy o ekv. sladivosti [%] | Relativní sladivost |
|-----------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------|
| + 5 ± 2 °C                  | 5                                              | 5,6                                         | 0,89                |
|                             | 10                                             | 11,3                                        | 0,88                |
|                             | 20                                             | 21,6                                        | 0,92                |
| +37 ± 1 °C                  | 5                                              | 5,0                                         | 1,00                |
|                             | 10                                             | 10,0                                        | 1,00                |
|                             | 20                                             | 20,0                                        | 1,00                |
| +50 ± 3 °C                  | 5                                              | 4,6                                         | 1,08                |
|                             | 10                                             | 9,4                                         | 1,06                |
|                             | 20                                             | 18,6                                        | 1,08                |

IX. Relativní sladivost Marumilonu 50

| Koncentrace sacharosy [%] | Sladivost ve vodném roztoku   |           | Sladivost v 5% roztoku NaCl   |           |
|---------------------------|-------------------------------|-----------|-------------------------------|-----------|
|                           | koncentrace Marumilonu 50 [%] | sladivost | koncentrace Marumilonu 50 [%] | sladivost |
| 2                         | 0,014                         | 143krát   | 0,006                         | 333krát   |
| 4                         | 0,036                         | 111krát   | 0,013                         | 308krát   |
| 6                         | 0,067                         | 90krát    | 0,022                         | 273krát   |
| 8                         | 0,133                         | 60krát    | 0,04                          | 200krát   |
| 10                        | 0,200                         | 50krát    | 0,08                          | 125krát   |

ná citlivost posuzovatelů na teplotu hodnocených roztoků. Yamashita a Sato (1965) a Sato (1967) zjistili, že nejvyšší sladivost vykazuje roztok sacharosy při teplotě blízké teplotě jazyka. Rovněž Bekesy (1966) zjistil, že papily detekují sladkost citlivěji při 38 °C než při 25 °C. Shimizu et al. (1959) našli, že polovina mladých žen z testovacího panelu byla citlivější na sladký stimul při teplotě mezi 32 °C a 38 °C než při 15 °C nebo 55 °C, ale u druhé poloviny citlivost narůstala s nárůstem teploty mezi 15 °C a 55 °C.

### Vliv dalších faktorů ovlivňujících intenzitu sladké chuti

K dalším faktorům ovlivňujícím intenzitu sladké chuti náleží látky, které vyvolávají konkurenční chuťové vjemy. Negativní účinek kyseliny vinné na relativní sladivost sacharosy v bílém víně zjistili Pangborn et al. (1964).

Vliv kyselin na relativní sladivost fruktosy, glukosy a xylitolu v roztocích vybraných kyselin (citronová, jablečná, fosforečná) při dvou různých koncentracích a třech teplotách (6, 23 a 50 °C) studovali Hyvönen et al. (1979). Jako referenční byl použit 10% roztok sacharosy. Relativní sladivost sladidel v roztocích kyselin a ve vodných roztocích se většinou lišila málo. Rozdíly nevykazovaly jednoznačné závislosti. Kromě koncentrací, teploty se projevoval i vliv samotné kyseliny. Nálezy tedy nelze zobecnit.

Stále diskutovaným problémem zůstává relativní sladivost fruktosy. Její sladivost je při prahové koncentraci vysoká (1,8krát), ale při koncentracích používaných v potravinových substrátech dochází, jak dokazuje řada autorů, ke snížení relativní sladivosti na úroveň sacharosy. Cardello et al. (1979) sledovali relativní sladivost fruktosy ve vodných roztocích (destilované vody), v roztocích kyseliny citronové o pH 2,35 a 3,0, v citronovém nápoji o pH 2,35 a 2,7 a v pečivu aromatizovaném vanilkou, 1,6krát vyšší sladivost fruktosy našli při nízké koncentraci (odpovídající 1,4% roztoku sacharosy) v destilované vodě a v citronovém nápoji při pH 2,7. S rostoucí koncentrací (max. 14,3 % sacharosy) tato relativní sladivost klesá na 1,2 až 0,9násobek. V citronovém nápoji při nižším pH 2,35 byla relativní sladivost fruktosy 0,8–1,0 a se změnou koncentrace se příliš neměnila. V roztocích kyseliny citronové našli Cardello et al. (1979) závislost relativní sladivosti na koncentraci pouze při pH = 3. S rostoucí koncentrací fruktosy se snižovala relativní sladivost z hodnoty 1,8–1,9 na 0,9–1,2. V roztoku kyseliny citronové při nižším pH 2,35 pak byla relativní sladivost fruktosy slabší nad hodnotou 1 při všech sledovaných koncentracích. To znamená, že vyšší hodnoty  $H^+$  iontů nepříznivě ovlivňovaly vnímání sladké chuti fruktosy. V případě sladkého pečiva s vanilkovou příchutí nalezli autoři vůbec rozdíly ve sladivosti fruktosy a sacharosy. K podobným závěrům, tj., že slazení fruktosou nepřináší velké přednosti před sacharosou došli Hardy et al. (1979) a Harris et al. (1978). Harris et al. (1978) zkoumali relativní sladivost fruktosy a 90% fruktosového sirupu, které použili ke slazení pomerančové báze pro práškové nápoje. Nalezli, že nápoje slazené fruktosou nebo fruktosovým sirupem jsou méně sladké než nápoje slazené sacharosou. K podobným závěrům došla Pangborn (1963), jestliže porovnávala sladkost hruškového nektaru slazeného fruktosou a sacharosou při koncentraci 1,0–20% sacharosy. Při všech sledovaných koncentracích byla fruktosa méně sladká. Vliv celkové kyselosti a její nárůst se ve sladivosti obou cukrů projevil nepatrně nebo vůbec ne.

Dalším faktorem ovlivňujícím intenzitu sladké chuti je chlorid sodný a jiné minerální soli. Dosavadní nálezy týkající se vlivu NaCl na vnímání sladké chuti sacharosy shrnul Van der Heijden et al. (1983). Už v roce 1892 Zunt našel, že 0,1% NaCl zvyšuje sladivost o 12–15 %. Heymans (1899) při jiných koncentračních poměrech našel snížení sladivosti. Fabian a Blum (1943) našli nárůst intenzity sladké chuti 0,1M roztoku sacharosy, 0,1M roztoku fruktosy, 0,125M roztoku maltosy, 0,5M roztoku dextrosy a 0,250M roztoku laktosy vlivem 0,025N roztoku NaCl. Podle Chappella (1953) 0,2% roztok NaCl přidáný k 15–50% cukernému roztoku s přídavkem citronového nebo pomerančového aromatu, ale i bez přídavku aromatu, zvyšuje sladivost. Sjöström a Cairncross (1955) našli, že přídavek 1% NaCl k 3–10% roztokům sacharosy intenzitu sladké chuti snižuje, zatímco přídavek 0,5% NaCl k 5–7% roztokům sacharosy intenzitu sladké chuti zvyšuje. Další studie Bebe-  
Center et al. (1959), Kamen et al. (1961), Pangborn (1962), Pangborn a Traube (1964), Pangborn a Chrisp (1964), Indow (1969) vysvětlují rozporné nálezy tím, že vyšší koncentrace NaCl maskují intenzitu sladké chuti sacharosy, zatímco nižší hladiny ji zdůrazňují. Tyto vlivy byly pozorovány jak v modelových vodných roztocích, tak i v potravinách. Van der Heijden et al. (1983) pak dále problematiku rozšířil o sledování vlivu podprahových koncentrací solí alkalických kovů



a kovů alkalických zemin, hliníku a amonných solí na intenzitu sladké chuti 6% roztoku sacharosy. Dále sledovali vliv acetátu, resp. butyrátu draselného na sladivost sacharosy, alkoholických cukrů — xylitolu, sorbitolu, glycerolu, dále monosacharidů, disacharidů a syntetických sladidel — sodná sůl sacharinu, aspartam a acesulfam K. Autoři došli k závěru, že podprahová hladina solí může zvýšit nebo potlačit pocítovanou intenzitu sladké chuti. Stupeň tohoto efektu závisí na typu soli i sladidla. Zejména soli karboxylových kyselin zvyšují sladivost xylitolu, sacharosy a maltosy. Účinek se zvyšuje se stoupající hydrofobicitou karboxylových iontů. V případě acetátu při konstantní koncentraci kationtů ( $7,14 \text{ mol soli v } 1 \text{ litru}$ ) lze pozorovat snižující se účinek na intenzitu sladivosti v pořadí  $\text{Mg}^{++} = \text{Na}^+ \geq \text{K}^+ > \text{Ca}^{++} > \text{NH}_4^+$ . Vliv solí na intenzitu sladké chuti aspartamu, sacharinu a acesulfamu K autoři neprokázali.

Vliv slané chuti na sladivost v pozitivním směru byl pozorován u sladidla Marumilon 50 japonské firmy MARUZEN KASEI. Tento preparát obsahuje cca 50 % sladidla steviosid. Hodnoty nalezené v 5% vodném roztoku NaCl ukazuje tab. IX.

Vliv základních chutí: slabě slané (0,5 g/l NaCl), kyselé chuti (0,5 g/l citronové kyseliny) a hořké chuti (50 mg/l kofeinu) na intenzitu sladké chuti syntetického dihydrochalkonu CH 401 sledovali Lindner et al. (1977) a Lindner (1980). Ve vodných roztocích slaná chuť neovlivnila negativně intenzitu sladké chuti, ale naopak chuť obohatila. V kyselých roztocích došlo ke snížení intenzity kyselé i sladké chuti, zatímco za přítomnosti hořké se sladká chuť úplně ztrácela a hořkou chuť doprovázela nepřijemná pachutí. Podobně nepříznivě působila přítomnost vaječného žloutku, tuku a bílkovin. Docházelo ke snížení intenzity sladké chuti a vzniku kovové příchuti.

Dalšími potenciálními faktory, které mohou ovlivňovat intenzitu sladké chuti, jsou ostatní náhradní sladidla. Ve směsi sladidel může dojít ke sčítání relativních sladivostí jednotlivých sladidel nebo k tzv. synergismu, kdy výsledná intenzita sladké chuti je větší než součet jednotlivých intenzit sladké chuti sladidel. Jsou popsány i případy, kdy dochází i k poklesu sladivosti směsi. Známá je směs sacharin-cyklamát, kde se využívá synergismu. Dále byl synergický efekt popsán u dvojice sacharin-aspartam, sacharin-dihydrochalkony, sacharin-sacharosa, steviosid-aspartam, steviosid-sacharosa, steviosid-glukosa, steviosid-fruktosa, steviosid-sacharin, acesulfam K-fruktosa, cyklamát-aspartam, cyklamát-sacharosa, aspartam-sacharosa (Bakal, 1983; van Tornhout et al., 1985; Cloninger, Baldwin, 1970; Porter, 1983). Harrison a Benhard (1984) pomocí měření závislosti intenzity sladké chuti na čase, tj. měření časového profilu pocítované intenzity sladkosti, zjistili aditivní efekt ve směsi laktosa-sacharin, synergismus ve směsi laktosa-xylitol a snížení sladivosti v případě směsi laktosa-galaktosa. Hyvönen et al. (1978) zjišťovali synergismus dvojice fruktosa-sacharin a dvojice xylitol-sacharin. Jako referenční roztok použili 5% roztok sacharosy při třech teplotách (5, 23 a 50 °C). Potvrdili názor Weickmanna et al. (1969), že k největšímu synergismu dochází, jestliže sladidla přispívají ve směsi stejnou relativní intenzitou sladké chuti, jak bylo již uvedeno. Intenzita sladké chuti jednotlivých sladidel je na teplotě více nebo méně závislá. Proto se se změnou teploty může měnit i synergický účinek směsi. Zvýšení teploty se v případě směsi xylitolu, resp. fruktosy se sacharinem projevilo snížením synergismu. To znamená, že pro zachování stejné intenzity sladké chuti jako má 5% vodný roztok sacharosy bylo nutné změnit poměr obou sladidel a zvýšit množství xylitolu, resp. fruktosy v roztoku. Synergický účinek mohou ovlivňovat i další složky systému. Tak výrazné zvýšení intenzity sladké chuti autoři našli při použití směsi fruktosa-sacharin i xylitol-sacharin v kávě. Vedle synergismu se ve směsi uplatňuje i maskování pachutí. Van Tornhout et al. (1985), kteří sledovali synergismus směsí fruktosy se sacharinem, aspartamem, resp. acesulfamem K, vidí příčinu synergismu v tom, že se jednotlivá sladidla v použité koncentraci uplatňují co nejoptimálněji. Použití směsí energetických a syntetických sladidel pak umožňuje snížit koncentrace, a tím dochází ke snížení pachutí i energetické hodnoty.

Dalším významným faktorem ovlivňujícím intenzitu sladké chuti je hustota prostředí. Intenzita sladké chuti se projevuje jinak v roztoku a jinak v dispersním systému. Rozdíly byly pozorovány i mezi systémy vodnými a systémy hydrofobními. Byl studován vliv hydrokoloidů na intenzitu sladké chuti. Touto problematikou se zabývali Stone a Oliver (1966), Vasey et al. (1969), Moskowitz a Arabie (1970), Arabie a Moskowitz (1971), Glicksman a Farkas (1966), Pangborn et al. (1973), Christensen (1980), Cloninger a Baldwin (1974). Ani v tomto směru nelze vyslovit obecně platné závislosti. Mackey a Vallassi (1956) a Mackey (1958) zjistili, že prahové hodnoty čtyř základních chutí byly nižší ve vodném roztoku než v potravinářských výrobcích a že chuťové látky byly obtížněji detekovatelné v pěnách a gelech než v roztocích. Stone a Oliver (1966) sledovali vliv viskozity na stanovení relativní sladkosti sacharosy. Použili modelové

roztoky hydrokoloidů (2% kukuřičný škrob, 1% guma tragant, 1% karboxymethylcelulosa a 2,6% methylcelulosa). Při stanovení podnětového prahu sacharosy zjistili, že citlivost testovacího panelu je nejvyšší ve vodném roztoku a nejnižší v roztoku s karboxymethylcelulosou a střední za přítomnosti kukuřičného škrobu. Naopak relativní sladivost za podmínek experimentu, kdy sledovali 1%, 2%, 5% a 10% roztok sacharosy v roztoku kukuřičného škrobu, resp. karboxymethylcelulosity, byla vyšší než ve vodných roztocích sacharosy. Proč došlo k poklesu citlivosti a ke vzrůstu relativní sladivosti při vzrůstu viskozity, autoři nedokázali vysvětlit. Opacné výsledky našli Vaisey et al. (1969) a Arabie, Moskowitz (1971), kteří dokazují, že sladivost sacharosy a sacharinu klesá se vzrůstem viskozity. Žádný trend nenalezli Cloninger a Baldwin (1974), kteří studovali sladidlo aspartam. Studovali vliv některých aditiv na relativní sladivost aspartamu. Vyloučili vliv pH — sledování prováděli v pufru o pH 3,2. Jestliže k pufru přidali 1,5 % želatiny, zvýšila se relativní sladivost 0,025% roztoku aspartamu (odpovídá 4% roztoku sacharosy) a 0,12% roztoku aspartamu (odpovídá 12% roztoku sacharosy). Rovněž za přítomnosti methylcelulosity byl 0,025% roztok aspartamu sladší než odpovídající roztok sacharosy. V případě použití arabské gumy a karboxymethylcelulosity nebyly pozorovány výrazné rozdíly. Autoři nenalezli ani jednoznačný vztah mezi plností pocítovanou v ústech a viskózní roztokou.

Dalším faktorem ovlivňujícím intenzitu sladké chuti je polární nebo nepolární charakter potraviny. V potravinovém substrátu může docházet k výraznému rozdílu relativní sladivosti v případě, zda se jedná o vodný nebo tukový systém. Skramlík (1926) ukázal, že sladké látky byly pocítovány rozdílně ve vodě a v oleji. Touto otázkou se zabývala Mackey (1958). Citlivost na chinin, kofein a sacharin sledovala ve třech médiích: ve vodě, v oleji (rafinovaný podzemnicový olej) a ve vodě s přídavkem methylcelulosity (1,75% roztok). Poslední systém odpovídal viskóznímu oleji. Sacharin (koncentrace 0,034 %—0,229 %) i ostatní sledované látky byly hůře detekovatelné v oleji než ve vodném prostředí. Platilo to i v případě chininu, který je ve vodě méně rozpustný než v organických rozpouštědlech. Ve vodě s methylcelulosou byly sledované látky rovněž hůře detekovatelné než ve vodě, ale snáze než v oleji. Je zřejmé, že viskozita nehraje hlavní roli. Autoři se domnívají, že testované látky v lipidovém systému pronikají obtížněji k chuťovým receptorům než tytéž látky ve vodném roztoku.

K souhlasným závěrům jako Mackey (1958) došli i Redlinger a Setser (1987b), kteří studovali vliv vodného a tukového prostředí na senzorickou kvalitu některých sladidel. Sledovali sacharosu, fruktosu, aspartam, acesulfam K, sodnou sůl sacharinu a cyklamát vápenatý. Roztoky sladidel srovnávali s referenčním roztokem 5% sacharosy. V tukovém prostředí bylo obtížné postřehnout 5 % sacharosy, a proto zvolili jako referenční tukový systém 25 % sacharosy v tukovém krému (tuková složka šlehaný hydrogenovaný shortening). V tomto případě sledovali senzorický profil sladidel ve zkoumaných systémech, tj. počáteční intenzitu, maximální intenzitu, dozívání vjemu sladké chuti a pachuti (non-sweet after-taste). Došli k závěru, že intenzita sladké chuti se mění systémem od systému. Sladidla byla podle intenzity sladké chuti řazena jinak v roztoku a jinak v tukovém krému. Žádné ze sladidel (fruktosa, aspartam, acesulfam K, sodná sůl sacharinu, cyklamát vápenatý) nebylo vnímáno jako sacharosa. Charakter sladké chuti a pachuti se lišil sladidlo od sladidla a mezi roztokem a krémem. Ochucení citronovým a vanilkovým aromatem neovlivnilo intenzitu sladké chuti. Poměrně málo prací se věnuje studiu vlivu komplexního potravinového substrátu na intenzitu sladké chuti, případně ovlivnění intenzity sladké chuti technologickým postupem. V nealkoholickém nápoji tuto otázku studovali Schiffmann et al. (1985). Nalezli, že k dosažení stejné intenzity sladké chuti v kolovém nápoji bylo třeba trojnásobného množství sladidla acesulfam K než v nápoji citrusovém. Referenční nápoje byly slazený sacharosou. Zde je pravděpodobná souvislost s průběhem závislosti relativní sladivosti acesulfamu K na jeho koncentraci. V oblasti, kde je křivka této závislosti zobrazující plochá, je třeba vysokého zvýšení koncentrace k dosažení malé změny intenzity. Ovlivnění sladké chuti v pečivu sledovali Hess a Setser (1983), Redlinger a Setser (1987a). Vliv aromatických látek na intenzitu sladké chuti aspartamu a fruktosy se projevil odlišně. Žádné změny nepozorovali v pečivu s přídavkem pomerančového aromatu a v pečivu ochuceném směsí koření. Pečivo s citronovým extraktem a s přídavkem kakaa bylo sladší než obě předcházející. Pozitivně se projevil přídavek fruktosy a aspartamu. Pečivo pečené v mikrovlnné troubě bylo sladší než pečivo v konvenční troubě. Zde se projevila zřejmě menší stabilita aspartamu. Rovněž v další studii autorů Redlingera a Setsera (1987a), kde srovnávali intenzitu sladké chuti v pečených a nepečených dezertech, se projevil pokles sladké chuti aspartamu u pečených výrobků. I zde se pravděpodobně jedná o absolutní snížení hladiny aspartamu, ke kterému dochází vlivem vysokých teplot při pečení. U ostatních

sladidel (sacharosa, fruktosa, acesulfam K, sodná sůl sacharinu a cyklamát sodný) nenalezli výraznější rozdíly v intenzitě sladké chuti v pečených a nepečených dezertech. Všechna sladidla se chuťově lišila od sacharosy. Rozdíly se zejména projevovaly v pachutích. Použití vanilkového aromatu neovlivnilo intenzitu sladké chuti, ale ovlivnilo přítomné pachutě. Autoři práce došli k závěru, že sladidla mají specifické senzorní profily, které jsou ovlivněny typem potravinového substrátu.

K uvedeným poznatkům o faktorech, které mohou ovlivnit vnímání intenzity sladké chuti, je nutné se zmínit i o samotném subjektu, který hodnocení provádí, tedy o jeho citlivosti. Zmínili jsme se již o nestejném vlivu teploty na citlivost testujícího panelu (Yamashita, Sato, 1965; Sato, 1967; Bekesy, 1966; Shimizu et al., 1959). Mohou se však projevit i další vlivy, jak ukazují Hess, Setser (1986) a Hardy et al. (1981). Tito autoři sledovali citlivost panelu zdravých lidí a lidí, kteří trpěli metabolickou poruchou — **diabetes melitus**. Zdravá část populace pocítovala předložené vzorky pečiva jako sladší a rovněž hořkou chuť kůrky intenzivněji než nemocní. Zde se pravděpodobně uplatňují ještě další subjektivní vlivy.

## Závěr

Přestože bylo dosaženo mnoha výsledků v oblasti sladidel a byla objasněna řada vzájemných vztahů mezi sladidly a ostatními faktory v potravinových substrátech, zůstává nadále zkušenost a empirie základem pro odhad potřeby náhradního sladidla v potravinách. Údaje o relativní sladivosti v roztocích nebo disperzích jsou pouze orientační informací, která musí být ověřena, má-li být použita pro reálné potraviny. Žádná z dosavadních studií nevystihuje přesně charakter sladkosti v potravinách a závislost intenzity sladké chuti na ostatních faktorech, zejména v těch případech, které obsahují více sladidel, vysokou koncentraci sladidel, vysokou koncentraci tuku a dalších složek potravin. V úvahu je nutno vzít i technologický a zejména tepelný proces, kterému potravina podléhá. Nesporně zde hraje důležitou úlohu i použitá metoda senzorního hodnocení.

Odhad množství náhradního sladidla musí být proto proveden na základě experimentálního ověření. Neznalost složitosti celé problematiky vede k mylným odhadům spotřeby náhradních sladidel v potravinářském průmyslu, což může mít i ekonomické dopady.

## Literatura

- ARABIE, P. — MOSKOWITZ, H. R.: The effects of viscosity upon perceived sweetness. *Percept & Psychophys.*, 9, 1971, s. 410—412.
- BAKAL, A. L.: Functionality of combined sweeteners in several food applications. *Chem. Ind.*, 1983, s. 700—708.
- BEBE-CENTER, J. G. — ROGERS, M. S. — ATKINSON, W. H. — O'CONNEL, D. N.: Sweetness and saltiness of compound solutions of sucrose and NaCl as a function of concentration of solutes. *J. Exp. Psychol.*, 57, 1959, s. 231 [cit. HEIJDEN, A. et al., 1983].
- BEKESY, G.: *J. Gen. Physiol.*, 49, 1966, s. 27 [cit. HYVÖNEN, L. et al., 1977].
- CALVINO, A. M.: Perception of sweetness: The effects of concentration and temperature. *Physiol. Behav.*, 36, 1986, s. 1021—1028.
- CAMERON, A. T.: The taste senses and the relative sweetness of sugar and other sweet substances. Sugar Research Foundation. *Sci. Rep.*, 9, 1947, s. 1—72 [cit. PORTER, A. B., 1983].
- CARDELLO, A. V. — HUNT, D. — MANN, B.: Relative sweetness of fructose and sucrose in model solutions, lemon beverages and white cake. *J. Food Sci.*, 44, 1979, s. 748—751.
- CLONINGER, M. R. — BALDWIN, R. E.: L-aspartyl-L-phenylalanine methyl ester (aspartame) as a sweetener. *J. Food Sci.*, 39, 1974, s. 347—349.
- CLONINGER, M. R. — BALDWIN, R. E.: Aspartylphenylalanine methyl ester: A low calorie sweetener. *Science*, 170, 1970, s. 81—82 [CA. 73, 1970, 129682h].
- DAHLBERG, A. C. — PENCZEK, E. S.: Relative sweetness of sugars as affected by concentration. *N. Y. Agr. exp. Sta. Tech. Bull.*, 258, 1941, s. 12 [CA 36, 1942, 3279<sup>9</sup>].
- FABIAN, F. W. — BLUM, H. B.: Relative taste potency of some basic food constituents and competitive and compensatory action. *Food Res.*, 8, 1943, s. 179 [CA 37, 1943, 5147<sup>3</sup>].

- GLICKSMAN, M. — FARKAS, E.: Gums in artificially sweetened foods. *Food Technol.*, 20, 1966, s. 58—61.
- GREGSON, R. A. M. — McCOWEN, P. J.: The relative perception of weak sucrose-citric acid mixtures. *J. Food Sci.*, 28, 1963, s. 371—378.
- HARDY, S. L. — BRENNAND, C. P. — WYSE, B. W.: Fructose: comparison with sucrose as sweetener in four products. *J. Amer. diet. Assoc.*, 74, 1979, s. 41—46 [CA 90, 1979, 70789w].
- HARDY, S. L. — BRENNAND, C. P. — WYSE, B. W.: Taste threshold of individual with diabetes — mellitus and of control subjects. *J. Amer. diet. Assoc.*, 79, 1981, s. 286.
- HARRIS, N. — RUBINO, J. A. — McNUTT, J.: Sweetness of fructose in a dry beverage base. *Food Proc. Ind.*, 47, 1978, s. 28. [cit. CARDELLO et al., 1979].
- HARRISON, S. K. — BERNHARD, R. A.: Time-intensity sensory characteristics of saccharin, xylitol and galactose and their effect on the sweetness of lactose. *J. Food Sci.*, 49, 1984, s. 780—786 a 793.
- HEIJDEN van der, A. — BRUSSEL, L. B. P. — KOSMEIJER, J. G. — PEER, H. G.: Effects of salts on perceived sweetness. *Z. Lebensm.-Unters. Forsch.*, 176, 1983, s. 371—375.
- HESS, D. A. — SETSER, C. S.: Alternative systems for sweetening layer cakes using aspartame with and without fructose. *Cereal Chem.*, 60, 1983, s. 337—341.
- HESS, D. A. — SETSER, C. S.: Comparison of aspartame — and fructose — sweetened layer cakes: Importance of panels of users for evaluation of alternative sweeteners. *J. Amer. diet. Assoc.*, 86, 1986, s. 919—923.
- HEYMAN, G.: *Z. Psychol. Physiol. Sinnesorg.*, 21, 1899, s. 321 [cit. HEIJDEN, A. et al., 1983].
- HOPPE, K. — GASSMANN, B.: Über die Süßungsfähigkeit von Saccharin und Cyclamat in Heißgetränken. *Nahrung*, 23, 1979, s. 319—325.
- HOPPE, K. — GASSMANN, B.: Neue Aspekte der Süßkraftbeurteilung und des Einsatzes von Süßungsmitteln. *Nahrung*, 24, 1980, s. 423—431.
- HOPPE, K. — GASSMANN, B.: Vergleichstabellen zur Süßintensität von 16 Süßungsmitteln. *Lebensmittelindustrie*, 32, 1985, s. 227—231.
- HOPPE, K.: Zur Süßintensität von Fructose. *Lebensmittelindustrie*, 33, 1986, s. 267—269.
- HYVÖNEN, L. — KURKELA, R. — KOIVISTOINEN, P. — MERIMAA, P.: Effect of temperature and concentration on the relative sweetness of fructose, glucose and xylitol. *Lebensm.-Wiss. Technol.*, 10, 1977, s. 316—332.
- HYVÖNEN, L. — KURKELA, R. — KOIVISTOINEN, P. — RATILAINEN, A.: Fructose-saccharin and xylitol-saccharin synergismus. *J. Food Sci.*, 43, 1978, s. 251—254.
- HYVÖNEN, L. — KURKELA, R. — KOIVISTOINEN, P. — ALA-KULJU, M. L.: The relative sweetness of fructose, glucose and xylitol in acid solutions at different temperatures. *Lebensm.-Wiss. Technol.*, 11, 1979, s. 11—14.
- CHAPPELL, G. M.: *J. Sci Food Agric.*, 7, 1953, s. 346 [cit. HEIJDEN, A. et al., 1983].
- CHRISTENSEN, C. M.: Effects of solution viscosity on perceived saltiness and sweetness. *Percept. Psychophys.*, 28, 1980, s. 347—353.
- INDOW, T.: *Percept. Psychophys.*, 5, 1969, s. 347 [cit. HEIJDEN, A. et al., 1983].
- KAMEN, J. M. — PILGRIM, F. J. — GUTMAN, N. J. — KROLL, B. J.: Interaction of supra-threshold taste stimuli. *J. exp. Psychol.*, 62, 1961, s. 348 [cit. PANGBORN, R. M. — CHRISP, R. B., 1964].
- KIESOW, F.: Beitrag zur physiologischen Psychologie des Geschmackssinnes. *Philosoph. Stud.*, 10, 1894, s. 329; 12, 1896, s. 255 [cit. PANGBORN, R. M. — CHRISP, R. B., 1964].
- KREMER, J. H.: *Med. Tijdschr. Geneesh.*, 2, 1917, s. 1284 [cit. HEIJDEN, A. et al., 1983].
- KREMER, J. H.: *Arch. Neerl. Physiol.*, 1, 1918, s. 625 [cit. HEIJDEN, A. et al., 1983].
- LINDNER, K. — CZETENYI, Cs. — KUBÁT, K. — BOLLA, E. — SZEJTLI, J.: Sensory evaluation of a new dihydrochalcone sweetener. Part I. Studies in aqueous solution. *Acta Alim.*, 6, 1977, s. 311—322.
- LINDNER, K. — CZETENYI, Cs. — KUBÁT, K. — BOLLA, E. — SZEJTLI, J.: Sensory evaluation of a new dihydrochalcone sweetener. Part II. Studies in Foods. *Acta Alim.*, 6, 1977, s. 323—330.
- LINDNER, K.: Non-nutritive sweetening agents. *Bibl. Nutr. Dieta*, 1980, č. 29, s. 82—88.
- MACKEY, A. — VALASSI, K.: The discernment of primary tastes in the presence of different food textures. *Food Technol.*, 10, 1956, s. 238—240.
- MACKEY, A.: Discernment of taste substances as affected by solvent medium. *Food Res.*, 23, 1958, s. 580—583.
- MOSKOWITZ, H. R.: Ratio scales of sugar sweetness. *Percept. Psychophys.*, 7, 1970, s. 315 [cit. HYVÖNEN, L. et al., 1977].



- MOSKOWITZ, H. R. — ARABIE, P.: Taste intensity as a function of stimulus concentration and solvent viscosity. *J. Texture Stud.*, 1, 1970, s. 502—510 [CA 74, 1971, 73932t].
- MOSKOWITZ, H. R.: The psychology of sweetness. In: SIPP, H. L. — McNUTT, K. W. (Eds): *Sugars in nutrition*. New York, Academic Press, 1974, s. 37.
- PANGBORN, R. M.: Taste interrelationships. III. Suprathreshold solutions of sucrose and sodium chloride. *J. Food Sci.*, 27, 1962, s. 495—500.
- PANGBORN, R. M.: Relative taste intensities of selected sugars and organic acids. *J. Food Sci.*, 28, 1963, s. 726—733.
- PANGBORN, R. M. — TRAUBE, I. M.: Taste interrelations. V. Sucrose, sodium chloride, and citric acid in lima bean puree. *J. Food Sci.*, 29, 1964, s. 233—240 [CA 61, 1964, 6277h].
- PANGBORN, R. M. — CHRISP, R. B.: Taste interrelationships. VI. Sucrose, sodium chloride and citric acid in canned tomato juice. *J. Food Sci.*, 29, 1964, s. 490—498.
- PANGBORN, R. M. — OUGH, C. S. — CHRISP, R. B.: Taste interrelation of sucrose, tartaric acid, and caffeine in white table wine. *Amer. J. Enol. Viticult.*, 15, 1964, s. 154—161 [CA 62, 1965, 4572k].
- PANGBORN, R. M. — TRAUBE, I. M. — CZEZESNIAK, A. S.: Effect of hydrocolloids on oral viscosity and basic taste intensities. *J. Text. Stud.*, 4, 1973, s. 224—241.
- PORTER, A. B.: Effectiveness of multiple sweeteners and other ingredients in food formulation. *Chem. Ind.*, 1983, č. 18, s. 696—699.
- REDLINGER, P. A. — SETSER, C. S.: Sensory quality of selected sweeteners: aqueous and baked flour doughs. *J. Food Sci.*, 52, 1987a, s. 1391—1393, 1413.
- REDLINGER, P. A. — SETSER, C. S.: Sensory quality of selected sweeteners: aqueous and citric acid in lima bean puree. *J. Food Sci.*, 29, 1964, s. 233—240 [CA 61, 1964, RYMON LIPINSKI, G. W.: The new intense sweetener Acesulfame K. *Food Chem.*, 16, 1985, s. 259—269.
- SATO, M.: Contributions to sensory physiology. In: NEPT, W. D. (Ed.) *New York* 1967, s. 223 [cit. HYVÖNEN, L. et al., 1977].
- SCHIFFMAN, S. S. — CROFTON, V. A. — BEEKER, T. G.: Sensory evaluation of soft drinks with various sweeteners. *Physiol. Behav.*, 34, 1985, s. 369—377.
- SHIMIZU, M. — YANASE, T. — HIGASHIHARA, K.: *Kaseigaku Kengyu*, 6, 1959, s. 26 [cit. HYVÖNEN, L. et al., 1977].
- SCHIWECK, H.: *Dtsch. Zahnärztliche Z.* 26, 1971, s. 1063 [cit. HYVÖNEN, L. et al., 1977].
- SJÖNSTRÖM, L. B. — CAIRNCROSS, S. E.: Role of sweeteners in food flavors. *Adv. Chem. Ser.*, 12, 1955, s. 108 [cit. PANGBORN, R. M., 1962].
- SKRAMLIK, E.: Von der Physiologie des Geruchs und Geschmackssinnes. In: *Handbuch der Physiologie der niederen Sinne*. 1. Leipzig Thieme 1926 [cit. REDLINGER, P. A. — SETSER, C. S., 1987].
- STEVENSON, S. S.: *Psychophysics: An introduction to its perceptual, neural, and social prospects*. New York, Wiley 1975.
- STONE, H. — OLIVER, S. M.: Effect of viscosity on the detection of relative sweetness intensity of sucrose solutions. *J. Food Sci.*, 31, 1966, s. 129—134.
- STONE, H. — OLIVER, S. M.: Measurement of the relative sweetness of selected sweeteners and sweetener mixture. *J. Food Sci.*, 34, 1969, s. 215—222.
- TÄUFEL, K. — KLEMM, B.: Investigation of natural and synthetic sweet substances. I. Studies on the degree of sweetness of saccharin and dulcin. *Z. Nahr. Genussm.*, 50, 1925, s. 264—273 [CA 20, 1926, 951].
- Van TORNOUT, Ph. — PELGROMS, J. — Van der MEEREN, J.: Sweetness evaluation of mixture of fructose with saccharin, aspartame or acesulfame K. *J. Food Sci.*, 50, 1985, s. 469—472.
- TSUZUKI, Y. — YAMAZAKI, J.: Sweetness of fructose and of some other sugars, especially its variations with temperature. *Biochem. Z.*, 323, 1953, s. 525—531 [CA 47, 1953, 7003c].
- TSUZUKI, Y. — YAMAZAKI, J.: The sweetness of fructose and some other sugars. *J. Chem. Soc. Japan Pure Chem. Sect.*, 74, 1953, s. 596—601 [CA 48, 1954, 3425h].
- TUNALEY, A. — THOMSON, D. M. H. — McEWAN, J. A.: Determination of equi-sweet concentrations of nine sweeteners using a relative rating technique. *Intern. J. Food Sci. Technol.*, 22, 1987, s. 627—635.
- VAISEY, M. — BRUNON, R. — COOPER, J.: Sensory effects of hydrocolloid sols on sweetness. *J. Food Sci.*, 34, 1969, s. 397—400.
- WEICKMANN, F. — WEICKMANN, H. — FINCKE, K. — WEICKMANN, F. A. — HUBER, B.: Kalorienarmes, süsstoffhaltiges Zuckeraustauschmittel. German Patent 1, 961.769, 1969 [cit. HYVÖNEN, L. et al., 1978].

- YAMASHITA, S. — SATO, M.: J. Cellular. Comp. Physiol., 66, 1965, s. 1 (cit. HYVÖNEN, L. et al., 1977).
- ZACHARIAS, R. — BAUMANN, S. — GRAMM, U. — Optimaler Gehalt an Süßungsmittel. Dtsch. Molk. Ztg., 34, 1982, s. 1144—1149.
- ZUNT, N.: Beitrag zur Physiologie des Geschmacks. Arch. Anat. Physiol., 1892, s. 556 [cit. PANGBORN, R. M., 1962].
- MERUZEN KASEI Co. Ltd.: Onomichi Jap. utilization of Stevia extractives to food industry (firemní literatura).

### **Effect of different factors of food substrate on the intensity of sweet taste in artificial sweeteners**

There is a brief survey of the factors (type and concentration of sweetener, temperature of the system studied, pH of medium, other food ingredients, density and polarity of medium) that influence the intensity of the sweet taste of sweeteners. Attention is drawn to the setbacks encountered when the need for artificial sweeteners is estimated.

### **Einfluß verschiedener Faktoren des Lebensmittelsubstrates auf Intensität des süßen Geschmackes der Ersatzsüßmittel**

Die vorliegende Arbeit bietet eine kurze Übersicht über Faktoren (Süßmittelsorte- und konzentration, Temperatur des bewerteten Systems, pH, andere Nahrungsmittelkomponenten, Umweltdichte- und polarität), die die Intensität des süßen Geschmackes der Süßmittel beeinflussen. Sie zeigt weiter, welche Hindernisse bei der Schätzung des Ersatzsüßmittelverbrauches auftauchen.

---

#### *Adresy autorek:*

Ing. Eva Davidková, CSc., Výzkumný ústav potravinářského průmyslu, Radiová 7, 102 31 Praha 10-Hostivař

Ing. Jana Dostálová, CSc., Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Slezská 7, 120 56 Praha 2-Vinohrady

---



|                                                                                                                                                                                                 |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Дудашова С., Шорман Л., Дудаш И., Гозова Б., Райникова А.: Определение оптимальных параметров к комбинации ионизирующего излучения и термостерилизации при учете органолептической оценки . . . | 197 |
| Благовец И., Паточка К., Лейчикова К., Янал П., Мича Б.: Механические свойства клубней картофеля и состав их основных частей . .                                                                | 220 |
| Команн В.: Возможности более широкого использования результатов адсорбционно-хроматографических анализов (ТЛД) в области эфирных масел . .                                                      | 240 |

#### ОБЗОРЫ

|                                                                                                                                     |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Давидкова Э., Досталова Й.: Влияние разных факторов пищевого субстрата на интенсивность сладкого вкуса заменителей сахара . . . . . |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

#### CONTENT

|                                                                                                                                                                                                 |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Vrbová E., Marek M., Březina P.: Determination of D-glucose, saccharose and lactose with the help of enzyme electrode for D-glucose . . . . .                                                   | 65  |
| Vacková O., Loučka M., Hrdlička J.: Parameters of hydrolysis in the production of pectin . . . . .                                                                                              | 75  |
| Brát J., Zajíc J.: Evaluation of the kinetics of hydrogenation of fats . .                                                                                                                      | 83  |
| Hozová B., Drdák M., Rajniaková A., Takácsová M., Kolárik J.: The use of phytoncides during the preservation of meat products . . . .                                                           | 190 |
| Dudášová S., Šorman L., Dudáš J., Hozová B., Rajniaková A.: Determination of the optimal parameters of the combination of ionizing radiation and thermosterilisation on sensory value . . . . . | 197 |
| Blahovec J., Patočka K., Lejčková K., Janál R., Míča B.: Mechanical properties of potato tubers and the composition of their main parts . .                                                     | 221 |

#### SURVEYS

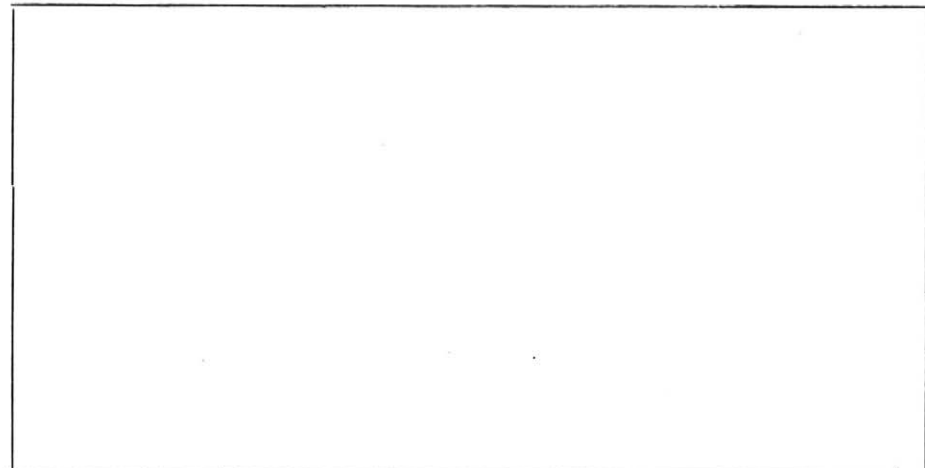
|                                                                                                                                              |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Davídková E., Dostálová J.: Effect of different factors of food substrate on the intensity of sweet taste in artificial sweeteners . . . . . | 240 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|

#### INHALT

|                                                                                                                                                                                                               |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Vrbová E., Marek M., Březina P.: Die Bestimmung der D-Glukose, Saccharose und Laktose mit Hilfe der Enzymelektrode auf D-Glukose . . . . .                                                                    | 166 |
| Vacková O., Loučka M., Hrdlička J.: Hydrolysenparameter der Pektinproduktion . . . . .                                                                                                                        | 175 |
| Brát J., Zajíc J.: Bewertung der Kinetik der Fetthydrierung . . . . .                                                                                                                                         | 183 |
| Hozová B., Drdák M., Rajniaková A., Takácsová M., Kolárik J.: Ausnutzung von Phytoniziden bei der Konservierung von Fleischprodukten . (E)190                                                                 |     |
| Dudášová S., Šorman L., Dudáš J., Hozová B., Rajniaková A.: Bestimmung der optimalen Parameter der Kombination der Ionisationsstrahlung und Hitzesterilisation hinsichtlich des sensorischen Wertes . . . . . | 198 |
| Blahovec J., Patočka K., Lejčková K., Janál R., Míča B.: Mechanische Eigenschaften der Kartoffelknollen und Zusammensetzung ihrer Grundbestandteile . . . . .                                                 | 221 |

#### ÜBERSICHTEN

|                                                                                                                                                      |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Davídková E., Dostálová J.: Einfluß verschiedener Faktoren des Lebensmittelsubstrates auf Intensität des süßen Geschmacks der Ersatzzucker . . . . . | 240 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|



Rukopisy odevzdány k tisku 11. 5. 1990 — Podepsáno k tisku 1. 10. 1990  
Vědecký časopis SBORNÍK ÚVTIZ — POTRAVINÁRSKÉ VĚDY • Vydává Československá akademie zemědělská — Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství • Vychází ve 4 číslech ročně • Redaktorka RNDr. Marcela Braunová • Redakce: 120 56 Praha 2, Slezská 7, telefon 25 75 41 • Vytiskly Moravské tiskařské závody, n. p., provoz 21, Ostrava 1, Novinářská 7 • © Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Praha 1990

Rozšiřuje PNS. Informace o předplatném podá a objednávky přijímá každá administrace PNS, pošta, doručovatel a PNS — ÚED Praha, závod 01 — AOT, Kovpakova 26, 160 00 Praha 6; PNS — ÚED Praha, závod 02, Obránců míru 2, 656 07 Brno; PNS — ÚED Praha, závod 03, Gottwaldova tř. 206, 709 90 Ostrava 9. Objednávky do zahraničí vyřizuje PNS — ústřední expedice a dovoz tisku Praha, závod 01, administrace vývozu tisku, Kovpakova 26, 160 00 Praha 6