VĚDECKÝ
ČASOPIS



Potravinářské vědy

2

ROČNÍK 9
PRAHA 1991
ISSN 0232-0568

ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÁ
ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ
PRO ZEMĚDĚLSTVÍ

Řídí redakční rada: ing. Zeno Šimůnek, CSc. (předseda), ing. Miloslav Adam, CSc., ing. Luisa Benešová, prof. ing. Dušan Čurda, CSc., ing. Jiřina Houšová, CSc., ing. Vladimír Hušek, CSc., prof. ing. Ivo Ingr, DrSc., ing. Milan Kováč, CSc., prof. ing. Jan Pokorný, DrSc., prof. ing. Alexander Príbela, DrSc., doc. ing. Mojmír Rychtera, CSc., MUDr. Bohumil Turek, CSc., ing. Jaroslav Vígner, CSc.

Vedoucí redaktorka RNDr. Marcela Braunová

OBSAH

Solich P., Polášek M., Karlíček R., Valentová O., Marek M.: Stanovení glukosy v potravinářských produktech metodou průtokové injekční analýzy s využitím imobilizované glukosaoxidasy 81
Pipek P., Sinevič V., Dušek J., Janoušek J.: Vliv mrazírenského skladování a průběhu posmrtných změn na reologické chování hrubě desintegrovaného masa 89
Bezděka Z., Březina P., Pipek P.: Reometrie tavených sýrů . . . 99
Jeschke J., Houška M., Kubešová A., Šesták J.: Reologické vlastnosti majonézy při modelování průmyslového procesu 105
Skřivan P.: Vliv sójové lipoxygenasy-II na reologické vlastnosti pšeničných těst 117
Strmisková G, Dubravický J.: Vplyv hlivy ústricovitej a ďalších aditív na vlastnosti mäsových nátierok 125
Krajčovičová-Kudláčková M., Fecenková E.: Rastlinné bielkoviny vo výžive, ich hodnotenie vzhľadom na vek 133
Pokorný J., Vierecklová M., Jasná E., Davídek J., Pokorný D., Holas J.: Hodnocení senzorické jakosti extrudovaného křehkého chleba 143

PŘEHLEDY
Rauch P., Fukal L., Káš J.: Značené sloučeniny při sledování složek potravin 155

Z VĚDECKÉHO ŽIVOTA
Šimůnek Z.: Seminář o separačních technikách 132

NEKROLOG
Basařová G.: Zemřel prof. ing. dr. Vratislav Grégr, DrSc. 124
Adam M.: Prof. ing. dr. Jan Zvoníček 142

СОДЕРЖАНИЕ

Солих О., Полашек М., Карличек Р., Валентова О.: Определение глюкозы в пищепродуктах методом проточного инъекционного анализа при применении иммобилизированной глюкозооксидазы 87
Пипек П., Синевич В., Душек Й., Яноушек Я.: Влияние холодильного хранения и хода постмортальных изменений на реологическое поведение грубо измельченного мяса 97
Бездека З., Бржезина П., Пипек П.: Реометрия плавленных сырков 103
Ешке Я., Гоушка М., Кубешова А., Шестак Й.: Реологические свойства майонеза при моделировании промышленного процесса 115
Скрживан П.: Влияние соевой липоксигеназы-II на реологические свойства пшеничного теста 122

STANOVENÍ GLUKOSY V POTRAVINÁŘSKÝCH PRODUKTECH METODOU PRŮTOKOVÉ INJEKČNÍ ANALÝZY S VYUŽITÍM IMOBILIZOVANÉ GLUKOSAOXIDASY

P. Solich, M. Polášek, R. Karlíček, O. Valentová, M. Marek

SOLICH, O. — POLÁŠEK, M. — KARLÍČEK, R. — VALENTOVÁ, O. — MAREK, M. (Farmaceutická fakulta UK, Hradec Králové; Vysoká škola chemicko-technologická, Praha): *Stanovení glukosy v potravinářských produktech metodou průtokové injekční analýzy s využitím imobilizované glukosaoxidasy.* Potravinářské Vědy, *9*, 1991 (2): 81—88.

V práci je popsáno využití metody průtokové injekční analýzy (FIA) pro stanovení glukosy ve spojení s enzymovým reaktorem obsahujícím imobilizovanou glukosaoxidasu. Produkt enzymové reakce s jodidem — peroxid vodíku je detekován na základě reakce katalyzované molybdenanovými ionty. Vzniklý jod dává se škrobem modré zbarvení s absorpčním maximem 585 nm. Kalibrační závislost je lineární v oblasti 0,25—0,8 mmol/l glukosy s relativní směrodatnou odchylkou s_r = 1,53 % pro osm měření a koncentraci glukosy 0,51 mmol/l. Metoda FIA byla využita pro stanovení glukosy v bonbónech a sušenkách. Výhodou navržené metody je její přesnost, citlivost a možnost analyzovat velké série vzorků v relativně krátkém čase.

průtoková injekční analýza; enzymový reaktor; stanovení glukosy; imobilizovaná glukosaoxidasa

V posledních letech se směr rozvoje analytických metod ubírá mimo jiné k automatizaci, ke zvyšování selektivity metod a ke zvyšování produktivity analýz. Jednou z metod, v níž jsou tyto požadavky do značné míry splňovány, je průtoková injekční analýza (Flow injection analysis — FIA) (Růžička, Hansen, 1980). Její princip spočívá v injikování přesného reprodukovatelného objemu vzorku do kontinuálního proudu činidla. Po proběhlé chemické reakci je vzorek veden kapalinovým vedením do průtokového detektoru, který je propojen se zapisovačem. Výsledkem je záznam závislosti (signál detektoru — čas) s charakteristickými píky, jejichž výška odpovídá koncentraci stanovené látky.

Glukosa patří mezi sloučeniny běžně se vyskytující v řadě potravinářských výrobků. Při jejím stanovení se vedle klasických chemických a fyzikálně-chemických postupů (Davídek et al., 1977) čím dál více využívá specifické enzymové katalýzy (Guilbault, 1976). Velmi často je stanovení glukosy založeno na její enzymatické oxidaci kyslíkem za působení glukosaoxidasy na kyselinu glukonovou a peroxid vodíku. Množství glukosy ve vzorku je přitom stanovitelné měřením úbytku kyslíku při reakci (Davídek et al., 1977; Guilbault, 1976) nebo množství vzniklého peroxidu vodíku.

Detekce peroxidu vodíku se provádí například spektrofotometricky (Gorton, Ögren, 1981; Stults et al., 1987) nebo elektrochemicky (Masoom, Townshend, 1984). Tento postup je velmi často využíván právě v průtokové injekční analýze ve spojení s glukosaoxidasou imobilizovanou na vhodném nosiči. Dosud popsané způsoby spektrofotometrické detekce peroxidu vodíku v průtokových systémech využívají například reakce vhodných chromogenů jako N,N-dimethylanilinu (Gorton, Ögren, 1981) nebo 3,5-dichloro-2-hydroxyfenylsulfonanu (Stults et al., 1987) s 4-aminofenazonem za přítomnosti peroxidasy či reakce peroxidu vodíku s hydroxynaftolovou modří (Yamane, 1984).

Cílem předložené práce bylo vypracovat rychlou, selektivní, přesnou a citlivou metodu pro stanovení glukosy v potravinářských produktech s využitím předností průtokové injekční analýzy ve spojení s průtočným reaktorem obsahujícím imobilizovanou glukosaoxidasu. Stanovení glukózy bylo prováděno na základě detekce vzniklého peroxidu vodíku, který tvoří s jodidem za přítomnosti molybdenanových iontů a škrobu modře zbarvený produkt. Tato reakce byla ve FIA využita již dříve (Ho Mat, 1984), ovšem ve spojení s tzv. stop-flow technikou, která je však značně složitá a pro jednoduchý FIA analyzátor prakticky nepoužitelná.

MATERIÁL A METODY

Činidla a roztoky

Směsné reakční činidlo bylo připraveno rozpuštěním 0,5 g škrobu (*Amylum solubile* sec. Leuliere) v asi 200 ml draselno-fosfátového pufru c = 0,1 mol/l (pH 6,0) při teplotě asi 75 °C za intenzívního míchání; k roztoku bylo přidáno 4,1 g jodidu draselného a 0,18 g molybdenanu amonného a po rozpuštění byl roztok doplněn na objem 250 ml shodným pufrem o pH 6,0. Činidlo je stálé asi jeden týden.

Zásobní standardní roztok glukosy o koncentraci c = 0,010 mol/l byl připraven rozpuštěním D-glukosy v draselno-fosfátovém pufru (c = 0,1 mol/l) pH 6,0. Po přípravě byl tento roztok ponechán tři hodiny stát z důvodu ustavení mutarotační rovnováhy mezi α-D-glukosou a β-D-glukosou. Kalibrační roztoky o koncentraci 0,25—0,8 mmol na 1 l glukosy byly připraveny ředěním zásobního roztoku shodným pufrem o pH 6,0. Ke zvýšení stability zásobního standardního roztoku byla přidána kyselina benzoová v množství 0,5 g/l.

Příprava vzorků

Bonbóny nebo sušenky byly po mechanickém rozdrcení a následném rozetření v třecí misce odváženy do kádinky přesně asi 0,05 g (Bon pari, Bon ami), 0,1 g (karamely Moka) nebo 2,0 g (sušenky Marie, Club). K navážce bylo přidáno asi 40 ml draselno-fosfátového pufru (c = 0,1 mol/l) pH 6,0 a směs byla intenzívně míchána 15 minut na elektromagnetické míchačce. Poté byla suspenze převedena kvantitativně do 50ml odměrné baňky a doplněna uvedeným pufrem po značku. Filtrací přes skládaný papírový filtr nebo skleněný sintr č. 4 byl vzorek připraven k analýze.

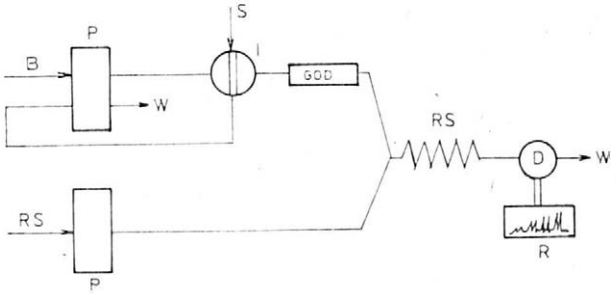
Příprava imobilizované glukosaoxidasy

K 1 g porézního skla (CPG 500, 43 m^2/g, Electro-Nucleonics, Inc. USA), potaženého polyglycidylmethakrylátem následně modifikovaným 1,6-diaminohexanem (Švec et al., 1977), bylo přidáno 5 ml fosfátového pufru (c = 0,5 mol/l) pH 6,9 a 5 ml 10% vodného roztoku glutaraldehydu. Po dvouhodinovém třepání při 37 °C byl aktivovaný nosič odsát, promyt vodou a fosfátovým pufrem (c = 0,1 mol/l) pH 6,9. K odsátému nosiči bylo přidáno 10 mg glukosaoxidasy (E. C. 1.1.3.4 z *Aspergillus niger*, Serva, SRN) rozpuštěné ve 20 ml fosfátového pufru (c = 0,1 mol/l) pH 6,9. Reakční směs byla třepána 16 h při 4 °C, poté byl získaný konjugát střídavě promyt fosfátovým pufrem (c = = 0,01 mol/l) a chloridem sodným (c = 1 mol/l) v tomto pufru.

Enzymová kolona byla tvořena teflonovou trubicí o vnitřním průměru 2 mm a délce 22 mm. Trubice byla naplněna imobilizovanou glukosaoxidasou (vnitřní objem činil cca 70 μl) a zapojena do průtokového systému pomocí speciálních teflonových konektorů.

Pracovní postup

Schéma zapojení průtokového systému pro stanovení glukózy je uvedeno na obr. 1 (spojovací polyethylenové trubice mají vnitřní průměr 0,5 mm). Do nosného proudu pufru, který je čerpán peristaltickým čerpadlem konstantní průtokovou rychlostí 0,6 ml/min, je dávkovacím ventilem injikován konstantní objem 90 μl standardu či vzorku glukosy. Po průchodu zóny vzorku kolonou (objem 70 μl) s imobilizovanou glunkosaoxidasou reaguje vzniklý peroxid vodíku se směsným činidlem v reakční cívce o délce 2,0 m. Vytvořený modrý produkt (jod-škrobové barvivo) je detekován v průtokové kyvetě při 585 nm. Změny absorbance jsou registrovány zapisovačem. Výška píku vyjádřená v absorbanci je přímo úměrná koncentraci glukosy. Obsah glukosy ve vzorcích se stanoví metodou kalibrační přímky.



P = peristaltické čerpadlo (0,6 ml . min^{-1}) — peristaltic pump (0.6 ml per min)
I = dávkovací injektor — sampling valve
D = průtokový spektrofotometrický detektor (585 nm) — flow spectrophotometric detector (585 nm)
R = zapisovač — recorder
RS = reakční činidlo — reaction agent
B = pufr — buffer
W = odpad — waste
S = vzorek nebo standard (90 μl) — sample or standard (90 μl)
RC = reakční cívka (2,0 m) — reaction coil (2.0 m)
GOD = enzymová kolona s glukosaoxidasou (70 μl) — glucose oxidase enzymic column (70 μl).

1. Schéma zapojení průtokového systému pro stanovení glukosy — Diagramme of the connection of a flow system for glucose determination

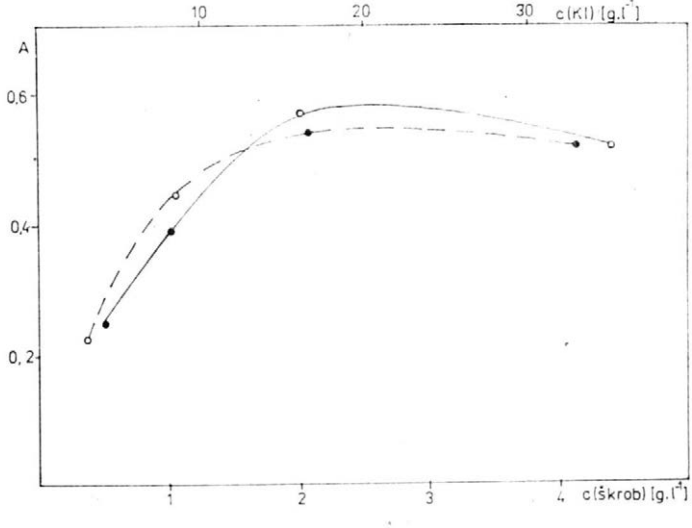
VÝSLEDKY A DISKUSE

Optimalizace parametrů průtokového systému a složení činidel

Pro detekci peroxidu vodíku vzniklého při enzymové oxidaci glukosy byla zvolena metoda využívající oxidace jodidu (katalyzované molybdenanem) na jod s následnou tvorbou modrého komplexu se škrobem. Tento komplex měl absorpční maximum při 585 nm a proto všechna měření byla prováděna při této vlnové délce. Průtokový systém byl sestaven z dostupných zařízení — FIA-20 analyzátoru čs. výroby (dodaného JZD Pouchov, Hradec Králové) s průtokovou mikrokyvetou 10 mm o objemu 18 μl, Spekolu 10 s nástavcem EKMi (Carl Zeiss, Jena) a liniového zapisovače TZ 4100 (Laboratorní přístroje, Praha).

Primárně byly optimalizovány parametry průtokového systému pro stanovení samotného peroxidu vodíku. Tyto pokusy byly prováděny s průtokovým systémem bez enzymové kolony. Optimalizace byla prováděna s cílem dosáhnout maximální výšky píků. Dalším optimalizačním faktorem bylo sledování maximálně možné frekvence analýz. Jako optimální průtokové rychlosti nosného proudu pufru i činidla byly určeny hodnoty 0,6 ml/min. Při nižší průtokové rychlosti se zbytečně prodlužovala doba přenosu reakčního produktu k detektoru, a tím se snižovala frekvence stanovení. Naproti tomu při vyšší průtokové rychlosti docházelo k omezené tvorbě reakčního produktu a citlivost metody se snižovala. Dávkovaný objem vzorku byl měněn v rozmezí 40—150 μl. Jako optimální se jevil objem 90 μl. Při menším dávkovaném objemu se snižovala citlivost stanovení a při vyšších objemech dávkovací smyčky již nedocházelo k podstatnému zvýšení citlivosti. Optimální délka reakční cívky byla 2,0—2,5 m. S ohledem na zvýšení rychlosti analýzy byla pro další měření používána reakční cívka o délce 2,0 m.

Vzhledem k tomu, že imobilizovaná glukosaoxidasa vykazuje maximální účinnost při pH 6, byl jako nosný proud zvolen fosfátový pufr (c = 0,1 mol/l) o pH 6,0. Vliv složení činidla na citlivost stanovení byl sledován pro různé koncentrace jodidu, molybdenu a škrobu, a to v rozmezí 3—33 g/l jodidu draselného, 0,5—4,3 g/l škrobu a 0,4—1,4 g/l molybdenanu amonného. Vliv koncentrace jodidu draselného a škrobu při dávkování konstantní c_{H2O2} = 0,12 mmol/l je znázorněn na obr. 2. Jako optimální byla zvolena koncentrace 16,6 g/l jodidu draselného a 2,0 g/l škrobu. V případě molybdenanu nebyl pozorován prakticky žádný vliv na citlivost stanovení ve výše uvedeném rozmezí koncentrací katalyzátoru. Proto byla



2. Vliv složení reakčního činidla na odezvu detektoru — The effect of reaction agent composition on the detector response
——— koncentrace KI variabilní — koncentrace škrobu 4,3 g/l — variable KI concentration — starch concentration of 4.3 g per l
- - - - - koncentrace škrobu variabilní — koncentrace KI 16,6 g/l — variable starch concentration — KI concentration 16.6 g per l
c_{H2O2} = 0,12 nmol/l peroxidu vodíku — 0.12 nmol per l hydrogen peroxide

v dalších pokusech zvolena koncentrace 0,7 g/l molybdenanu amonného podobně jako jí zvolil Ho Mat (1984). Jako rozpouštědlo pro směsné činidlo byl použit fosfátový pufr (c = 0,1 mol/l) o pH 6,0, tedy stejný pufr jako v případě nosného proudu. S poklesem kyselosti činidla rychlost tvorby jodu klesá. Podle našich pokusů je však i při pH 6,0 tvorba jodu dostatečně rychlá.

V dalších pokusech byl sledován vliv objemu enzymové kolony na konverzi glukosy. Bylo vyzkoušeno několik enzymových kolon, tvořených teflonovou trubicí o vnitřním průměru 2 mm a různé délce. Objem náplně kolony se pohyboval v rozmezí 40—190 μl. Porovnáním výšek píků (absorbancí) při střídavém nástřiku roztoků peroxidu vodíku a glukosy o koncentracích 0,5 mmol/l byla zjištěna účinnost všech enzymových kolon. U kolony o objemu 40 μl byla zjištěna účinnost 77 %, kolony o objemu 60 μl a větším měly účinnost okolo 100 %. Vzhledem ke zvyšování odporu v průtokovém systému s delšími kolonami (objem náplně nad 100 μl) byla jako optimální zvolena kolona o objemu 70 μl.

Kalibrační graf

Kalibrační závislost byla sestrojena pro kalibrační roztoky o koncentraci 0,25—0,8 mmol na 1 l glukosy; každý z šesti kalibračních roztoků byl dávkován dvakrát. Parametry rovnice přímky $A = a.c + b$ (kde: A je výška píku v jednotkách absorbance a c je koncentrace glukosy v mmol/l) byly zjištěny lineární regresí. Směrnice přímky a = 1,024 (s = 0,025), úsek b = —0,221 (s = 0,014), kde s jsou směrodatné odchylky příslušných parametrů. Korelační koeficient r = 0,9991.

Přesnost stanovení byla ověřena sérií osmi nástřiků standardu o koncentraci glukosy c = 0,51 mmol/l. Relativní směrodatná odchylka s_r = = 1,53 %.

Stanovení glukosy ve směsi s jinými sacharidy

Výhodou enzymových metod je jejich selektivita k určitému substrátu. Vzhledem k tomu, že v řadě potravinářských produktů se nacházejí směsi sacharidů, bylo nutné vyzkoušet substrátovou specifitu použité imobilizované glukosaoxidasy (tab. I). Jednotlivé sacharidy o příslušné koncentraci c_s byly dávkovány do průtokového systému ve směsi s glukosou o koncentraci 0,5 mmol/l. Z poměru absorbancí při nástřiku směsi sacharidu a glukosy (A_s) a samotné glukosy (A_g) byl zjištěn vliv jednotlivých sacharidů na signál glukosy. Z údajů v tab. I vyplývá, že FIA stanovení glukosy c = 0,5 mmol/l je možné provádět i při padesátinásobně vyšších koncentracích sacharosy, fruktosy či laktosy. Rušení maltosy se projevuje při koncentračním poměru ke glukose vyšším než 1:1. (Možnost obsahu určitého podílu glukosy v preparátech uvedených sacharidů nebyla ověřována.)

Stanovení glukosy v potravinářských produktech

Enzymové stanovení glukosy metodou průtokové injekční analýzy se spektrofotometrickou detekcí bylo využito pro zjištění obsahu glukosy v bonbónech Bon pari, Bon ami, v karamelách a v sušenkách Club

I. Vliv různých sacharidů na enzymatické stanovení glukosy — The effect of different saccharides on the enzymic determination of glucose

Sacharid	$\frac{(A_s - A_g) \cdot 100}{A_g}$ [%].		
	c_s [mmol/l]		
	0,5	5	25
Sacharóza	—0,4	—3,1	—1,8
Fruktóza	3,6	0	3,6
Laktóza	—3,3	—3,3	0
Maltóza	—1,6	55,6	225,0

A_s = absorbance při dávkování rušícího sacharidu o uvedené koncentraci c_s ve směsi s glukosou v koncentraci 0,5 mmol/l — absorbance at the dose of interfering saccharide of the given concentration c_s in a mixture with glucose at the concentration of 0.5 mmol/l

A_g = absorbance při dávkování 0,5 mmol/l glukosy — absorbance at the dose of 0.5 mmol/l glucose

a Marie. V tab. II jsou uvedeny výsledky stanovení glukosy v různých vzorcích, a to navrženou FIA metodou a dvěma srovnávacími metodami — amperometricky s enzymovou elektrodou a pomocí kapalinové chromatografie (HPLC). Z tab. II je zřejmé, že výsledky analýz byly u všech použitých metod stanovení vzájemně srovnatelné.

II. Stanovení glukosy ve vzorcích — Determination of glucose in samples

Vzorek	Použitá metoda — nalezeno %		
	Amperometrie	HPLC	FIA
Club	0,29	—	0,32
Marie	0,24	0,17	0,24
Karamely	4,7	—	4,8
Bon pari	11,9	12,2	12,1
Bon ami	7,0	7,2	9,0

Stabilita enzymové kolony

Původní enzymová kolona o objemu náplně 70 μl byla používána po dobu dvou let, během níž bylo provedeno několik set nástřiků vzorků glukosy. Mimo aktivní měření byla kolona uchovávána při 4 °C ve fosfátovém pufru o pH 6,0. Během celého sledovaného období nebyly pozorovány změny účinnosti imobilizovaného enzymu.

ZÁVĚR

Výhodou navržené selektivní metody pro stanovení glukosy v potravinářských produktech metodou průtokové injekční analýzy je citlivost, přesnost a rychlost. Vzorky je možné dávkovat s frekvencí 50 nástřiků za hodinu. Metoda může najít uplatnění zejména v případech, kdy je nutné určovat obsah glukosy ve větších sériích vzorků.

Literatura

DAVÍDEK, J. — HRDLIČKA, J. — KARVÁNEK, M. — POKORNÝ, J. — SEIFERT, J. — VELÍŠEK, J.: Laboratorní příručka analýzy potravin. Praha, SNTL 1977.

GORTON, L. O. — ÖGREN, L.: Flow injection analysis for glucose and urea with enzyme reactors and on-line dialysis. Analyt. Chim. Acta, *130,* 1981, s. 45—53.

GUILBAULT, G. G.: Handbook of enzymatic methods of analysis. New York, Marcel Dekker Inc. 1976.

HO MAT, H.: Microprocessor controlled flow injection analyzer for biochemical aplications. Biomed. Sci. Instrum., *20,* 1984, s. 93—97.

MASOOM, T. — TOWNSHEND, A.: Determination of glucose in blood by flow injection analysis and immobilized glucosooxidase columm. Analyt. Chim. Acta, *166,* 1984, s. 111—118.

RŮŽIČKA, J. — HANSEN, E. H.: Flow injection analysis. New York, J. Wiley and Sons 1980.

STULTS, C. L. M. — WADE, A. P. — CROUCH, L. R.: Computer-assisted optimization of an immobilized enzyme flow-injection system for the determination of glucose. Analyt. Chim. Acta, *192,* 1987, s. 155—163.

ŠVEC, F. — HRUDKOVÁ, H. — HORÁK, D. — KÁLAL, J.: Angew. Makromol. Chem., *63,* 1977, s. 23.

YAMANA, T.: Flow injection determination of hydrogen peroxide by means of the manganese-catalyzed oxidation of hydroxynaphtol blue. Bunseki Kagaku, *33,* 1984, s. 203—206.

Došlo dne 2. 8. 1990

СОЛИХ, О. — ПОЛАШЕК, М. — КАРЛИЧЕК, Р. — ВАЛЕНТОВА, О. — МАРЕК, М. (Фармацевтический факультет Карлова Университета, Градец Кралове; Химико-технологический институт, Прага): **Определение глюкозы в пищепродуктах методом проточного инъекционного анализа при применении иммобилизированной глюкозооксидазы.** Potravinářské Vědy, *9,* 1991 (2): 81—88.

В работе описывается применение метода проточного инъекционного анализа (FIA) для определения глюкозы совместно с ферментативным реактором, содержащим иммобилизированную глюкозооксидазу. Продукт ферментативной реакции — перекись водорода определяется на основании его реакции с йодидом, катализированным ионами молибдата. Получившийся йод окрашивается в синий цвет в присутствии крахмала. Максимум поглащения получается в области 585 нм. Калибровочная зависимость линейна в области концентраций 0,25—0,8 ммоль/л глюкозы с относительным возможным отклонением s_r = 1,53 при 8 измерениях и концентрации глюкозы 0,51 ммоль/л. Метод FIA использовался для определения глюкозы в конфетах и печении. Преимущество предложенного метода — его точность, чувствительность и возможность анализировать большие партии образцов в относительно коротком времени.

проточный инъекционный анализ; ферментативный реактор; определение глюкозы; иммобилизированная глюкоза

SOLICH, O. — POLÁŠEK, M. — KARLÍČEK, R. — VALENTOVÁ, O. — MAREK, M. (Faculty of Pharmacy, Charles University, Hradec Králové; Institute of Chemical Technology, Praha): *The method of flow injection analysis and the use of immobilized glucose oxidase: glucose determination in food products.* Potravinářské Vědy, *9,* 1991 (1): 81—88.

In the present paper the method of flow injection analysis (FIA) was used to determine glucose; the method was combined with the use of an enzymic reactor containing immobilized glucose oxidase. Hydrogen peroxide, the product of enzymic reaction, is detected on the basis of molybdenum ion catalyzed reaction with iodide. The iodide produced in this way and starch show blue coloration with an absorption maximum of 585 nm. The calibration graph is linear in the range of 0.25 to 0.8 mmol/l glucose with the relative standard deviation of $s_r = 1.53$ for eight measurements and for glucose concentration of 0.51 mmol/l. The FIA method was used to determine glucose in sweets and biscuits. Accuracy, sensitivity and possibility of analyzing large series of samples within a relatively short time are advantages of this proposed method.

flow injection analysis; enzymic reactor; glucose determination; immobilized glucose oxidase

SOLICH, O. — POLÁŠEK, M. — KARLÍČEK, R. — VALENTOVÁ, O. — MAREK, M. (Pharmazeutische Fakultät der Karlsuniversität, Hradec Králové; Chemisch-technologische Hochschule, Praha): *Bestimmung der Glukose in Lebensmittelprodukten mittels Durchflussinjektionsanalyse unter Ausnutzung der immobilisierten Glukoseoxidase.* Potravinářské Vědy, *9,* 1991 (1): 81—88.

Die vorliegende Arbeit beschreibt die Nutzung der Methode der Durchflussinjektionsanalyse (FIA) bei der Bestimmung der Glukose in Verbindung mit dem Enzymreaktor mit immobilisierter Glukoseoxidase. Das Produkt der enzymatischen Reaktion — das Wasserstoffperoxid — wird aufgrund seiner mit Molybdationen katalysierten Reaktion mit Jodid detektiert. Das entstandene Jod gibt mit der Stärke eine blaue Verfärbung mit einem Absorptionsmaximum von 585 nm. Die Kalibrationsabhängigkeit verläuft linear von 0,25 bis 0,8 mmol/l Glukose mit einer massgebenden relativen Abweichung ($s_r = 1{,}53$) für acht Messungen und eine Glukosekonzentration von 0,51 mmol/l. Die FIA-Methode wurde zur Bestimmung der Glukose in Bonbons und im Zwieback herangezogen. Ihr Vorteil besteht in ihrer Präzision, Empfindlichkeit und in der Möglichkeit, grosse Probenserien in relativ kurzer Zeit zu analysieren.

Durchflussinjektionsanalyse; Enzymreaktor; Glukosebestimmung; immobilisierte Glukoseoxidase

---

Adresy autorů:

RNDr. Petr Solich, CSc., doc. RNDr. Rolf Karlíček, DrSc., doc. RNDr. M. Polášek, CSc., Farmaceutická fakulta UK, Heyrovského 1203, 501 65 Hradec Králové
RNDr. Olga Valentová, CSc., doc. ing. Miroslav Marek, CSc., Vysoká škola chemicko-technologická, Technická 3, 166 28 Praha 6

VLIV MRAZÍRENSKÉHO SKLADOVÁNÍ A PRŮBĚHU POSMRTNÝCH ZMĚN NA REOLOGICKÉ CHOVÁNÍ HRUBĚ DESINTEGROVANÉHO MASA

P. Pipek, V. Sinevič, J. Dušek, J. Janoušek

PIPEK, P. — SINEVIČ, V. — DUŠEK, J. — JANOUŠEK, J. (Vysoká škola chemicko-technologická, Praha): *Vliv mrazírenského skladování a průběhu posmrtných změn na reologické chování hrubě desintegrovaného masa.* Potravinářské Vědy, *9*, 1991 (2): 89—98.

Reologické chování masa předřezaného na řezačce (průměr otvorů desky 13 mm) a předsoleného přídavkem 2,5 % hm. solí a 10 % vody bylo ovlivněno mrazením a mrazírenským skladováním i posmrtnými změnami svaloviny. Toto chování bylo sledováno pomocí rotační reometrie a byly zjištěny tokové křivky ihned po namíchání vzorků a dále časová závislost meze toku týchž vzorků. Zmrazení vzorků se projevuje zvýšením hodnot tečného napětí i meze toku. Mez toku od okamžiku nasolení masa roste; u masa zmrazeného a ihned rozmrazeného je tento nárůst prudší a dosahuje vyšších hodnot, u masa mrazírensky skladovaného dochází k méně prudkému nárůstu. Přestože ihned po přípravě vzorků je mez toku mrazírensky skladovaného masa vyšší než u masa čerstvého a masa, které bylo zmrazeno a ihned rozmrazeno, vzhledem k menšímu nárůstu meze toku se později tyto hodnoty vyrovnají s masem čerstvým. V průběhu posmrtných změn je vidět nárůst meze toku i tečného napětí s postupujícím časem od porážky (2,5—160 h *p. m.*), toto ovlivnění reologického chování průběhu posmrtných změn nastalo u masa soleného i u vzorků, které nebyly soleny, ale pouze předřezány. U masa nesoleného došlo pouze k malému poklesu mezi 24. a 48. hodinou.

reologie; desintegrované maso; mrazení; posmrtné změny; časové změny

Předsolené předřezané maso (štesy) je složitý systém, jehož chování v toku je ovlivněno řadou faktorů. V předchozích sděleních (Pipek et al., 1989; Pipek, Sinevič, 1991a, b) byl probrán podrobně vliv chemického složení masa, přídavku vody a soli, stupně desintegrace, mechanického namáhání, teploty, doby uložení a obsahu volné vody (vaznosti). Ve všech těchto případech bylo možné popsat chování masa vztahem (Pipek, Sinevič, 1991a)

$$\tau = \tau_0 + K \cdot D^n \qquad [1]$$

kde: τ — tečné napětí
τ_0 — mez toku
K — koeficient konzistence
D — smyková rychlost
n — index toku.

Tento vztah byl původně uváděn pouze pro systém jemných masových homogenátů (Rizvi, 1981).

Zmrazení masa vyvolává poškození jeho struktury, může docházet k porušení buněčných stěn (sarkolemmatu), dále mohou být uvolněny některé proteolytické enzymy, částečně denaturovány strukturální bílkoviny, důsledkem čeho může docházet ke změně obsahu volné vody i reologických vlastností. Údaje o vlivu zmrazování na reologické chování jsou vzácné, pouze na základě omezeného počtu měření bylo uvedeno, že mez toku se v důsledku zmrazení a rozmrazení zvýší (Pipek et al., 1989).

Naproti tomu vliv posmrtných změn na reologické chování masa, a to u masových homogenátů a modelového díla podrobněji sledoval Hamm (1972), který uvádí, že u homogenátů svaloviny dochází k růstu meze toku během prvních 24 hodin *post mortem,* načež nastává prudký pokles. Podobně dosahuje maxima v době 24 hodin *p. m.* i viskozita při úhlové frekvenci 0,05 s^{-1}. V případě díla (homogenátu s přídavkem soli) ke vzniku uvedeného maxima nedochází (Hamm, 1975). Toto chování je způsobeno změnami asociace aktinu a myosinu, zatímco vliv vaznosti je v tomto případě nevýznamný. V teplém mase (tj. před nástupem *rigoru mortis,* kdy je aktin a myosin působením ATP disociován) jsou částice svaloviny ohebné a při laminárním toku kladou malý odpor. Tak jak dochází k asociaci myofibrilárních bílkovin při nástupu *rigoru mortis,* klesá „měkkost" částic a mez toku, viskozita i tečné napětí roste. Po *rigoru,* kdy se uvolňuje rigidní struktura svaloviny, klesají výše uvedené reologické veličiny (Toth, Hamm, 1969).

U homogenátů s přídavkem 80 % vody dochází po uvolnění *rigoru* dokonce ke snížení meze toku pod hodnotu, která byla u teplého masa *(prae-rigor),* což evidentně souvisí se sníženou vazností (Tóth, Hamm, 1969). Naproti tomu u svaloviny, která byla pouze nařezaná přes desku s průměrem otvorů 2 mm, je mez toku i viskozita vyšší než u teplého masa.

Přídavek soli k těmto homogenátům omezoval vytvoření aktomyosinového komplexu, takže vzestup meze toku i viskozity byl méně výrazný než u masa nesoleného (Hamm, 1975), po odeznění *rigoru* však nedošlo k poklesu meze toku — sůl tedy zpevňuje svalovinu pravděpodobně v důsledku zvýšení vaznosti. V *rigoru* má sůl však jen malý vliv na vaznost (Tóth, Hamm, 1969).

Rozdílně se chovalo i maso, které bylo dokonale homogenizováno v Ultra-Turraxu a maso nařezané trojím průchodem řezačkou s otvory o průměru 2 mm. Zatímco u dokonale homogenizovaného masa došlo k poklesu meze toku i viskozity (při nejnižších otáčkách viskozimetru) mezi druhým a pátým dnem *post mortem,* u masa pouze řezaného tento pokles nenastal (Tóth, Hamm, 1969).

Cílem této práce bylo zjistit, jak se projeví na reologickém chování masa zmrazení a mrazírenské skladování a dále jak bude toto chování ovlivněno průběhem posmrtných změn v případě, že nejde o jemný homogenát, nýbrž o systém hrubě nařezaného masa.

MATERIÁL A METODY

Jako surovina pro přípravu vzorků sloužilo výrobní maso, které bylo po odebrání předřezáno na řezačce s průměrem otvorů 13 mm, promícháno po dobu tří minut s přídavkem 2,5 % dusitanové solicí směsi a 10 % vody a poté plněno do měrných nádob.

Pro sledování vlivu zmrazení a mrazírenského skladování bylo použito odvěšené hovězí maso s obsahem tuku 19,8 % a vepřové maso s obsahem tuku 54,1 % a 64,1 %. Maso bylo zmrazeno a dále skladováno v mrazicích boxech při teplotě —35 °C. Rozmrazení probíhalo v chladírně při teplotě 0—4 °C. Bylo měřeno maso čerstvé (tj. nezmrazené), dále maso zmrazené a ihned rozmrazené a maso mrazírensky skladované po dobu dva měsíce.

Při experimentech týkajících se vlivu posmrtných změn bylo použito hovězí maso (obsah tuku přibližně 10 %) získané vybouráním jatečně opracovaných býků z jedné ucelené partie; hovězí půlky byly odebrány přímo z jateční linky a příprava vzorků probíhala v určených časových intervalech *post mortem.* Při přípravě vzorků teplého masa bylo nutné maso, které mělo teplotu 29 °C, dochladit na požadovanou teplotu měření přibližně 7 °C přídavkem kapalného dusíku do promíchávané směsi masa, šupinkového ledu a solicí směsi. V jednom případě bylo použito vzorků masa bez přídavku vody a solicí směsi.

K měření reologického chování byla využita osvědčená metoda rotační reometrie pomocí přístroje Rheotest II. Byla měřena mez toku a závislost tečného napětí na rych-

losti smykové deformace a z naměřených hodnot byly vypočteny hodnoty koeficientu konzistence K a indexu toku n. Podrobný popis metodiky je uveden v předchozím sdělení (Pipek et al., 1989).

VÝSLEDKY A DISKUSE

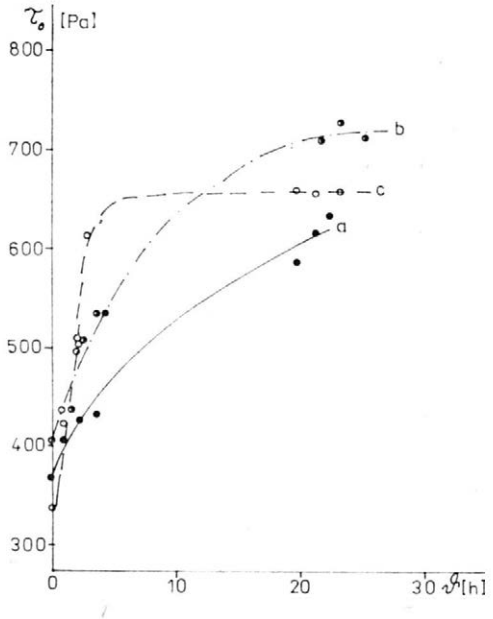
Vliv zmrazení a mrazírenského skladování byl sledován jednak na průběhu závislosti tečného napětí τ na rychlosti smykové deformace D („tokových křivek"), jednak pomocí hodnot meze toku τ_0.

Mez toku ve všech případech od okamžiku namíchání vzorku rostla a po dosažení maximální hodnoty se téměř neměnila. Tento průběh zcela odpovídal dříve publikovaným údajům (Pipek, Sinevič, 1991). Bylo však možné pozorovat (obr. 1 až 6), že zatímco u masa čerstvého a masa rozmrazeného ihned po zmrazení byl tento nárůst poměrně prudký a dosáhl relativně vysokých hodnot, u masa, které bylo mrazírensky skladováno, rostla mez toku jen pomalu, dosáhla relativně nízkých hodnot, které byly po čase prakticky stejné nebo nižší než hodnoty u masa čerstvého. Maso rozmrazené mělo ve všech případech nejvyšší nárůst meze toku, dosáhlo nejvyšších hodnot a pouze těsně po namíchání mělo nižší hodnotu meze toku, než maso mrazírensky skladované.

Srovnáme-li hodnotu meze toku ihned po namíchání, pak ve všech případech byla nejnižší u masa čerstvého, vyšší byla u masa rozmrazeného ihned po zmrazení a nejvyšší byla u masa mrazírensky skladovaného. V dalším průběhu se poměr těchto hodnot změnil.

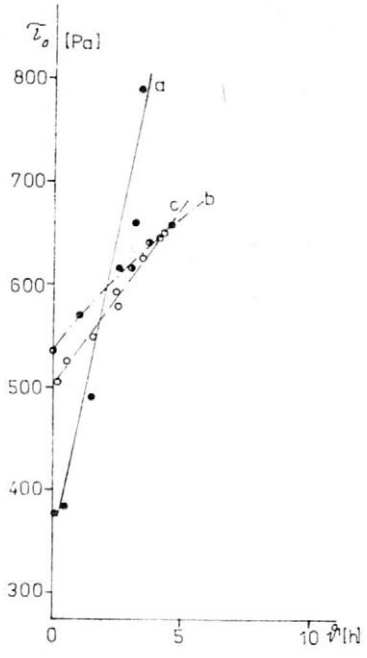
Vysvětlení uvedeného průběhu lze hledat v poškození struktury svaloviny během zmrazení a mrazírenského skladování. Rozdílné chování ihned rozmrazeného i mrazírensky skladovaného masa lze hledat v rozdílném stupni posmrtných změn — u mrazírensky skladovaného masa lze předpokládat, že více postupuje autolýza bílkovinných struktur a že pak po jeho rozmrazení nedochází k vytvoření tak pevné sítě bílkovin, a nárůst meze toku, tj. zpevnění masa je nižší.

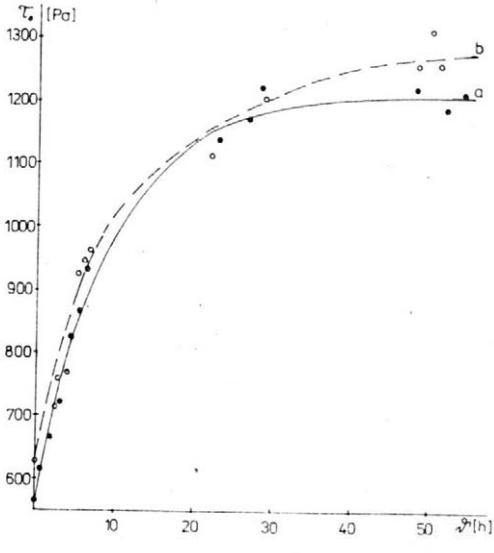
Vysvětlivky k obr. 1, 2, 4 a 5 — Explanation for Fig. 1, 2, 4 and 5:
a — maso čerstvé; b — maso mrazírensky skladované; c — maso ihned rozmrazené po zmrazení
a — fresh meat; b — meat after freezing storage; c — meat which was immediately de-frozen after being frozen



1. Vliv zmrazení a mrazírenského skladování na časový průběh meze toku τ_0 hovězího předsoleného masa (x_f = 19,8 %) — The effect of freezing and freezing storage on the time behaviour of the yield value τ_0 of presalted beef (x_f = 19.8 %)

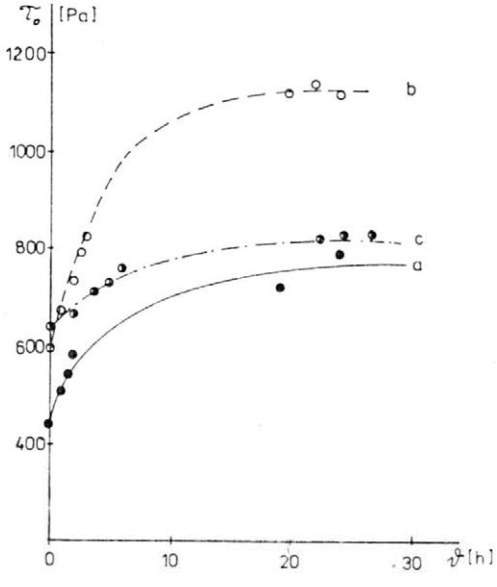
2. Vliv zmrazení a mrazírenského skladování na časový průběh meze toku vepřového předsoleného masa (x_f = 54,1 %) — The effect of freezing and freezing storage on the time behaviour of the yield value of presalted pork (x_f = 54.1 %)



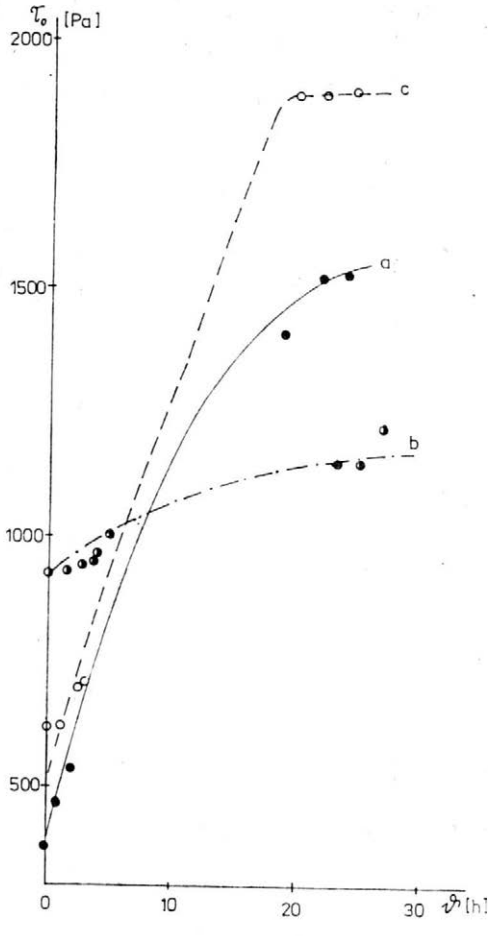


a — maso čerstvé; b — maso ihned rozmrazené po zmrazení — a — fresh meat; b — meat which was immediately de-frozen after being frozen

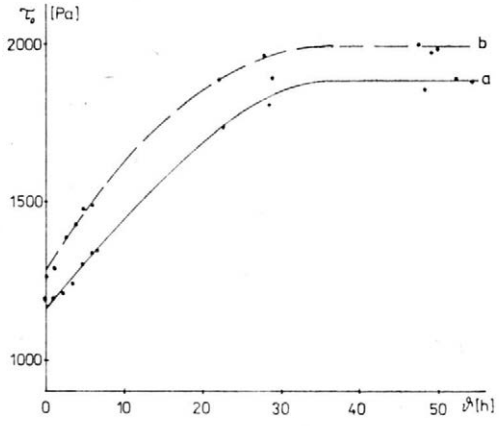
3. Vliv zmrazení a mrazírenského skladování na časový průběh meze toku vepřového předsoleného masa (x_f = 64,1 %) — The effect of freezing and freezing storage on the time behaviour of the yield value of presalted pork (x_f = 64.1 %)



4. Vliv zmrazení a mrazírenského skladování na časový průběh meze toku hovězího nesoleného masa (x_f = 19,8 %) — The effect of freezing and freezing storage on the time behaviour of the yield value of unsalted beef (x_f = 19.8 %)



5. Vliv zmrazení a mrazírenského skladování na časový průběh meze toku vepřového nesoleného masa (x_f = 54,1 %) — The effect of freezing and freezing storage on the time behaviour of the yield value of unsalted pork (x_f = 54.1 %)



6. Vliv zmrazení a mrazírenského skladování na časový průběh meze toku vepřového nesoleného masa (x_f = 64,1 %) — The effect of freezing and freezing storage on the time behaviour of the yield value of unsalted pork (x_f = 64.1 %)

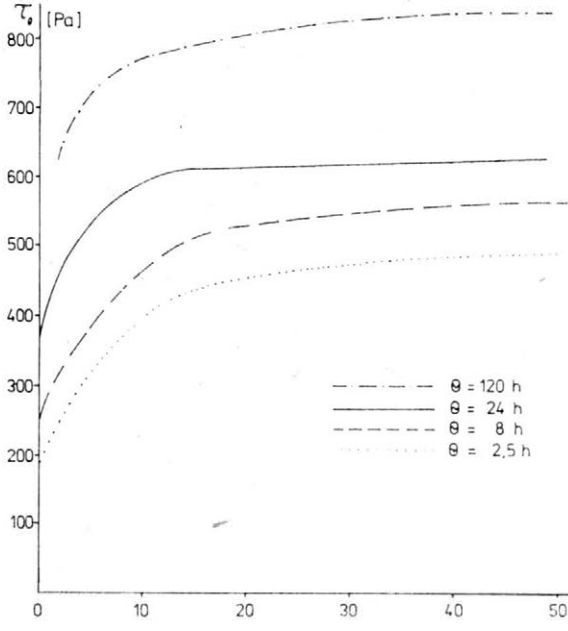
Podobně bylo možné pozorovat u závislostí tečného napětí na rychlosti smykové deformace, že maso čerstvé má tečné napětí téměř v celém rozsahu měřené tokové křivky nejnižší, nejvyšší je toková křivka z masa ihned rozmrazeného po zmrazení a toková křivka masa mrazírensky skladovaného leží uprostřed mezi oběma předchozími. Přehled parametrů rovnice [1] je uveden v tab. I. I pro tyto jevy lze předpokládat porušení tkáně, v případě masa ihned rozmrazeného jen do té míry, že se uvolní struktury pro zvýšení vaznosti, v případě masa mrazírensky skladovaného lze pak hledat vysvětlení v hlubším porušení bílkovinných vláken a snížení pevnosti tkáně. Pro přesné vysvětlení těchto jevů by však bylo třeba podrobnějšího šetření.

Vliv posmrtných změn byl sledován pouze u hovězího masa, získání potřebného množství vepřového masa v teplém stavu nebylo v provozních podmínkách organizačně možné. Ukazuje se, že pokud je maso nasolené, roste hodnota statické meze toku i tečné napětí s rostoucí dobou *post mortem* ϑ, jak je patrné na obr. 7. Přehled hodnot meze toku τ_0 a tečného napětí τ při rychlosti smykové deformace D = 0,058 s^{-1} ihned po namí-

I. Vliv zmrazení a mrazírenského skladování na reologické parametry z rovnice [1] — The impact of freezing and freezin storage on rheological parameters from equation [1]

Maso	x_s [%]	Stav masa	τ_0 [Pa]	K [Pa . s^n]	n —
Hovězí x_f = 19,8 %	0	A	437	3293	0,15
		B	589	3521	0,11
		C	671	2699	0,27
	2,5	A	371	—	—
		B	339	2181	0,17
		C	530	1646	0,23
Vepřové x_f = 54,1 %	0	A	384	2715	0,22
		B	596	3469	0,23
		C	1156	2233	0,29
	2,5	A	377	2253	0,06
		B	503	3583	0,20
		C	671	1954	0,21
Vepřové x_f = 64,1 %	0	A	794	2617	0,26
		B	914	3036	0,18
	2,5	A	583	1890	0,17
		B	627	1860	0,18

A = maso čerstvé — fresh meat; B = maso zmrazené a ihned rozmrazené — meat which was frozen and immediately de-frozen; C = maso mrazírensky skladované — meat after freezing storage

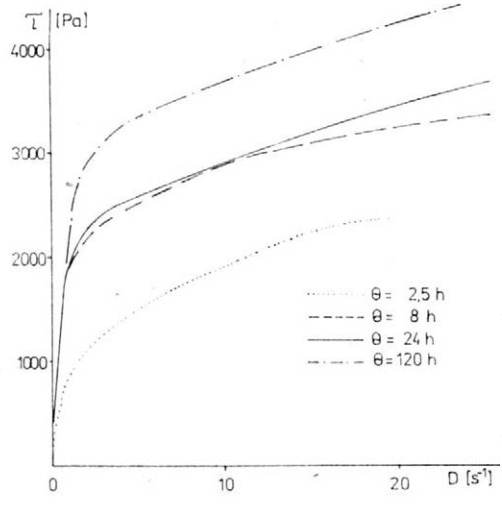


7. Vliv postmortálních změn (času *post mortem* ϑ) na časový průběh meze toku hovězího předsoleného masa (x_f = 10 %) od namíchání vzorků — The effect of postmortem changes (*post mortem* time ϑ) on the time behaviour of the yield value of presalted beef (x_f = = 10 %) since sample mixing

chání vzorků udává tab. II. V závislosti meze toku na době od nasolení v různých časech *post mortem* ϑ bylo zvyšování meze toku s postupujícími změnami potvrzeno. Podobně i tokové křivky (obr. 8) jsou posunuty tak, že vyšších hodnot tečného napětí se dosahuje při delším čase ϑ *post mortem.*

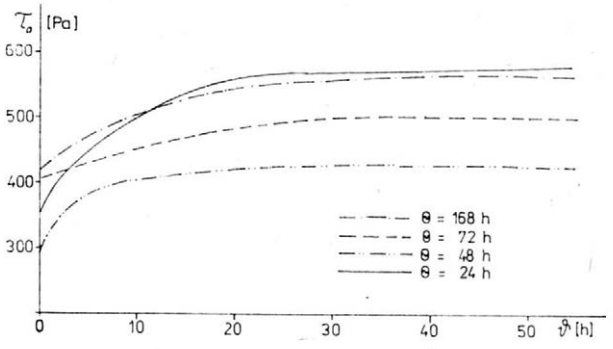
II. Vliv posmrtných změn na mez toku a tečné napětí (při $D \doteq 0{,}058\ s^{-1}$) hovězího masa ($x_f = 10$ %) těsně po namíchání (τ i τ_0 v Pa) — The effect of postmortem changes on the yield value and shear stress (when $D = 0.058\ s^{-1}$) of beef ($x_f = 10$ %) immediately after mixing (τ and τ_0 in Pa)

ϑ [h *p. m.*]	Maso					
	nesolené		solené I		solené II	
	τ_0	τ	τ_0	τ	τ_0	τ
2,5	—	—	—	—	205	781
8	—	—	—	—	285	1754
24	351	2436	410	1814	384	1900
48	278	2145	371	1913	—	—
72	424	2238	384	2211	—	—
120	—	—	—	—	424	2622
168	417	2396	417	2026	—	—

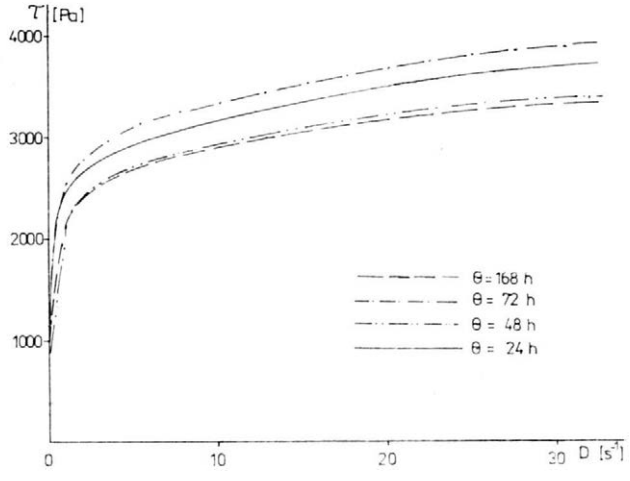


8. Vliv postmortálních změn (času *post mortem* ϑ) na průběh tokových křivek hovězího předsoleného masa ($x_f = 10$ %) od namíchání vzorků — The effect of postmortem changes (*post mortem* time ϑ) on flow curves of presalted beef ($x_f = 10$ %) since sample mixing

U masa nenasoleného je patrný mírný pokles meze toku mezi 24. a 48. hodinou *post mortem* (obr. 9). Tento pokles se částečně shoduje s pozorováním, které uvedli Hamm (1972, 1975) a Tóth, Hamm (1969), kdy po uvolnění *rigoru mortis* (rozštěpení aktomyosinového komplexu) docházelo k poklesu meze toku. Lze zde uvažovat o vlivu velikosti částic; u výrazně větších částic se zřejmě uvolnění aktomyosinového komplexu neprojeví tak výrazně, jako u homogenátů jemně desintegrovaných na Ultra-Turraxu. Ostatně i v případě masa mělněného řezačkou s průměrem 2 mm pokles pozorován nebyl (Tóth, Hamm, 1969). Výrazně vyšší hodnoty meze toku masa u nesoleného proti nasolenému souvisí i s tím, že u nesoleného masa nebyla přidávána ani voda. U tokových křivek (obr. 9 a 10) je patrné, že při delších časech *post mortem* ϑ je



9. Vliv postmortálních změn (času *post mortem* ϑ) na časový průběh meze toku hovězího nesoleného masa (x_f = 10 %) od namíchání vzorků — The effect of postmortem changes (*post mortem* time ϑ) on flow curve of unsalted beef (x_f = = 10 %) since sample mixing



10. Vliv postmortálních změn (času *post mortem* ϑ) na průběh tokových křivek hovězího nesoleného masa (x_f = 10 %) od namíchání vzorků — The effect of postmortem changes (*post mortem* time ϑ) on flow curves of unsalted beef (x_f = = 10 %) since sample mixing

vyšší i hodnota tečného napětí, a to v celém rozsahu sledovaných hodnot smykové rychlosti.

Jednotlivé parametry uváděné rovnice [1] podle Herschela a Bulkleyho se měnily s časem takto: mez toku rostla, koeficient konzistence mírně rostl (přitom během prvních osmi hodin *post mortem* došlo k jeho prudkému nárůstu), index toku nepatrně klesal (tab. III).

III. Vliv posmrtných změn (čas $p.m.\vartheta$) na hodnoty koeficientu K a indexu toku n — The effect of postmortem changes (time $p.m.\vartheta$) on the values of coefficient K and flow index n

ϑ [h *p. m.*]	Maso					
	nesolené		solené I		solené II	
	K	n	K	n	K	n
2,5	—	—	—	—	778	0,35
8	—	—	—	—	1627	0,20
24	2045	0,14	1665	0,26	1642	0,21
48	1827	0,15	1727	0,18	—	—
72	1767	0,14	1855	0,20	—	—
120	—	—	—	—	2240	0,18
168	2053	0,15	1838	0,21	—	—

Souhrnně lze říci, že jak mrazírenské skladování, tak i uskladnění masa *post mortem* v chladírně znamenají mírné zvýšení meze toku a tečného napětí a že tedy z hlediska praxe nepříznivě ovlivňují vlastnosti masa při toku (dopravě).

Literatura

HAMM, R.: Kolloidchemie des Fleisches. 1. ed. Berlin und Hamburg, Paul Parey Verlag 1972, 275 s.
HAMM, R.: On the rheology of minced meat. J. Texture Stud., *6*, 1975, s. 281—296.
PIPEK, P. — SINEVIČ, V.: Vliv přídavku vody a soli na reologické chování desintegrovaného masa. Potravinářské Vědy, *8*, 1990, č. 1, s. 1—9.
PIPEK, P. — SINEVIČ, V.: Změny reologického chování masa v závislosti na stupni desintegrace a vnějších podmínkách. Potravinářské Vědy, *9*, 1991, č. 1, s.
PIPEK, P. — SINEVIČ, V. — VOTAVOVÁ, L.: Reometrie hrubě desintegrovaného masa. Potravinářské Vědy, *7*, 1989, č. 2, s. 103—112.
ROZVI, S. S. H.: Rheological properties of comminuted meat systems. Food Techn., *35*, 1981, č. 5, s. 238—243.
TÓTH, L. — HAMM, R.: Zur Rheologie des Fleisches IV. Veränderungen der rheologischen Eigenschaften des Fleisches nach dem Schlachten. Fleischwirtschaft, *49*, 1969, č. 5, s. 603—642.

Došlo dne 17. 8. 1990

ПИПЕК, П. — СИНЕВИЧ, В. — ДУШЕК, И. — ЯНОУШЕК, Я. (Химико-технологический институт, Прага): **Влияние холодильного хранения и хода постмортальных изменений на реологическое поведение грубо измельченного мяса.** Potravinářské Vědy, *9*, 1991 (2): 89—98.

Реологическое поведение мяса, предварительно нарезанного на болчке (диаметр отверстий доски 13 мм) и подсоленного добавкой 2,5 массовых процентов солью и сдобренного 10 % воды находилось под влиянием замораживания и холодильного хранения, а также постмортальных изменений мускулатуры. Это поведение изучалось при помощи ротационной реометрии и были установлены кривые течения сразу после замешивания образцов и далее повременная зависимость предела текучести этих же образцов. Замораживание образцов проявляется повышением значений напряжения сдвига и предела текучести. Предел текучести с момента засолки мяса растет; у мяса замороженного и сразу же размороженного этот подъем более резкий и достигает более высоких значений. В случае мяса, хранявшегося в холодильных условиях подъем менее резкий. Несмотря на то, что сразу после подготовки образцов предел текучести в случае мяса, хранявшегося в холодильных условиях более высокий, чем у мяса свежего и у мяса, которое было заморожено и сразу же разморожено, учитывая более меньший подъем предела текучести позднее эти значения приравниваются к значениям, полученным в случае сырого мяса. В ходе постмортальных изменений прослеживается подъем предела течения и напряжения сдвига, причем нарастанием временного промежутка от убоя (2,5 — 160 часов после смерти), это воздействие на реологическое поведение в течении постмортальных изменений возникло у мяса соленного и у образцов, которые не солились, но были только предварительно нарезаны. В случае несоленного мяса получилось только незначительное понижение между 24 и 48 часом.

реология; измельченное мясо; замораживание; постмортальные изменения; изменения во времени

PIPEK, P. — SINEVIČ, V. — DUŠEK, J. — JANOUŠEK, J. (Institute of Chemical Technology, Praha): *The effect of freezing storage and of the process of postmortem changes on rheological behaviour of coarsely comminuted meat.* Potravinářské Vědy, *9*, 1991 (2): 89—98.

Rheological behaviour of the meat precut on a cutter (diameter of board holes — 13 mm) and presalted by the addition of 2.5 % of salt weight and 10 % of water, was affected by freezing and freezing storage and also by postmortem muscle changes. This behaviour was traced by help of rotary rheometry, and we found out yield curves immediately after mixing the samples and also a time dependence of yield values of those samples. Freezing of samples affects an increase of shear stress values and a yield value. The yield value is growing since the moment the meat is salted; in the meat which was frozen and immediately de-frozen this increase is more intense and reaches higher values, the meat in freezing storage proves not so intense increase. Though the yield value of the meat in freezing storage is higher immediately after the preparation of samples than that of fresh meat and the meat which was frozen and immediately de-frozen, with regard to a lower rate of yield value increase these values are later comparable with those of fresh meat. In the process of postmortem changes one can see the increase of a yield value and shear stress as the time proceeds from the moment of slaughter (2.5 — 160 h *p. m.*); such effect of the process of postmortem changes on rheological behaviour occurred both in the presalted meat and in the samples which were not salted, but only precut. In unsalted meat only low decrease occurred within the 24th and 49th hours.

rheology; comminuted meat; freezing; postmortem changes; time changes

PIPEK, P. — SINEVIČ, V. — DUŠEK, J. — JANOUŠEK, J. (Chemisch-technologische Hochschule, Praha): *Einfluss der Gefrierlagerung und des Verlaufes der postmortalen Änderungen auf das rheologische Verhalten des grobdesintegrierten Fleisches.* Potravinářské Vědy, *9*, 1991 (2): 89—98.

Das rheologische Verhalten des vorgewolften (Durchmesser der Lochscheibe von 13 mm) und mit einem Zusatz von 2,5 % NPS und 10 % Wasser vorgeselzten Fleisches wurde durch Gefrieren und Gefrierlagerung, sowie durch postmortalen Änderungen bedeutend beeinflusst. Dieses Verhalten wurde mittels der Rotationsrheometrie untersucht und es wurden die Fliesskurven unmittelbar nach dem Mischen von Proben und die zeitbedingte Änderungen der Fliessgrenze derselben Proben festgestellt. Das Gefrieren führt zur Zunahme der Fliessgrenze und der Schubspannung. Die Fliessgrenze nimmt ab der Moment des Mischen der Probe zu; beim Fleisch, das gleich nach dem Gefrieren aufgetaut wurde, ist diese Zunahme steiler und es werden auch höhere Werte erreicht, aber beim gefriergelagerten Fleisch ist diese Zunahme weniger steil. Obwohl unmittelbar nach der Probenvorbereitung die Fleissgrenze des gefriergelagerten Fleisches höher als beim frischen, sowie beim gleich nach Gefrieren aufgetauten Fleisch ist, werden diese Werte später ausgeglichen in Bezug auf weniger ausgeprägte Zunahme der Fliessgrenze. Im Verlauf der postmortalen Änderungen nehmen die Fliessgrenze und die Schubspannung mit der Zeit nach dem Schlachten (2,5 — 160 Stunden p. m.) zu. Die Beeinflussung des Fleissverhaltens durch die postmortalen Änderungen war beim eingesalzten Fleisch, sowie beim den Proben, die nur vorgewolft (d. h. nicht gesalzt) worden waren, zu beobachten. Beim vorgesalzten Fleisch kamm es nur zum geringen Abfall zwischen 24. und 48. Stunde *post mortem.*

Rheologie; desintegriertes Fleisch; Gefrieren; postmortale Änderungen; zeitbedingte Änderungen

---

Adresa autorů:

Doc. ing. Petr Pipek, CSc., ing. Václav Sinevič, CSc., ing. Josef Dušek, ing. Jaroslav Janoušek, Vysoká škola chemicko-technologická, Technická 5, 166 28 Praha 6-Dejvice

---

REOMETRIE TAVENÝCH SÝRŮ

Z. Bezděka, P. Březina, P. Pipek

BEZDĚKA, Z. — BŘEZINA, P. — PIPEK, P. (Mlékárenský průmysl, Litoměřice; Vysoká škola chemicko-technologická, Praha): *Reometrie tavených sýrů.* Potravinářské Vědy, *9,* 1991 (2): 99—104.

S kvalitou tavených sýrů souvisí jejich reologické vlastnosti, které lze velmi dobře sledovat metodou rotační reometrie. Tavený sýr se chová jako nenewtonská kapalina; z naměřeného průběhu tokové křivky a z analogie s podobnými materiály lze předpokládat mocninový průběh tečného napětí na rychlosti smykové deformace a na existenci meze toku. Hodnoty tečného napětí v závislosti na smykové rychlosti při konstantní teplotě závisí na poměru vody, bílkovin a tuku. Pro danou hodnotu smykové rychlosti roste s rostoucím obsahem vody, resp. s klesajícím obsahem tuku i hodnota tečného napětí. Přitom zdánlivá viskozita pro konstantní teplotu klesá s rostoucím tečným napětím. Pro danou hodnotu tečného napětí je hodnota zdánlivé viskozity vyšší pro sýr s vyšším obsahem vody. S rostoucí teplotou taveniny zdánlivá viskozita, resp. tečné napětí klesají a pro danou hodnotu teploty je nižší hodnota zdánlivé viskozity pro taveninu s nižším obsahem vody, resp. vyšším obsahem tuku. Během skladování hodnota zdánlivé viskozity (pro danou teplotu a rychlost smykové deformace) do desátého dne prudce klesá, další dny je prakticky konstantní. Zdánlivá viskozita se zdá jako perspektivní parametr pro charakterizaci jakosti taveného sýra.

reometrie; tavený sýr; jakost; zdánlivá viskozita

U tavených sýrů vyžaduje spotřebitel, aby sýr byl roztíratelný, homogenní konzistence, tzn. bez krystalizace tavicích solí a uvolňování vody nebo tuku. Vhodnou metodou sledování této jakosti se ukazuje měření reologického chování jak finálních výrobků, tj. tavených sýrů, tak i taveniny během výroby. Tento objektivní způsob hodnocení však dosud není uveden v ČSN 57 1300, která je povinnou kontrolní metodou pro hodnocení kvality tavených sýrů.

Reologického měření pro určování kvality potravin se využívá např. v pekárnách při přípravě těsta, při výrobě čokolády (Guskov, 1975), reologické chování je potřebné sledovat u mělněného masa (Pipek, Sinevič, 1989), byly navrženy i způsoby řízení procesu mělnění a míchání díla masných výrobků pomocí změn reologického chování (Grabein, Raeuber, 1987). Tavený sýr se chová v toku v rozmezí teplot 50—90 °C jako nenewtonská pseudoplastická kapalina, jejíž zdánlivá viskozita klesá exponenciálně s tečným napětím (Gorbatov, 1976). Prošek a Štern (1989) uvádějí, že u tavených sýrů existuje statická mez toku.

Obsahem tuku i bílkovin je tavenému sýru blízké rozmělněné maso, které se chová jako viskoplastická kapalina a platí pro ni HERSCHEL-BULKLEUV vztah (Pipek, Sinevič, 1989; Sinevič et al., 1988; Rizvi, 1981).

$$\tau = \tau_0 + K \cdot D^n$$

kde: τ — tečné napětí
τ_0 — statická mez toku
K — koeficient konzistence
D — rychlost smykové deformace
n — index chování v toku

Významný vliv na uvedené parametry má teplota a obsah tuku.

Základní surovinou pro výrobu tavených sýrů jsou všechny druhy sýrů přírodních, především tvrdých, dále měkkých, bílých, plísňových a tvaroh. Standardizace tučnosti je prováděna přídavkem másla nebo smetany o různé tučnosti. Dále jsou používány ochucující přísady (šunka, uzené maso, houby, zelenina, koření apod.). Podle stupně prozrání použitých sýrů a jejich hodnoty pH se volí vhodný typ tavicích solí, aby bylo dosaženo požadovaného rozpětí pH taveného sýra s ohledem na jeho organoleptické vlastnosti, konzistenci nevyjímaje. Očištěné tvrdé sýry se před tavením pokrájí, drtí a melou na válcovém mlýnu. Směs k tavení, připravená podle receptury výroby, se taví v tavičce za stálého míchání přímým vstřikem páry a současným ohřevem v plášti za podtlaku 0,05 až 0,04 MPa při teplotě 85—95 °C po dobu 10—15 minut. Tavenina se formuje a balí na automatických baličkách. Zabalené sýry se chladí na paletách za účelem dosažení odpovídající konzistence.

MATERIÁL A METODY

Pro měření reologického chování taveného sýra byla zvolena metoda rotační reometrie s využitím přístroje Rheotest II se souosým uspořádáním válců. Při měření byl využíván měrný válec H, tj. typ válce, kde poměr poloměru vnitřního válce k poloměru vnějšího válce $r/R = 0{,}81$ a objem vzorku představoval 17 ml ±5 %. Jde o váleček vhodný pro kapaliny s vysokou viskozitou a porovnávací měření potvrdila jeho vhodnost. Byly měřeny hodnoty tečného napětí při různých frekvencích otáčení, z naměřených hodnot pak byly sestrojeny tokové křivky. Zároveň byly změřeny hodnoty statické meze toku, které byly do tokových křivek vyneseny.

Měření se uskutečnilo jednak u finálních výrobků získaných z Mlékárenského průmyslu Litoměřice, tavírny sýrů V. Valtinov a jednak u taveniny při čtyřech různých teplotách — 30, 50, 70 a 90 °C. Tavený sýr byl vyráběn běžně používanou technologií, tavenina byla připravována tavením přímo v měrném prostoru zařízení Rheotest, tj. v prostoru mezi válci; na vnější (stacionární) válec byla nasazena termostatová komůrka, která zajišťovala požadovanou teplotu. Směs pro výrobu sýra (připravená podle příslušné receptury) byla vždy zahřáta nejprve na teplotu 90 °C a poté vytemperována na příslušnou teplotu.

Pro sledování byly použity tři druhy sýrů lišící se svým chemickým složením: Triumf — sýr s relativně vysokým obsahem vody, Primátor s vysokým obsahem bílkovin a Kavalír s vysokým obsahem tuku. Přehled chemického složení je uveden v tab. I.

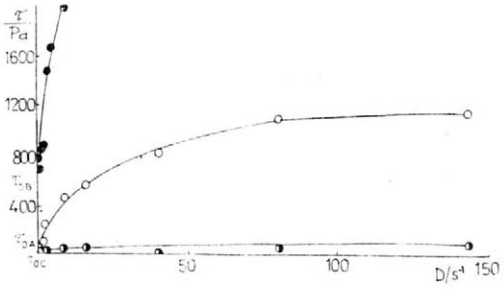
VÝSLEDKY A DISKUSE

Měření ukázala, že u všech tří druhů sledovaných tavených sýrů lze předpokládat vzrůst rychlosti smykové deformace až od určité (nenulové) hodnoty tečného napětí, tzv. meze toku. Závislost mezi tečným napětím a rychlostí smykové deformace byla přitom mocninová. Tavený sýr se tedy choval podobně jako rozmělněné maso (viz výše). Typické

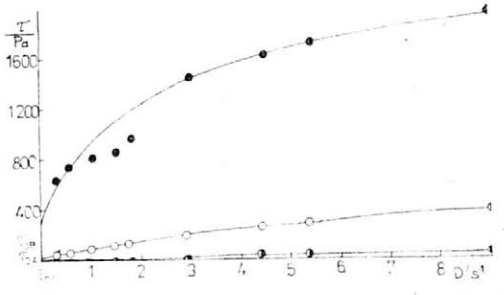
I. Chemické složení použitých sýrů — Chemical composition of the used cheeses

Druh sýra	Obsah [% hm]		
	voda	tuku	beztuké sušiny
Triumf	64,0	11,5	24,5
Primátor	48,8	20,5	30,7
Kavalír	47,6	39,0	13,4

tokové křivky všech tří sýrů pro konstantní teplotu 30 °C jsou na obr. 1 a 2. Srovnáním těchto tokových křivek se ukazuje, že hodnoty tečného napětí při konstantní teplotě pro danou hodnotu smykové rychlosti závisí na poměru tuku, bílkovin a vody. S rostoucím obsahem vody, resp klesajícím obsahem tuku za uvedených podmínek roste hodnota tečného napětí.



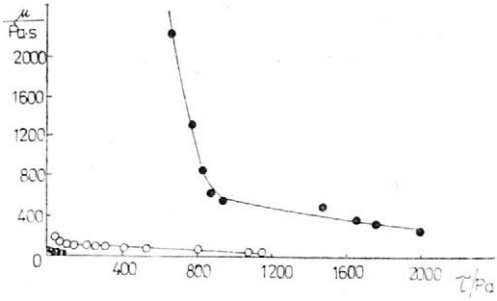
1. Závislost tečného napětí (τ) na změnách smykové rychlosti (D) při měření na přístroji Rheotest 2 u pokusných výrob sýrů Primátor (○), Triumf (●) a Kavalír (⊙) při teplotě 30 °C — Dependence of shear stress (τ) on shear rata changes (D) within the measurements on Rheotest 2 in an experimental production of the following cheeses: Primátor (○), Triumf (●) and Kavalír (⊙) at the temperature of 30 °C



2. Závislost tečného napětí (τ) na změnách smykové rychlosti (D) při měření na přístroji Rheotest 2 u pokusných výrob sýrů Primátor (○), Triumf (●) a Kavalír (⊙) — nízké hodnoty D, teplota 30 °C) — Dependence of shear stress (τ) on shear rate changes (D) within the measurements on Rheotest 2 in an experimental production of the following cheeses: Primátor (○), Triumf (●) and Kavalír (⊙) — (low values of D, temperature 30 °C)

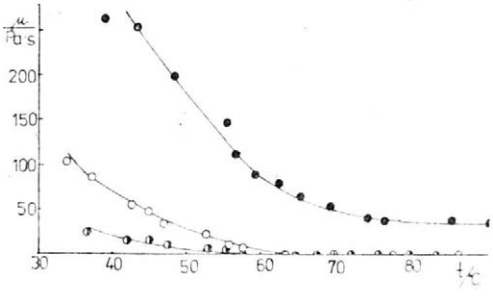
Obdobně z předcházejících závislostí vyplývá, že zdánlivá viskozita pro konstantní teplotu klesá s rostoucím tečným napětím. Např. opět pro teplotu 30 °C tuto závislost ukazuje obr. 3. Přitom pro danou hodnotu tečného napětí je nejvyšší hodnota zdánlivé viskozity pro tavený sýr s relativně vysokým obsahem vody — Triumf a nejnižší pro tavený sýr s relativně nejvyšším obsahem tuku — Kavalír.

Závislost zdánlivé viskozity na teplotě je patrná z obr. 4. Je zřejmé, že průběhy křivek jsou obdobné, avšak pro danou hodnotu teploty nejnižší hodnoty zdánlivé viskozity vykazuje tavený sýr s relativně vysokým obsahem tuku — Kavalír. Tokové křivky taveniny pro různé teploty byly analogické průběhu křivek mělněného masa.

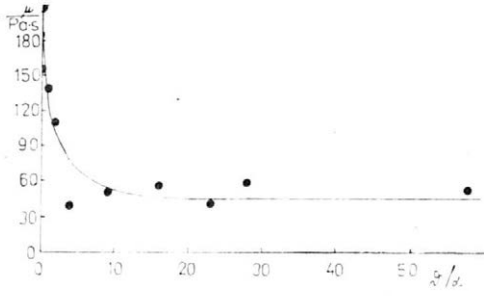


3. Závislost zdánlivé viskozity (μ) na tečném napětí (τ) při měření na přístroji Rheotest 2 u pokusných výrob sýrů Primátor (○), Triumf (●) a Kavalír (⊙) při teplotě 30 °C — Dependence of apparent viscosity (μ) on shear stress (τ) within the measurements on Rheotest 2 in an experimental production of the following cheeses: Primátor (○), Triumf (●) and Kavalír (⊙) at the temperature of 30 °C

Během skladování (od okamžiku výroby) hodnoty tečného napětí, resp. zdánlivé viskozity prudce klesají, kolem desátého dne od výroby se vyrovnávají a během dalšího skladování jsou prakticky konstantní, resp. mírně vzrůstají. Hodnocení při konstantní teplotě 50 °C a konstantní smykové rychlosti 1,8 s^{-1} je uvedeno na obr. 5. Tento jev plně odpovídá praktickému poznatku, že tavený sýr je z hlediska konzistence nejlepší 10. den po výrobě, pak mírně tuhne případnou gelatinizací a nepatrným vysýchání. Tato skutečnost poněkud odporuje zjištění, které uvedli P r o š e k a Š t e r n (1989), kteří zjistili vzrůst zdánlivé viskozity, avšak pro řádově vyšší hodnoty smykové rychlosti (500 s^{-1}). Podobný jev byl zaznamenán u mělněného masa, kde dochází k nárůstu hodnot tečného napětí, který souvisí s vytvářením vazeb mezi složkami výrobku, jde zejména o vazby mezi bílkovinami. Tavený sýr lze z koloidního hlediska totiž považovat za lyofilní koloid bílkovin s homogenní emulzí tuku a sklonem k částečné gelatinizaci v průběhu skladování a distribuce. Jako emulgátor zde působí vlastní lyofilní koloid bílkoviny.



4. Teplotní závislost reologických veličin (zdánlivé viskozity μ) při temperaci vychlazené taveniny u pokusných výrob sýrů Primátor (○), Triumf (●) a Kavalír (⊙) při měření na přístroji Rheotest 2 (smyková rychlost D = 1,8 s^{-1}) — Temperature dependence of rheologic quantities) apparent viscosity η) at the tempering of a cooled processed cheese mix in an experimental production of the following cheeses: Primátor (○), Triumf (●) and Kavalír (⊙) within the measurements on Rheotest 2 (shear rate D = 1.8 s^{-1})



5. Závislost zdánlivé viskozity (η) na době skladování (ϑ) při měření na přístroji Rheotest 2 u taveného sýru Kavalír (teplota 50 °C, smyková rychlost D = 1,8 s^{-1}) — Dependence of apparent viscosity (η) on the storage time (ϑ) within the measurements on Rheotest 2 in the processed cheese Kavalír (temperature 50 °C, shear rate D = 1.8 s^{-1})

Z výsledků práce lze vyvodit závěr, že hodnoty reologických veličin se mění v závislosti na struktuře a kvalitě taveného sýra (i na schopnosti sýra vázat tuk a vodu). Jako perspektivní parametr se ukazuje zdánlivá viskozita, kterou lze využít k charakterizaci jakosti sýra. Další sledování reologických vlastností prostřednictvím tokových křivek se jeví jako perspektivní pro zvyšování kvality tavených sýrů. Bylo by vhodné se zaměřit na tavené sýry s relativně vysokým obsahem tuku, které jsou spotřebiteli nejvíce žádané a působí v technologii nejvíce problémů, ale i na sýry s relativně vysokým obsahem vody z pohledu racionální výživy. I u takovýchto sýrů lze dosáhnout vyhovujících reologických vlastností bez použití vyššího podílu tuku.

Vzhledem k tomu, že se rotační reometrie ukazuje jako vhodná metoda pro sledování jakosti tavených sýrů, bude v následujícím období zaměřen výzkum na podrobné proměření tokových křivek včetně vytvoření příslušného reologického modelu.

Literatura

BEZDĚKA, Z. — BŘEZINA, P. — PIPEK, P.: Měření tokových křivek tavených sýrů. In: XX. Symp. o nových směrech výroby a hodnocení potravin. Skalský dvůr, 22.—24. 5. 1989.

BEZDĚKA, Z. — BŘEZINA, P. — ROZEHNAL, Z.: Kvalita tavených sýrů ve vztahu ke koloidní stabilitě systémů. XVII. Celostát. Sem., VŠZ Brno 8. 2. 1990.

GORBATOV, A. V. et al.: Issledovanije strukturno-mechaničeskich svojstv plavlennych syrov. Moloč. Prom., *12,* 1976, č. 12, s. 9—13.

GRABEIN, P. — RAEUBER, J.: Automatisierung des Kutterprozesses. Fleischwirtschaft, *57,* 1987, č. 12, s. 1507—1510.

GUSKOV, K. P.: Rheologie von Lebensmittelmassen. 1. ed. Leipzig, VEB Fachbuchverlag 1975, 274 s.

PIPEK, P. — SINEVIČ, V.: Vliv přídavku vody a soli na reologické chování desintegrovaného masa. Potravinářské Vědy, *8,* 1990, č. 1, s. 1—9.

PIPEK, P. — SINEVIČ, V. — VOTAVOVÁ, L.: Reometrie hrubě desintegrovaného masa. Potravinářské Vědy, *7,* 1989, č. 2, s. 103—112.

PROŠEK, Z. — ŠTERN, P.: Reologické vlastnosti tavených sýrů. Prům. Potr., *40,* 1989, č. 2, s. 78—80.

RIZVI, S. S. H.: Rheological properties of comminuted meat systems. Food Techn., *35,* 1981, č. 5, s. 328—243.

ROZEHNAL, Z. — BEZDĚKA, Z. — BŘEZINA, P. — BARTOŠEK, V. — BOHÁČ, V.: Vliv stáří suroviny na jakost tavených sýrů. Prům. Potr., *38,* 1987, č. 10, s. 533.

SINEVIČ, V. — PIPEK, P. — FOŘT, I. — VOTAVOVÁ, L.: Rheological properties of coarsely minced beef. Rheologica Acta, 1988, (Supplement) s. 463—466.

ČSN 57 1300. Tavené sýry — společná ustanovení.

Došlo dne 26. 7. 1990

БЕЗДЕКА, З. — БРЖЕЗИНА, П. — ПИПЕК, П. (Молочная промышленность, Литомержице; Химико-технологический институт, Прага): **Реометрия плавленых сырков,** Potravinářské Vědy, *9,* 1991 (2): 99—104.

С качеством плавленных сырков связаны их реологические свойства, которые можно весьма хорошо изучать методом ротационной реометрии. Плавленный сырок ведет себя как ненютоновская жидкость. По замеренному ходу кривой потока и по аналогии с такими же материалами можно предполагать о степенном ходе напряжения истечения на скорости деформации сдвига и на существовании предела потока. Значения напряжения истечения в зависимости от скорости сдвига при константной температуре зависят от соотношения воды, белков и жира. Для данного значения скорости сдвига растет с растущим содержанием воды и значение напряжения истечения. При этом кажущаяся вязкость для константной температуры понижается с растущим напряжением истечения. Для данного напряжения истечения значение кажущейся вязкости более высокое для сыра с большим содержанием воды. С растущей температурой сплава кажущаяся вязкость, т. е. напряжение

истечения падают и для данного значения температуры имеется более низкое значение кажущейся вязкости сплава с более низким содержанием белков. В течение хранения значение кажущейся вязкости (для данной температуры и скорости деформации сдвига) до 10 дня резко понижается, последующие дни оно затем практически константно. Кажущаяся вязкость оказывается может служить в качестве перспективного параметра для характеристики качества плавленого сырка.

реометрия; плавленый сырок; качество; кажущаяся вязкость

BEZDĚKA, Z. — BŘEZINA, P. — PIPEK, P. (Dairy Industry, Litoměřice; Institute of Chemical Technology, Praha): *Rheometry of processed cheeses.* Potravinářské Vědy, *9*, 1991 (2): 99—104.

The quality and especially consistency of cheeses are connected with their rheologic behaviour. Rotary rheometry is a suitable method for studying the processed cheese rheometry. For measuring we used the rotary rheometer Rheotest 2 with a co-axial measuring cylinder arrangement. The research was aimed at rheological behaviour of processed cheeses and processed cheese mix which was prepared by the processing of a corresponding mix directly in a rheometer measuring jar. We studied three cheeses with a different chemical composition by the measurement of a shear stress at different rotation frequencies. On an analogy with simmilar materials of a similar chemical composition (comminuted meat) we expected the correlation of a yield stress and viscose and plastic behaviour of the material. It was proved that a processed cheese reacts like non-Newtonian liquid with a characteristic power shape of yield curves (Fig. 1). Shear stress values at the given shear rate as well as apparent viscosity values depend, at a constant temperature, on the chemical composition, i. e. on the content ratio of water, fat and proteins. Shear stress value raises with the increase of water phase content. Apparent viscosity at a constant temperature decreases with the rise of shear stress (Fig. 3). The apparent viscosity also depends on the chemical composition in such a way that it is the highest one in a cheese with the highest water content. As the processed cheese mix temperature raises, the exponential value of shear stress decreases as well as the apparent viscosity does (Fig. 4). Nevertheless the highest values are reached in the processed cheese mix with the highest fat content. It is evident that after overstepping about 70 °C temperature a futher decrease does not practically occur and the apparent viscosity is consequently constant. A storage time of cheese also influences its rheologic behaviour; as the time goes on, the apparent viscosity decreases (for the given temperature and tangential stress) and since about the tenth day it already remains constant (Fig. 5). This course of apparent viscosity correlates also with the most suitable cheese consistency, as to its sensory property, after 10 days. The apparent viscosity parameter, determined by help of rotary rheometry, seems to be a suitable one for the characterization of a general quality of processed cheese on the base of measurements.

Rheometrie; Schmelzkäse; Qualität; scheinbare Viskosität

Adresy autorů:

Ing. Zdeněk Bezděka, Mlékárenský průmysl Litoměřice, Vladimírská 2063, 412 75 Litoměřice
Doc. ing. Pavel Březina, CSc., doc. ing. Petr Pipek, CSc., Vysoká škola chemicko-technologická, Technická 5, 166 28 Praha 6-Dejvice

REOLOGICKÉ VLASTNOSTI MAJONÉZY PŘI MODELOVÁNÍ PRŮMYSLOVÉHO PROCESU

J. Jeschke, M. Houška, A. Kubešová, J. Šesták

JESCHKE, J. — HOUŠKA, M. — KUBEŠOVÁ, A. — ŠESTÁK, J. (Výzkumný ústav potravinářského průmyslu, Praha; ČVUT — fakulta strojní, Praha): *Reologické vlastnosti majonézy při modelování průmyslového procesu.* Potravinářské Vědy, *9,* 1991 (2): 105—116.

Byly sledovány reologické vlastnosti majonéz při modelování výrobního procesu. Byly měněny nejdůležitější technologické a výrobní parametry (smyková rychlost, mechanická degradace žloutku, doba přidávání oleje, přidávání vaječného bílku) pro sledování jejich vlivu na časový průběh viskozity majonézy. Výsledky jsou použitelné pro kontrolu průmyslového procesu.

majonéza; reologické vlastnosti; zdánlivá viskozita; kvalita žloutků; doba nátoku oleje; smyková rychlost; přídavek bílku

Houška et al. (1988) ověřili řadu metod měření reologických vlastností majonéz, žádná z nich však nebyla příliš vhodná ke sledování změn reologických vlastností majonéz v průběhu výroby, tj. od vzniku emulze až do dokončení procesu. Proto byla vyvinuta kontinuální metoda sledování reologických vlastností majonéz v průběhu jejich výroby s cílem modelovat vsádkový způsob a zjistit vliv nejdůležitějších technologických a procesních parametrů na průběh a výslednou konzistenci vyrobených emulzí.

Výzkum je prováděn při dodržování receptury majolek na modelovém míchacím zařízení s cílem pomoci objektivně ocenit vliv jednotlivých procesních a technologických parametrů na výslednou konzistenci majolek.

MATERIÁL A METODY

Metoda měření reologických vlastností během výroby majonézy

K měření reologických vlastností majonézy a současně modelování vsádkového způsobu její výroby bylo použito kotvového míchadla o průměru 38,6 mm, jehož rozměry jsou uvedeny v pracích Havlíček et al. (1981) nebo Šesták et al. (1986). Nádobka míchadla je umístěna na speciálním stojánku a opatřena temperačním pláštěm, v němž cirkuluje temperační kapalina z termostatu. V našem případě jsme použili kryostat Lauda v kombinaci s ultratermostatem Hoeppler, teplota kapaliny byla 20 $\pm$0,1 °C. Celkové uspořádání měření popsali Havlíček et al. (1981).

Podstatou metody je měření krouticího momentu při udržování konstantních otáček míchadla a při dodržení creepového režimu proudění. Z těchto veličin lze na základě teoretického rozboru a rozsáhlého cejchování míchadla (Houška, 1986) stanovit

průběh zdánlivé viskozity míchané kapaliny jako funkce času. Lze též stanovit průměrnou smykovou rychlost $\bar{\dot{\gamma}}$, kterou je kapalina namáhána a průměrné smykové napětí $\bar{\tau}$. Teoretické základy této metody byly uvedeny v práci Šesták et al. (1984). Konkrétní detaily určení zdánlivé viskozity a smykového napětí pomocí použitého míchadla uvádějí Houška et al. (1989).

K měření byl použit rotační reometr HAAKE ROTOVISCO RV-3 spojený s vyhodnocovací jednotkou HP-85. Byl zvolen režim měření zdánlivé viskozity jako funkce času t při konstantních otáčkách, resp. konstantní smykové rychlosti.

Podmínky přípravy modelových majonéz

Modelové pokusy výroby majolek byly prováděny při teplotě 20 °C. Byla použita konzumní tříděná vejce, z nichž byly ručně šetrně vytěženy žloutky použité k dalším experimentům. Pro vyloučení vlivu žloutků byly žloutky z různých vajec šetrně smíchány. Takto vyrovnaná surovina byla používána při sledování jednoho technologického nebo procesního parametru.

Pro veškeré zde uvedené výsledky byl použit stejný olej, skladovaný v plastové nádobě o obsahu 10 l při teplotě místnosti (20 °C). Stejnou teplotu měly i veškeré další použité suroviny, tj. ocet, sůl a cukr, připravené ve formě roztoku.

Složení základní modelové majonézy bylo následující: 46,7 g oleje (80 %), 7,0 g žloutků (12 %), 3,8 g octa (6,5 %), 0,29 g NaCl (0,5 %) a 0,58 g cukru (1 %). V případě, kdy byl sledován vliv přídavku vaječného bílku, byla nahrazována část ze 7 g žloutku čerstvým vaječným bílkem.

Při modelovém pokusu výroby majonéz byl dodržován následující postup. Nejprve bylo dáno do nádobky připraveného míchacího zařízení odpovídající množství žloutku. Poté byl zapojen pohon reometru, spuštěno otáčení míchadla zvolenými konstantními otáčkami a k žloutku přidán roztok cukru a soli v octě. Současně byl otevřen ventil ve dně odměrné nádobky, z níž byl po kapkách přidáván olej. Doba výtoku oleje byla měřena stopkami s přesností 0,1 s. Po dokapání oleje byl sledován další průběh zdánlivé viskozity jako funkce času. Teprve od okamžiku dokapání oleje došlo k zaplnění nádobky míchadla. Do této doby je průběh zdánlivé viskozity částečně zkreslen nárůstem hladiny v nádobce. Celkový čas sledování nárůstu viskozity se ustálil po několika úvodních pokusech na hodnotě jedné hodiny.

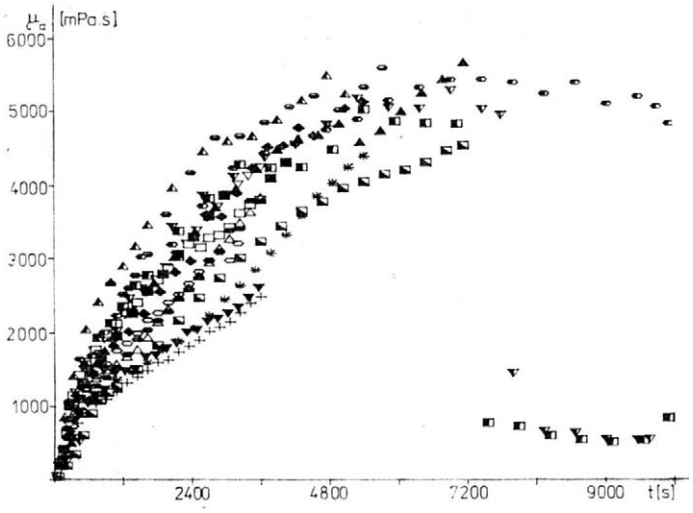
VÝSLEDKY A DISKUSE

Výsledkem jednotlivých měření jsou časové průběhy zdánlivé viskozity. Předmětem našeho zájmu bylo stanovit, jak jsou tyto průběhy ovlivňovány působící smykovou rychlostí (vliv frekvence otáčení míchadla), přídavkem bílku, mechanickým působením na žloutek a dobou nátoku oleje. Dále nás zajímal vliv kvality vajec sledovaný pouze dlouhodobými zkouškami při konstantní smykové rychlosti $\dot{\gamma} = 95\ s^{-1}$.

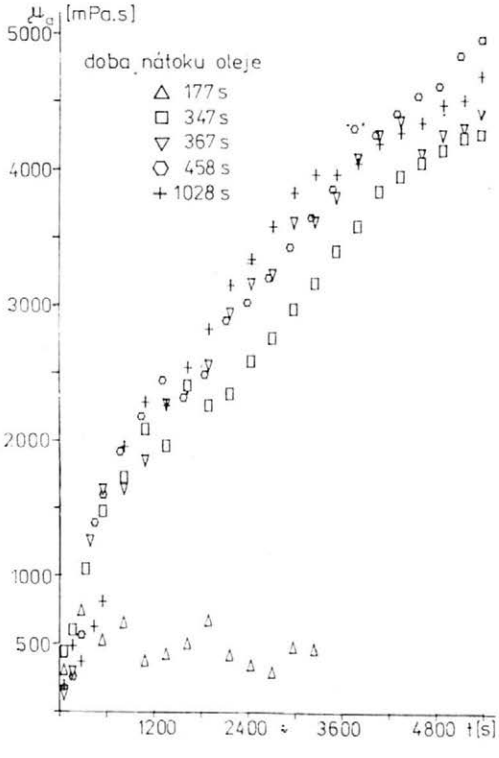
Experimenty byly prováděny v průběhu čtyř měsíců a dosažené výsledky jsou uvedeny v obr. 1. Získaná data vykazují poměrně velký rozptyl (zejména při vyšších hodnotách t). Je tedy zřejmé, že naše modelové pokusy s výrobou majolky (malé objemy) jsou silně závislé na kvalitě používaných žloutků. Během experimentů jsme se proto snažili o postižení určitého vlivu na zdánlivou viskozitu při použití jedné sorty vajec. Opakovaná měření lišící se použitými žloutky jsou uvedena vždy zvlášť.

Na základě výsledků uvedených v obr. 1 je možné předpokládat, že hodnoty zdánlivé viskozity majolek vyrobených z libovolných žloutků budou ležet v pásmu vymezeném experimentálními daty. Z dlouhodobých časových závislostí je dále patrný zlom průběhu přibližně po dvou hodinách míchání majolky. Příčinou poklesu zdánlivé viskozity bylo „zhroucení" emulze, tj. oddělení oleje, bílkovin a vody.

Jednou z operací, která může ovlivnit výrobu majolky, je přidávání oleje. Sledovali jsme vliv doby nátoku oleje do nádobky míchadla na



1. Závislost zdánlivé viskozity majolky na čase při výrobě ze žloutků různých vajec (smyková rychlost $\dot{\gamma} = 95\ s^{-1}$) — Dependence of aparent mayonnaise viscosity on time within the production out of yolks of different eggs (shear rate $\dot{\gamma} = 95\ s^{-1}$)



2. Závislost zdánlivé viskozity majolky na čase pro různé doby nátoku oleje — Dependence of apparent mayonnaise viscosity on time for different times of oil pouring

zdánlivou viskozitu majolky. Získaná experimentální data jsou uvedena v obr. 2, ze kterého je patrné, že:

— pro $t \leqq 15$ min jsou hodnoty μ_a pro všechny doby nátoku oleje zhruba stejné;

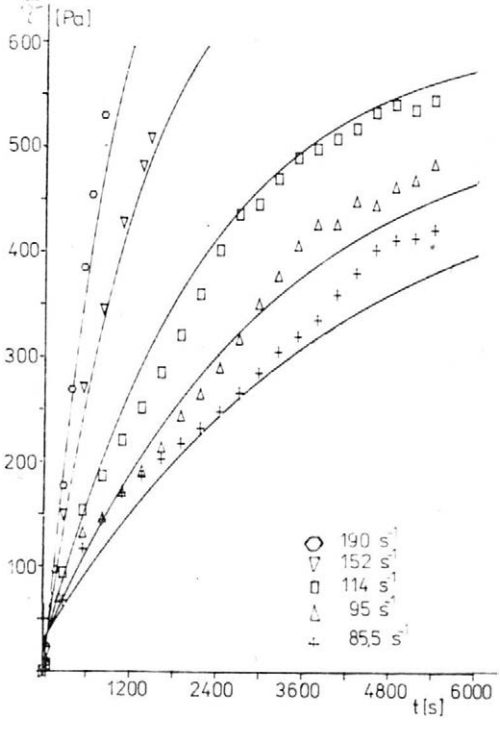
— pro t > 15 min. s rostoucí dobou nátoku oleje vzrůstá i hodnota zdánlivé viskozity majolky. Tuto závislost je možné při době nátoku oleje delší než šest minut zanedbat, protože hodnoty μ_a jsou potom také přibližně stejné;

— v případě přikapání oleje během 177 s je nátok příliš rychlý, míchadlo nestačí homogenizovat jednotlivé složky (během experimentů byly nastaveny otáčky 250 min^{-1}, což odpovídá hodnotě $\dot{\gamma} = 95\ s^{-1}$) a majolku nelze vyrobit.

Vliv frekvence otáčení míchadla na reologické vlastnosti majolky jsme sledovali vícekrát. Jelikož výsledky jsou ovlivněny použitými žloutky, jsou závislosti uvedeny zvlášť (obr. 3 a 4). Získaná experimentální data byla zpracována do závislosti $\bar{\tau} = f(t, \dot{\gamma})$. V tomto případě nejsou vhodné závislosti zdánlivé viskozity na čase. Hodnoty smykové rychlosti $\dot{\gamma}$ jsou odlišné, a protože ovlivňují zdánlivou viskozitu (což plyne z definice zdánlivé viskozity), není potom možné její hodnoty vzájemně porovnávat. Toto srovnání je vhodné pouze při stejných otáčkách (resp. $\dot{\gamma}$).

Z obr. 3 a 4 vyplývá, že pro daný čas výroby majolky t rostoucí smyková rychlost způsobuje prudký vzestup smykového napětí. Vícenásobnou regresí experimentálních dat byly získány následující funkční vztahy:

1. Majolka uvedená v obr. 3

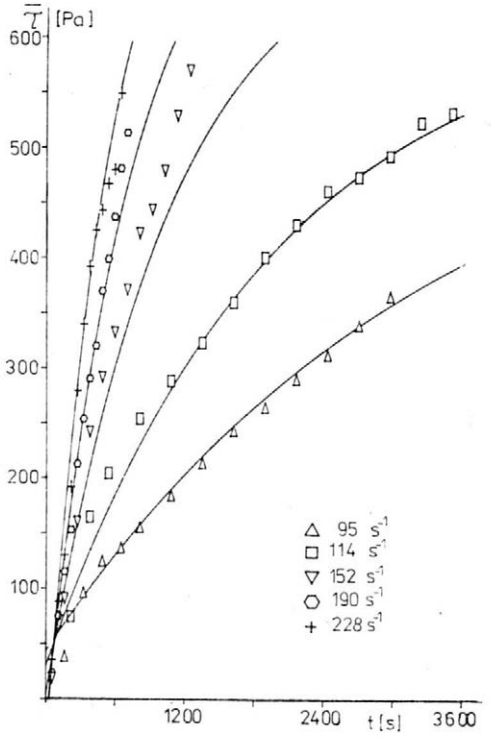


3. Závislost smykového napětí majolky na čase pro různé smykové rychlosti — Dependence of mayonnaise shear stress on time for various shear rates

$$\bar{\tau} = 31{,}25 \cdot \bar{\dot{\gamma}}^{0.628} - 18{,}59 \cdot \bar{\dot{\gamma}}^{0.732} \cdot \exp\left[\left(4{,}062 \cdot 10^{-4} - 7{,}594 \cdot 10^{-6} \cdot \bar{\dot{\gamma}}\right) \cdot t\right] \quad [1]$$

směrodatná odchylka $s_f = 26{,}1$ Pa; $\bar{\dot{\gamma}} = 85{,}5$ až $190\ s^{-1}$

2. Majolka uvedená v obr. 4



4. Závislost smykového napětí majolky na čase pro různé smykové rychlosti — Dependence of mayonnaise shear stress on time for various shear rates

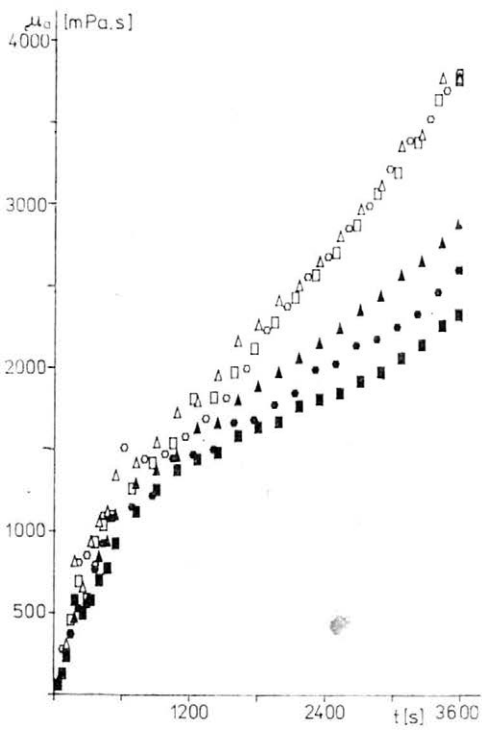
$$\bar{\tau} = 85{,}56 \cdot \bar{\dot{\gamma}}^{0.421} - 38{,}23 \cdot \bar{\dot{\gamma}}^{0.581} \cdot \exp\left[\left(7{,}507 \cdot 10^{-4} - 1{,}100 \cdot 10^{-5} \cdot \bar{\dot{\gamma}}\right) \cdot t\right] \quad [2]$$

směrodatná odchylka $s_f = 26{,}1$ Pa; $\gamma = 95$ až $228\ s^{-1}$

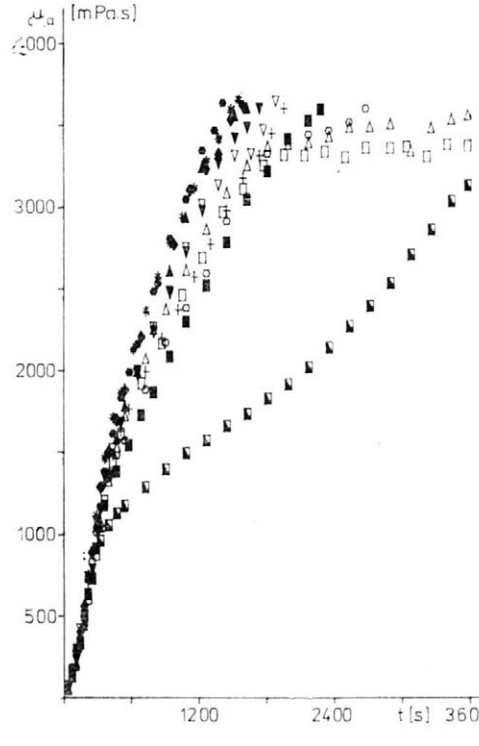
Křivky plynoucí z rovnic [1] a [2] jsou v obr. 3, 4 rovněž zakresleny. Je zřejmé, že působící smyková rychlost podstatně ovlivňuje proces výroby majolky. K jeho optimalizaci (dosažení žádané konzistence volbou otáček míchadla) je potom možné použít právě obr. 3 a 4 nebo rovnice [1] a [2].

Ze vztahů [1] a [2] je patrné, že s rostoucí smykovou rychlostí rostou hodnoty konstant ovlivňujících limitní a počáteční zdánlivé viskozity, klesají časové konstanty děje, tj. zvyšuje se rychlost nárůstu viskozity v čase. Z obr. 3 a 4 je patrné, že stejné viskozity majolky lze dosáhnout několika způsoby. V mezním případě lze použít minimální smykovou rychlost, při níž lze ještě emulzi připravit (viz vliv doby nátoku oleje), působící velmi dlouho, nebo velkou smykovou rychlost působící kratší dobu. Těchto znalostí by bylo možné využít k předpovědi potřebné doby zdržení v daném provozním zařízení, pokud bychom znali efektivní smykovou rychlost, kterou je zařízení schopné vyvodit.

Dalším parametrem, který by mohl ovlivnit výrobu majolky, je způsob přípravy žloutků. Podmínky výroby modelových majonéz ze šetrně oddělených a promíchaných (nerozšlehaných) žloutků byly popsány v kapitole materiál a metody. Zdánlivá viskozita těchto majolek byla porovnávána se zdánlivou viskozitou majolek, které byly vyrobeny z rozšlehaných žloutků. Podmínky experimentů jsou uvedeny v tab. I a dosažené výsledky na obr. 5 a 6. Zatímco na obr. 5 ($\dot{\gamma} = 95\ s^{-1}$) je od hodnoty $t \sim 1200$ s patrný rozdíl mezi μ_a majolek rozšlehaných a nerozšlehaných žloutků (u nerozšlehaných jsou μ_a vyšší), při větší smykové



5. Závislost zdánlivé viskozity na čase pro majolky vyrobené z rozšlehaných a nerozšlehaných žloutků (tab. I); smyková rychlost $\dot{\gamma} = 95\ s^{-1}$ — Dependence of apparent viscosity on time for mayonnaises made out of mixed and unmixed yolks (Tab. I); shear rate $\dot{\gamma} = 95\ s^{-1}$



6. Závislost zdánlivé viskozity na čase pro majolky vyrobené z rozšlehaných a nerozšlehaných žloutků (tab. I); smyková rychlost $\dot{\gamma} = 152\ s^{-1}$ — Dependence of apparent viscosity on time for mayonnaises made out of mixed and unmixed yolks (Tab. I); shear rate $\dot{\gamma} = 152\ s^{-1}$

I. Podmínky experimentů pro zkoumání vlivu smykové rychlosti na žloutek — Conditions of experiments for studying the shear rate effect on egg yolk

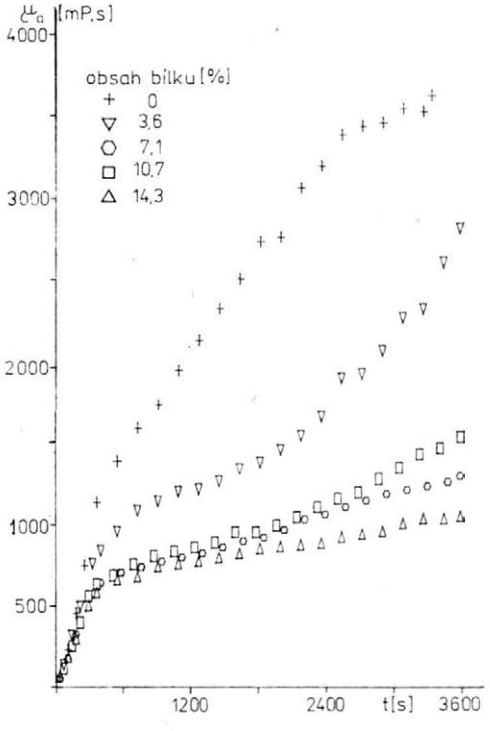
Poř. č.	Symbol	Doba nátoku oleje [s]	Příprava žloutků
Smyková rychlost $\dot{\gamma} = 95\ s^{-1}$ (obr. 5)			
1	▲	285,0	rozšlehány 5 min při $\dot{\gamma} = 95\ s^{-1}$
2	■	271,3	
3	⬢	277,0	
4	△	272,0	nerozšlehány
5	□	268,1	
6	⬡	278,5	
Smyková rychlost $\dot{\gamma} = 152\ s^{-1}$ (obr. 6)			
1	▲	311,0	rozšlehány 5 min při $\dot{\gamma} = 152\ s^{-1}$
2	■	304,6	
3	▼	292,9	
4	⬢	296,5	
5	◆	294,6	
6	✳	279,3	
7	△	300,7	nerozšlehány
8	□	300,0	
9	◪	289,0	
10	▽	285,9	
11	⬡	288,0	
12	+	289,4	

rychlosti $\dot{\gamma} = 152\ s^{-1}$ (obr. 6) není vliv způsobu ošetření žloutků prokazatelný. Zajímavé jsou tvary závislosti $\mu_a = f(t)$. Při smykové rychlosti

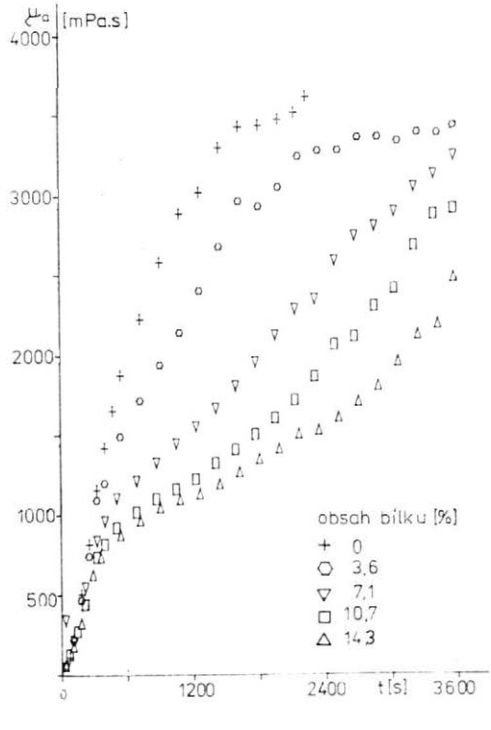
$\dot{\gamma}$ = 95 s^{-1} zdánlivá viskozita prudce vzrůstá se stoupající hodnotou t až do $t \sim 600$ s a dále následuje zmírnění strmosti této závislosti. Při $\dot{\gamma}$ = 152 s^{-1} je průběh odlišný. Prudký nárůst hodnoty μ_a trvá až do doby $t \sim 1200$ s, potom se už zdánlivá viskozita se stoupajícím časem t nemění.

Z obr. 5 a 6 je tedy možné učinit závěr, že vliv mechanického působení na žloutek je podmíněn velikostí smykové rychlosti. Při nižších hodnotách $\dot{\gamma}$ je zdánlivá viskozita větší u majolek připravených z nerozšlehaných žloutků než u majolek připravených z rozšlehaných žloutků (pro t > 1200 s). Při vyšších hodnotách není vliv mechanického působení na žloutek (který by mohl ovlivnit zdánlivou viskozitu majolky) prokazatelný.

Poslední soubor experimentů se zabývá vlivem přidávání bílku na velikost zdánlivé viskozity majolky. Měření byla opět prováděna vícekrát a dosažené výsledky jsou odděleně uvedeny na obr. 7 a 8 (smykové rychlosti jsou shodné, $\dot{\gamma}$ = 152 s^{-1}). Z obrázků je patrné, že přidaný bílek (v množství od 3,6 do 14,3 %) do $t \sim 5$ minut velikost zdánlivé viskozity

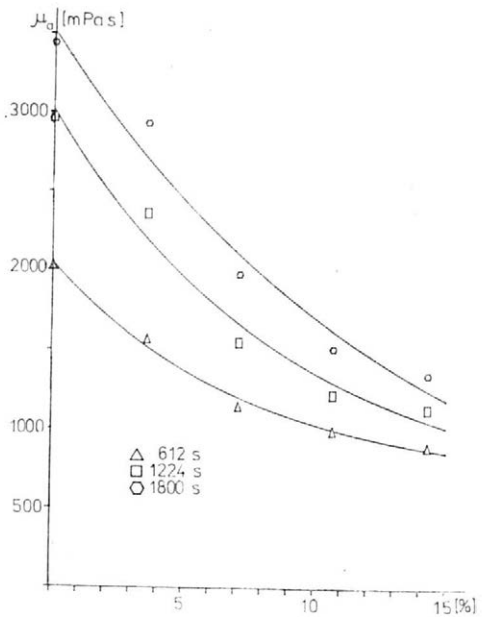


7. Závislost zdánlivé viskozity majolky na čase pro různé přídavky bílku — Dependence of apparent mayonnaise viscosity on time for various additions of egg white

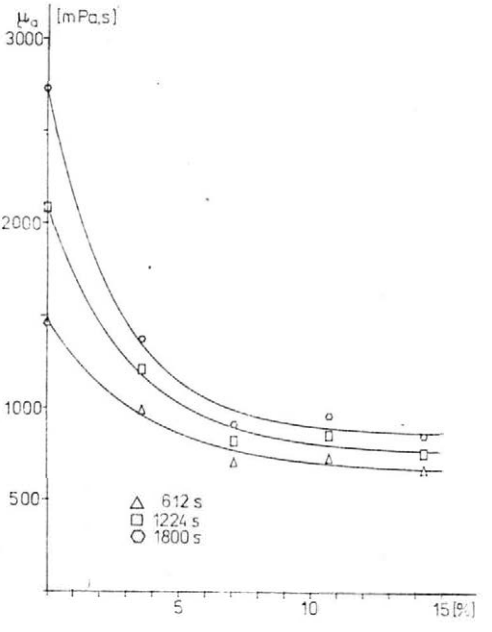


8. Závislost zdánlivé viskozity majolky na čase pro různé přídavky bílku — Dependence of apparent mayonnaise viscosity on time for various additions of egg white

neovlivňuje. Pro $t > 5$ minut však i nepatrný přídavek bílků způsobí prudký pokles hodnot zdánlivé viskozity majolky. Z tohoto důvodu byly sestaveny závislosti $\mu_a = f$ (obsahu bílku) pro vybrané časy t, které jsou uvedeny na obr. 9 a 10.



9. Závislost zdánlivé viskozity majolky na obsahu bílku [%] v různých časech její výroby — Dependence of apparent mayonnaise viscosity on egg white content [%] in various periods of its production



10. Závislost zdánlivé viskozity majolky na obsahu bílku [%] v různých časech její výroby — Dependence of apparent mayonnaise viscosity on egg white content [%] in various periods of its production

Odpovídající rovnice jsou shrnuty v tab. II. Zajímavý je průběh závislosti $\mu_a = f$ (obsahu bílku) na obr. 10. S rostoucím obsahem bílku zdánlivá viskozita nejprve prudce klesá, od hodnoty obsahu bílku ≈10% však zůstává zhruba konstantní (rozdíl od obr. 9, kde zdánlivá viskozita dále klesá).

Z grafů na obr. 7 až 10 je možné vidět, že případné nechtěné přidání bílku do provozního zařízení ovlivňuje konzistenci, a tím i kvalitu vyráběné majolky. Z toho vyplývá i nutnost sledování podílu bílku při strojním těžení žloutků určených k výrobě majonéz. Podíl bílku je totiž možným zdrojem výkyvů kvality majolek.

ZÁVĚRY

Z předložených výsledků je možné učinit následující shrnutí:

1. Viskozita majolek silně závisí na kvalitě použitých žloutků (patrně na obsahu emulgujících a stabilizujících sloučenin) — obr. 1.

II. Závislost zdánlivé viskozity majolek na obsahu bílku pro různé doby míchání — Dependence of apparent viscosity of mayonnaises on the egg white content for various mixing times

Poř. č.	Symbol	t [s]	Rovnice pro výpočet μ_a [mPa . s]	s_f [mPa . s]
Obrázek 9 (vychází z obr. 8)				
1	△	612	$\mu_a = 687{,}1 + 1359{,}7 \cdot \exp(-0{,}137 \cdot$ obsah bílku)	55,0
2	□	1224	$\mu_a = 568{,}7 + 2443{,}4 \cdot \exp(-0{,}113 \cdot$ obsah bílku)	165,4
3	⬡	1800	$\mu_a = 26{,}2 + 3483{,}2 \cdot \exp(-0{,}073 \cdot$ obsah bílku)	215,2
Obrázek 10 (vychází z obr. 7)				
1	△	612	$\mu_a = 654{,}9 + 820{,}9 \cdot \exp(-0{,}273 \cdot$ obsah bílku)	54,7
2	□	1224	$\mu_a = 756{,}0 + 1331{,}9 \cdot \exp(-0{,}318 \cdot$ obsah bílku)	67,4
3	⬡	1800	$\mu_a = 859{,}2 + 1873{,}8 \cdot \exp(-0{,}375 \cdot$ obsah bílku)	75,6

2. Čím je delší doba nátoku oleje, tím se mírně zvyšuje viskozita majolky (při stejné době působení míchacího zařízení). Pro dané otáčky míchadla (danou smykovou rychlost) a pro dané zařízení existuje minimální doba nátoku oleje, pod níž nelze majolku vůbec vyrobit. Je to dáno schopností daného zařízení rozptýlit přitékající olej. Pod tímto minimem nedojde k zapracování oleje.
3. S rostoucí smykovou rychlostí (použitou k výrobě) roste konzistence majolky a roste též i rychlost nárůstu (klesá časová konstanta děje). Stejné konzistence lze dosáhnout šetrným účinkem za delší dobu nebo vysokým namáháním za podstatně kratší dobu. Vztah mezi působící smykovou rychlostí a časem je nelineární — rovnice [1] a [2].
4. Mechanické namáhání žloutků má vliv jen u šetrného způsobu přípravy majolek. Čím je k výrobě majolky použito vyšších smykových rychlostí, tím menší vliv má předchozí mechanické namáhání žloutků.

5. Velmi silný vliv má náhrada části žloutku bílkem. Čím je obsah bílku vyšší, tím nižší viskozity majolky lze za stejnou dobu působení dosáhnout. Od asi 10% podílu bílku (vztaženo na množství žloutku) se již s dalším přidáním bílku viskozita majolky prakticky nesnižuje. V rozsahu přídavku 0—3 % každým přidaným procentem bílku klesne viskozita asi o 100 až 200 mPa . s (v závislosti na čase působení smykové rychlosti).

Z uvedených závislostí plyne další velmi prostý závěr, využitelný přímo v praxi. Jde o to, že v praxi zpravidla končí výroba dané šarže majolky ukončením nátoku oleje. Pokud by míchání pokračovalo alespoň po dobu rovnou dvojnásobku doby nátoku, došlo by k značně rychlému a podstatnému nárůstu viskozity majolky a určitě ke zlepšení její trvanlivosti (zlepšení stability emulze).

Seznam použitých symbolů

$\bar{\dot{\gamma}}$	— průměrná smyková rychlost	[s^{-1}]
$\dot{\gamma}$	— smyková rychlost	[s^{-1}]
μ_a	— zdánlivá viskozita	[Pa . s]
τ	— smykové napětí (průměrné, efektivní)	[Pa]
t	— čas	[s]
s_f	— směrodatná odchylka	[Pa; Pa . s]

Literatura

HAVLÍČEK, Z. a kol.: Reologické a texturní vlastnosti v technologickém procesu. [Zpráva.] Praha, VÚPP 1981.

HOUŠKA, M.: Cejchování výtokového viskozimetru. Potravinářské Vědy, *4*, 1986, č. 2, s. 143—146.

HOUŠKA, M. a kol.: Fyzikální vlastnosti potravin. [Zpráva.] Praha, VÚPP 1988.

HOUŠKA, M. a kol.: Fyzikální vlastnosti potravin. [Zpráva.] Praha, VÚPP 1989.

ŠESTÁK, J. — HOUŠKA, M. — STRMISKA, J.: Die rheologischen Eigenschaften von Quark und deren Verwendung zur Prozesskontrolle. III. Koll. Rheologie und Textur der Lebensmittel, TU Dresden 1984.

Došlo dne 31. 7. 1990

ЕШКЕ, Я. — ГОУШКА, М. — КУБЕШОВА, А. — ШЕСТАК, Й. (Научно-исследовательский институт пищевой промышленности, Прага; Чешское высшее техническое училище — факультет машиностроения, Прага): **Реологические свойства майонеза при моделировании промышленного процесса.** Potravinářské Vědy, *9*, 1991 (2): 105—116.

Изучались реологические свойства майонезов при моделировании производственного процесса. В ходе изучения менялись важнейшие технологические и производственные параметры (скорость сдвига, механическая деградация желтка, срок добавления растительного масла, добавления яичного белка) при исследовании их влияния на прохождение во времени вязкости майонеза. Результаты можно использовать для контроля промышленного процесса.

майонез; реологические свойства; кажущаяся вязкость; качество желтков; срок добавления растительного масла; скорость сдвига; добавление белка

JESCHKE, J. — HOUŠKA, M. — KUBEŠOVÁ, A. — ŠESTÁK, J. (Research Institute of Food Industry, Praha; Czech Technical University — Faculty of Engineering, Praha): *Rheological properties of a mayonnaise in the simulation of an industrial process.* Potravinářské Vědy, *9,* 1991 (2): 105—116.

We studied rheological properties of mayonnaises in the simulation of production process. The most important technological and production parameters (shear rate, mechanical yolk degradation, the time of oil addition, addition of an egg white) were changed when tracing their effect on time course of mayonnaise viscosity. The results could be used for the control of industrial process.

mayonnaise; rheological properties; apparent viscosity; quality of yolks; time of oil pouring; shear rate; addition of egg white

JESCHKE, J. — HOUŠKA, M. — KUBEŠOVÁ, A. — ŠESTÁK, J. (Forschungsinstitut für Lebensmittelindustrie, Praha; ČVUT — Fakultät für Maschinenbau, Praha): *Rheologische Eigenschaften der Mayonnaise beim Modellieren des Industrieprozesses.* Potravinářské Vědy, *9,* 1991 (2): 105—116.

Wir untersuchten die rheologischen Eigenschaften der Mayonnaise beim Modellieren des Produktionsprozesses. Es wurde die wichtigsten technologischen und Produktionsparameter (Schergeschwindigkeit, mechanische Dotterdegradation, Dauer des Ölzusatzes, Eiweisszusatz) bei gleichzeitiger Untersuchung ihres Einflusses auf den Zeitverlauf der Viskosität der getesteten Mayonnaise modifiziert. Die ermittelten Ergebnisse sind für die Kontrolle des Industrieprozesses brauchbar.

Mayonnaise; rheologische Eigenschaften; scheinbare Viskosität; Dotterqualität; Dauer des Ölzuflusses; Schergeschwindigkeit; Eiweisszusatz

Adresy autorů:

Dr. ing. Jan Jeschke, ing. Milan Houška, CSc., ing. Alena Kubešová, Výzkumný ústav potravinářského průmyslu, Radiová 7, 102 31 Praha 10
Prof. ing. Jiří Šesták, DrSc., České vysoké učení technické, Technická 4, 166 07 Praha 6

VLIV SÓJOVÉ LIPOXYGENASY-II NA REOLOGICKÉ VLASTNOSTI PŠENIČNÝCH TĚST

P. Skřivan

SKŘIVAN, P. (Vysoká škola chemicko-technologická, Praha): *Vliv sójové lipoxygenasy-II na reologické vlastnosti pšeničných těst.* Potravinářské Vědy, *9,* 1991 (2): 115—123.

Vliv sójové lipoxygenasy-II aplikované ve formě enzymově aktivní sójové mouky (ESM) nebo částečně purifikovaného preparátu (EP) na reologické vlastnosti těst byl sledován pomocí farinografických, extenzografických a maturografických rozborů. Přídavky aditiv obsahujících sójovou lipoxygenasu-II zlepšují zejména vlastnosti těsta během hnětení. Zvyšují stabilitu těsta a jeho mechanickou odolnost, snižují stupeň změknutí. Přídavek 3 % ESM zvyšuje extenzografické maximum, odpor i extenzografickou energii a snižuje tažnost těsta. Při maturografických měřeních docházelo ke zvýšení objemu, pružnosti a zejména stability objemu a k poklesu doby dokynutí. Zlepšení všech jmenovaných ukazatelů bylo výraznější u těst připravených z méně kvalitní pšeničné mouky. Částečně purifikovaný preparát sójové lipoxygenasy-II vykazoval mnohem větší vliv na výsledky farinografických rozborů než samotná sójová mouka o stejné aktivitě enzymů.

sójová lipoxygenasa-II; pšeničné těsto; reologie; farinografické, extenzografické a maturografické měření

Přestože lipoxygenasy často způsobují různé nežádoucí změny poživatin (reverse sójového oleje, žluknutí celozrnných výrobků z pšenice i žita apod.), nacházejí uplatnění jako součást zlepšujících prostředků při výrobě pšeničného pečiva. Přídavků enzymově aktivní sójové mouky do pšeničných těst se používá již více než 50 let jako bělicího činidla při výrobě anglosaského typu chleba (Ponte, 1971). Ze dvou typů lipoxygenas obsažených v sójových bobech se v systému pšeničného těsta uplatňuje pouze lipoxygenasa-II, a to jak pro pH-optimum blízké pH těsta, tak pro substrátovou oxygenaci polyenových mastných kyselin estericky vázaných v acylglycerolech (Frazier, 1979; Belitz, Grosch, 1982). Účinek sójové lipoxygenasy-II však není omezen pouze na oxidační degradaci karotenoidních pigmentů, ale způsobuje také změny v komplexu lepku, což se projevuje zlepšením reologických vlastností pšeničných těst (Koch, 1956). Chemismus působení lipoxygenasy-II v pšeničném těstě však není dosud zcela objasněn. Vzhledem k tomu, že při aplikaci enzymově aktivní sójové mouky byl pozorován úbytek thiolových skupin lepkových proteinů, domnívají se někteří autoři, že zlepšení fyzikálních vlastností těst pomocí preparátů lipoxygenasy spočívá v oxidaci -SH skupin na disulfidy, které zesítěním zpevňují strukturu lepkového gelu (Koch, 1956; Tsen, Hlynka, 1963; Nishiyama, Kuniori, 1987). Vyskytují se však názory, že tato interpretace je pří-

liš zjednodušující. Navíc se ukazuje, že vliv na reologické vlastnosti vykazuje v mnohem větší míře přídavek enzymově aktivní sójové mouky než předem oxidovaných lipidů, z čehož lze vyvodit, že zlepšující efekt způsobují zejména meziprodukty oxygenace nenasycených lipidů uvolňované během reakce (Frazier et al., 1977). Tyto meziprodukty — vysoce reaktivní radikály — mohou v systému těsta působit i jiným způsobem než pouze oxidací thiolů na disulfidy, ale např. reakcí s látkami typu kyseliny fumarové, které způsobují pokles konzistence těsta během hnětení tím, že blokují thiolové radikály (—S') vzniklé mechanickým roztržením disulfidických vazeb a zabraňují jejich znovuspojení (Sidhu et al., 1980). Z tohoto hlediska je zajímavé prozkoumat, které z reologických ukazatelů jsou přídavky preparátů obsahujících lipoxygenasu-II nejvýrazněji ovlivňovány.

MATERIÁL A METODY

Chemikálie a přístroje

Enzymově aktivní sójová mouka, odtučněná petroletherem, připravená z čerstvých sójových bobů, s. p. Soja Kolín (enzimová aktivita lipoxygenasy-II 13,8 μ/g); enzymový preparát sójové lipoxygenasy-II připravený v naší laboratoři (Skřivan, Strnad, 1990) (enzymová aktivita 117 μ/g); pšeničná mouka hladká Speciál, mlýn Holešovice (dále M_1); směs pšeničných mouk odrůdy Zdar, VÚKS Pečky (dále M_2); chlorid sodný, Lachema, s. p., Brno.

Použité přístroje — farinograf, extenzograf a maturograf — byly výrobky fy Brabender (SRN).

Reologické rozbory

Se vzorky mouk M_1 a M_2 samotnými a s přídavky 1, 3 a 5 % enzymově aktivní sójové mouky (dále ESM) byly provedeny základní reologické rozbory:

a) farinografická měření — stanovení vaznosti (množství vody vázané 100 g mouky o sušině 86 % při vzniku standardního těsta — konzistence 500 B. J.), doby vývinu těsta (doba od zadělání těsta až po dosažení maximální konzistence 500 B. J. v minutách), stability těsta (doby, kterou si těsto udrží maximální konzistenci), index mechanické odolnosti — MTI (rozdíl mezi horním okrajem farinografické křivky v okamžiku maxima a po pěti minutách za maximem v B. J.) a poklesu konzistence (rozdílu polohy středu křivky v maximu a po 12 minut od dosažení maxima v B. J.).

b) extenzografická měření — stanovení extenzografického maxima po odležení těsta v E. J., odporu těsta v po odležení při 50 mm natažení v E. J., tažnosti po odležení d v mm, poměru v/d (odpor/tažnost) po odležení a extenzografické energie E (tj. plochy pod extenzografickou křivkou v cm^2 stanovené planimetricky) po odležení těsta. Všechna stanovení byla provedena po 10 a 70 minutách odležení těsta.

c) maturografická měření při receptuře: 300 g mouky, 5,1 g NaCl, 4,5 g sacharosy, 12 g lisovaného droždí a 9 g ztuženého tuku HERA — stanovení doby dokynutí (okamžiku, kdy dojde k prvnímu náznaku poklesu křivky), stability objemu při dokynutí, pružnosti těsta a vzrůstu objemu při dokynutí.

Farinografická měření byla provedena též s přídavkem 300 mg částečně purifikovaného enzymového preparátu sójové lipoxygenasy-II.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Pro ověření funkce sójové lipoxygenasy-II v systému pšeničného těsta byla provedena reologická měření na farinografu, extenzografu a maturografu. K dispozici byly dva vzorky pšeničné mouky M_1 a M_2. Podle ČSN 56 0512 byl proveden jejich rozbor, jehož výsledky jsou uvedeny v tab. I. S těsty připravenými z těchto mouk bez přídavku aditiv byla provedena všechna uvedená reologická měření (tab. II až IV.). Výsledky,

I. Rozbor pšeničných mouk — An analysis of wheat flours

Vzorek	Stanovený ukazatel	Hodnota
M_1	mokrý lepek/sušina	33,0 %
	bobtnavost lepku	15 cm^3
	kyselost	33,4 $mmol \cdot kg^{-1}$
	sušina	84,77 %
	popel	0,512 %
	proteiny (N×5,7)	12,76 %
M_2	mokrý lepek/sušina	32,4 %
	bobtnavost lepku	18 cm^3
	kyselost	44,5 $mmol \cdot kg^{-1}$
	sušina	86,48 %
	popel	0,638 %
	proteiny (N×5,7)	13,87 %

II. Farinografická měření (průměry ze tří stanovení) — Farinographic measurements (the means of three measurements)

Vzorek mouky a receptura	Vaznost [%]	Doba vývinu [min]	Pokles konzistence [B. J.]	Stabilita těsta [min]	MTI [B. J.]
M_1	48,5	1,0	100	3,0	90
M_2	56,5	2,5	40	15,0	20
M_1 + 1 % ESM	49,0	1,8	100	3,5	85
M_1 + 3 % ESM	48,6	1,7	90	4,0	80
M_1 + 5 % ESM	48,5	1,5	80	6,5	40
M_2 + 1 % ESM	56,8	3,5	40	16,0	20
M_2 + 3 % ESM	57,0	7,5	45	19,0	25
M_2 + 5 % ESM	56,3	8,5	45	20,0	25
M_1 + 300 mg EP	49,0	1,8	80	6,0	70
M_2 + 300 mg EP	56,5	2,5	20	20,0	5

ESM = enzymově aktivní sójová mouka — enzymatically active soya meal
EP = enzymový preparát sójové lipoxyhenasy-II — enzyme preparation of soya lipoxygenase-II
B. J. = Brabenderova jednotka — Brabender unit

zejména farinogramy a extenzogramy, jednoznačně ukazují, že vzorek M_2 je pekařsky kvalitnější než M_1.

Při zkoumání vlivu přídavků aditiv obsahujících sójovou lipoxygenasu-II byla provedena nejprve měření na farinografu (tab. II). Byly prověřeny přídavky 1, 3 a 5 % enzymově aktivní sójové mouky a přídavek 300 mg enzymového preparátu sójové lipoxygenasy-II připraveného v laboratoři. 300 mg enzymového preparátu odpovídá svou aktivitou přibližně přídavku 1 % (tj. 3 g) ESM. Vliv přídavků obou aditiv byl při farinografických měřeních markantní. Docházelo k významnému zvýšení

stability těsta, snížení poklesu konzistence a MTI především u slabší mouky. Zlepšení reologických ukazatelů u kvalitnější mouky M_2 bylo podstatně méně výrazné. Vaznost se významněji neměnila ani u jednoho ze vzorků, vzrůst doby vývinu byl patrný zejména u mouky M_2. Zajímavý je vliv přídavku 300 mg enzymového preparátu sójové lipoxygenasy-II, který se v obou případech (M_1 i M_2) projevil podstatně výrazněji než přídavky enzymově aktivní sójové mouky odpovídající aktivitou lipoxygenasy-II. Z toho lze usuzovat, že s přídavkem ESM vnášíme do pšeničného těsta zřejmě také komponenty, které vliv lipoxygenasy-II na farinografické ukazatele (a tím i na reologické chování během hnětení) inhibují.

Měření na extenzografu a maturografu byla provedena pouze s přídavky ESM stejně jako při farinografických rozborech v množství 1, 3 a 5 % na mouku (tab. III a IV).

V případě mouky M_1 se jak při extenzografickém, tak při maturografickém rozboru jevil jako nejvýraznější 3% přídavek enzymově aktivní sójové mouky. Docházelo k podstatnému zvýšení extenzografického maxima, odporu i extenzografické energie při obou dobách odležení. Tažnost se s přídavky aditiva snižovala. Při měřeních na maturografu byl zřetelný vzrůst pružnosti a především stability objemu. Doba dokynutí mírně klesala.

U mouky M_2 není zlepšení extenzografických ukazatelů zdaleka tak zřejmé, extenzografická energie s přídavkem ESM klesala, zvýšení odporu bylo patrné pouze po 70 minutách odležení, stejně jako zvýšení extenzografického maxima. Při měřeních na maturografu docházelo ke snížení objemu i pružnosti, ale ke zvýšení stability objemu, zejména při 5% přídavku aditiva. Doba dokynutí mírně poklesla.

Shrneme-li tedy poznatky z reologických měření, lze konstatovat, že významnější vliv na zlepšení vlastností těsta se projevil ve všech případech u mouky M_1, která je pekařsky slabší. Výsledky farinografických

III. Extenzografická měření (průměry ze dvou stanovení) — Extensographic measurements (the means of two measurements)

Vzorek mouky a receptura	Maximum [E. J.]		Tažnost *d* [mm]		Odpor *v* [E. J.]		Poměr *v/d*		Extenzografická energie	
	10 min	70 min	10 min	70 min	10 min	70 min	10 min	70 min	10 min	70 min
M_1	632	388	145	175	508	290	3,52	1,66	83	109
M_2	640	348	159	189	478	288	3,01	1,52	114	155
M_1 + 1 % ESM	680	433	128	172	563	330	4,54	1,92	99	104
M_1 + 3 % ESM	880	505	142	159	720	390	5,09	2,47	106	145
M_1 + 5 % ESM	607	420	125	153	538	348	4,30	2,27	88	94
M_2 + 1 % ESM	610	398	187	192	468	325	2,51	1,70	108	141
M_2 + 3 % ESM	670	380	157	187	520	323	3,43	1,75	100	129
M_2 + 5 % ESM	710	450	151	172	565	380	3,76	2,22	139	109

ESM = enzymově aktivní sójová mouka — enzymatically active soya meal
E. J. = extenzografická jednotka — extensographic unit

IV. Maturografická měření (průměry ze dvou stanovení) — Maturographic measurements (the means of two measurements)

Vzorek mouky a receptura	Vzrůst objemu při dokynutí [M. J.]	Pružnost [M. J.]	Doba dokynutí [min]	Stabilita objemu [min]
M_1	770	220	52	4
M_2	830	220	60	4
M_1 + 1 % ESM	780	220	48	12
M_1 + 3 % ESM	800	240	48	14
M_1 + 5 % ESM	800	230	42	10
M_2 + 1 % ESM	780	230	54	8
M_2 + 3 % ESM	720	200	56	8
M_2 + 5 % ESM	680	200	50	18

ESM = enzymově aktivní sójová mouka — enzymatically active soya meal
M. J. = maturografická jednotka — maturographic unit

rozborů, kde se vliv přídavků aditiv projevoval nejpříznivěji, dost dobře korespondují s teoretickými úvahami o působení lipoxygenasy v systému pšeničného těsta. Zdá se totiž, že přídavky aditiv obsahujících lipoxygenasu stimulují především vlastnosti těsta během hnětení (stabilitu, mechanickou odolnost) a snižují stupeň změknutí. Tyto závěry jsou ve shodě s některými hypotézami o chemismu enzymové oxygenace nenasycených lipidů a interakcích jejích produktů a zejména meziproduktů s dalšími složkami pšeničného těsta, především s lepkovým komplexem (Koch, 1956; Tsen, Hlynka, 1963; Nishiyama, Kuniori, 1987).

Seznam použitých zkratek

M_1 vzorek pšeničné mouky hladké Speciál
M_2 vzorek směsi pšeničných mouk odrůdy Zdar
ESM enzymově aktivní sójová mouka
B. J. Brabenderovy jednotky
E. J. extenzografické jednotky
M. J. maturografické jednotky
MTI index mechanické odolnosti těsta

Literatura

BELITZ, H. D. — GROSCH, W.: Lehrbuch der Lebensmittelchemie. Berlin Heidelberg, Springer-Verlag 1982, s. 172—176.
FRAZIER, P. J. — BRIMBLECOMBE, F. A. — DANIELIS, N. W. R. — RUSSEL EGGITT, P. W.: The effect of lipoxygenase action on the mechanical development of doughs from fat-extracted and reconstituted wheat flours. J. Sci. Food Agric., *28*, 1977, s. 247—254.
FRAZIER, P. J.: Lipoxygenase action and lipid binding in bread-making. Bakers Dig., *8*, 1979, s. 53—59.
KOCH, R. B.: Mechanism of fat oxidation. Bakers Dig., *2*, 1956, s. 48—53.

NISHIYAMA, J. — KUNIORI, T.: Reactivity of sulfhydryls in reduced gluten with lipid hydroperoxides. Agric. biol. Chem., *51*, 1987, s. 1291—1297.
PONTE, J. G.: Bread. In: POMERANZ, Y.: Wheat chemistry and technology. AACC St. Paul MN, 1971, s. 675—742.
SIDHU, J. S. — NORDIN, P. — HOSENEY, R. C.: Mixograph studies III. Reaction of fumaric acid with gluten protein during dough mixing. Cereal Chem., *57*, 1980, s. 159—163.
SKŘIVAN, P. — STRNAD, Z.: Izolace enzymového preparátu sójové lipoxygenasy-II pro použití v potravinářství. Potravinářské Vědy, *8*, 1990, č. 4, s. 261—271.
ČSN 56 0512. Zkoušení mlýnských výrobků ze pšenice a žita. 1973.

Došlo dne 8. 10. 1990

СКРЖИВАН, П. (Химико-технологический институт, Прага): **Влияние соевой липоксигеназы-II на реологические свойства пшеничного теста.** Potravinářské Vědy, *9*, 1991 (2): 117—123.

Влияние соевой липоксигеназы-II, примененной в форме ферментативно активной соевой муки (ESM) или частично очищенного препарата (EP) на реологические свойства тест изучалось при помощи фаринографических, экстензографических и матурографических анализов. Добавка, содержащая соевую липоксигеназу-II в основном улучшает свойства в течении замешивания. Они повышают стабильность теста и его механическую устойчивость, понижают степень размягчения. Добавление 3 % ESM повышает экстензографический максимум, сопротивление в экстензографическую энергию и понижает трягучесть теста. При матурографических измерениях повышались объем, эластичность и в основном получалась стабильность объема и понижалось время дополнительного дображивания теста. Улучшение всех перечисленных показателей было более четкое у тест подготовленных из пшеничной муки более низкого качества. Частично очищенный препарат соевой липоксигеназы-II на много больше воздействует на результаты фаринографических анализов, чем сама соевая мука, обладавшая одинаковой активностью фермента.

соевая липоксигеназа-II; пшеничное тесто; реология; фаринографические, экстензографические и матурографические измерения

SKŘIVAN, P. (Institute of Chemical Technology, Praha): *The effect of soya lipoxygenase-II on the rheological characteristics of wheat doughs.* Potravinářské Vědy, *9*, *1991* (2): 115—123.

The effect of soya lipoxygenase-II, applied in form of enzymatically active soya meal (ESM) or partly purified preparation (EP), on the rheological characteristics of doughs was investigated by means of farinographic, extensographic and maturographic analyses. The additives containing soya lipoxygenase-II mainly improve dough characteristics in the course of kneading. They increase dough stability and mechanical resistance, they decrease the degree of dough softening. An additive of 3 % ESM increases the extensographic maximum, resistance and extensographic power and reduces dough ductility. In the course of maturographic measurements, the volume, elasticity and especially volume stability were increasing, and the final phase of rising got shorter. All above-mentioned characteristics were better in doughs made of lower-quality wheat flour. The partly purified preparation of soya lipoxygenase-II had much greater effects on the results of farinographic analyses than did sole soya meal of the same enzymatic activity.

soya lipoxygenase-II; wheat dough; rheology; farinographic, extensographic and maturographic measurements

SKŘIVAN, P. (Chemisch-technologische Hochschule, Praha): *Einfluss der Sojalipoxygenase-II auf rheologische Eigenschaften des Weizenteiges.* Potravinářské Vědy, *9,* 1991 (2): 115—123.

Der Einfluss der Sojalipoxygenase-II in Form von enzymaktiven Sojamehl (ESM) oder in Form von teilweise purifiziertem Präparat (EP) auf rheologische Eigenschaften des Teiges wurde mit Hilfe von farinographischen, extensographischen uns maturographischen Analysen untersucht. Die Zusätze von Supplementen mit Sojalipoxygenase-II verbessern die Eigenschaften des Teiges während des Knetens. Sie steigern die Stabilität des Teiges und seine mechanische Resistenz und vermindern gleichzetig die Erweichungsstufe. Ein Zusatz von 3 % ESM steigert das extensographische Maximum, die Resistenz und die extensographische Energie und vermindert gleichzeitig die Teigdehnbarkeit. Bei maturographischen Messungen kam es zur Volumen- und Elasizitätssteigerung und insbesondere zur Steigerung der Volumenstabilität und zur Senkung der Zeit die der Teig zur Beendigung des Aufgehens braucht. Die Verbesserung aller angeführten Parameter war bei dem aus Weizenmehl niedriger Qualität vorbereiteten Teig ausgeprägter. Ein teilweise purifiziertes Sojalipoxygenase-II-Präparat wies einen bedeutend grösseren Einfluss auf Ergebnisse der farinographischen Analysen im Vergleich zum Sojamehl mit gleicher Enzymaktivität auf.

Sojalipoxygenase-II; Weizenteig; Rheologie; farinographische, extensographische und maturographische Messungen

Adresa autora:

Ing. Pavel Skřivan, CSc., Vysoká škola chemicko-technologická, Technická 5, 166 28 Praha 6-Dejvice

NEKROLOG

ZEMŘEL Prof. Ing. Dr. VRATISLAV GRÉGR, DrSc.

Dne 1. 2. 1991 zemřel v Praze prof. ing. dr. Vratislav Grégr, DrSc., dlouholetý pedagog a vedoucí katedry kvasné chemie a bioinženýrství VŠCHT v Praze, významný odborník v oboru kvasných procesů.

Prof. Grégr se narodil dne 28. 10. 1914 v Písku. Po maturitě na reálce v Písku se věnoval studiu technické chemie na Vysoké škole chemicko-technologického inženýrství v Praze, kde po získání titulu inženýra chemie obhájil ještě v roce 1938 i svou doktorskou práci. Praxi započal na Vysoké škole báňské v Příbrami, dále působil ve výzkumném ústavu Baťa ve Zlíně, u firmy Explosia, v Severočeských tukových závodech, n. p., Ústí nad Labem a v roce 1947 nastoupil do nově založeného Výzkumného ústavu lihovarského a drožďařského v Praze, ze kterého později vznikl Výzkumný ústav kvasného průmyslu. Od té doby se datuje bohatá spolupráce zesnulého s odvětvími kvasného průmyslu, kde realizoval mnoho ze svých myšlenek a výsledků experimentální práce. V roce 1953 po předchozí bohaté vědecké i pedagogické činnosti se definitivně rozhodl pro vysokoškolskou pedagogickou dráhu a přichází na nově vzniklou fakultu potravinářské technologie Vysoké školy chemicko-technologické v Praze. V roce 1955 byl jmenován docentem, v roce 1963 obhájil doktorskou disertační práci a dosáhl vědecké hodnosti doktora technických věd. O dva roky později byl jmenován profesorem pro obor kvasné chemie a technologie a v roce 1970 přebírá po prof. Dyrovi vedení katedry kvasné chemie a bioinženýrství. Dřívější všestranná praxe umožnila prof. Grégrovi rozvinutí široké vědecko-výzkumné a pedagogické činnosti. Nelze na tomto místě vyjmenovat všechny řešené výzkumné směry pod vedením profesora Grégra, ale připomeňme si alespoň stále aktuální problematiku výzkumu využití tradičních i netradičních surovin pro výrobu krmného droždí, výzkum kontinuálních procesů v lihovarství, otázky řešení čistoty odpadních vod kvasného průmyslu a jiné. Své bohaté teoretické a pedagogické znalosti ochotně předával v závodech a ústavech kvasného průmyslu, nejen doma, ale i v zahraničí (např. Kuba, vedoucí skupiny čs. expertů ve Výzkumném ústavu derivátů cukrové třtiny v Havaně).

Nelze nevzpomenout mnohaletou pedagogickou činnost pana profesora Grégra na naší fakultě, kde vyučoval především předměty Lihovarství a drožďářství a Bioinženýrství kvasných procesů. Vychoval řadu inženýrů chemie pro obor kvasné chemie a bioinženýrství, vyškolil velký počet domácích i zahraničních kandidátů věd, kteří s láskou vzpomínají nejen na předávání poznatků, ale především na jeho lidský optimismus, přátelský přístup a otcovské rady.

Vědecké dílo prof. Grégra a pedagogické zkušenosti nám zůstávají zachovány ve více jak pěti knižních publikacích, devíti vysokoškolských skriptech, 140 původních vědeckých sděleních, 12 patentech a nesčetných výzkumných zprávách. K nejvýznamnějším dílům patří kniha Grégr V., Uher J.: Výroba lihovin (Praha, SNTL 1974).

Zůstal v kontaktu s naší fakultou a se svojí mateřskou katedrou i po svém odchodu na zasloužený odpočinek v roce 1986. Tím bolestivěji nás zastihla zpráva, že dobré srdce pana profesora umlklo. Není frází, že Ti, kteří s profesorem Grégrem se blíže znali, měli možnost s ním spolupracovat, studovat u něho, velice litují jeho odchodu a budou s láskou a vděčností na něj vzpomínat.

Prof. ing. Gabriela Basařová, DrSc.

VPLYV HLIVY USTRICOVITEJ A ĎALŠÍCH ADITÍV NA VLASTNOSTI MÄSOVÝCH NÁTIEROK

G. Strmisková, J. Dubravický

STRMISKOVÁ, G. — DUBRAVICKÝ, J. (Chemickotechnologická fakulta STU, Bratislava): *Vplyv hlivy ústricovitej a ďalších aditív na vlastnosti mäsových nátierok.* Potravinárské Vědy, *9*, 1991 (2): 125—131.

Sledoval sa vplyv hlivy ústricovitej, ktorou sa nahradila časť základnej suroviny, ako aj polyfosfátov a údiacich preparátov tuzemskej výroby na minerálne zloženie a niektoré technologické a organoleptické vlastnosti mäsových nátierok. Pri aplikácii hlivy (10, 15 a 20 %) sa vo výrobkoch zvýšila koncentrácia draslíka (22, 31 a 42 %), horčíka (8,5, 12 a 16 %) a fosforu (1,4, 3 a 4,1 %), znížila sa koncentrácia sodíka, vápnika, mierne zinku, výraznejšie medi (13, 20 a 26 %) a železa (12, 19 a 23 %). Prídavok polyfosfátov zvýšil koncentráciu fosforu a sodíka, zvýšil hodnotu pH a znížil množstvo vytaveného tuku a aspiku. Farbu výrobkov nevybieloval. Údiaci preparát priaznivo vplýval na chuť a vôňu nátierok. Senzorické hodnotenie všetkých vzoriek, i s 20% prídavkom hlivy, bolo veľmi priaznivé.

hliva ústricovitá; polyfosfáty; údiace preparáty; minerálne látky

Súčasný trend inovácie a zvyšovania akosti potravinárskych výrobkov je spojený s využívaním netradičných surovín a aditív. Skúmanie vlastností týchto nových materiálov, ich zloženia, ako aj vzájomných reakcií jednotlivých zložiek so zložkami východzích surovín až po finálne výrobky predstavujú aktuálne úlohy ďalšieho rozvoja potravinárskej vedy. Prehlbovanie takéhoto poznania je nevyhnutné aj z hľadiska spoločenskej praxe, najmä pri zavádzaní nových druhov výrobkov na náš trh.

Medzi netradičné suroviny z hľadiska ich aplikácie do mäsových výrobkov patrí i huba — hliva ustricovitá. Odkedy sa pestuje umele v hlivárniach, stretávame sa s ňou častejšie na trhu, či už v čerstvom stave, alebo vo forme konzervárenských výrobkov. Hliva obsahuje síce až okolo 90 % vody, ale pre svoj obsah a zloženie bielkovín, zastúpenie početných minerálnych prvkov, množstvo vitamínov skupiny B, vysoký obsah vlákniny a veľmi nízky obsah tukov, je dobrým zdrojom biologicky cenných látok. Predovšetkým pre nízku energetickú hodnotu a vysoký obsah vlákniny sa v minulosti huby považovali za menej hodnotnú potravinu, avšak vo svetle súčasných poznatkov vedy o výžive sa práve pre tieto vlastnosti dostávajú do popredia (Ginter, Bobek, 1987).

Kolektív pracovníkov našej katedry sa zaoberá sledovaním možnosti aplikácie hlivy ustricovitej do rôznych druhov mäsových výrobkov a skúmaním jej vplyvu na chemické, fyzikálne, technologické a organoleptické vlastnosti týchto výrobkov. Pritom sa sleduje i vplyv niektorých aditív, predovšetkým polyfosfátov domácej výroby a tekutých udiacich preparátov, ktoré sa aplikujú predovšetkým na zlepšenie technologických a organoleptických vlastností výrobkov.

V tejto práci uvádzame výsledky vplyvu hlivy ustricovitej a uvedených aditív na minerálne zloženie — obsah popola, sodíka, draslíka, vápnika, horčíka, fosforu, železa, zinku a medi a na niektoré technologické a organoleptické vlastnosti mäsových nátierok s hlivou.

MATERIÁL A METÓDY

Materiál

Na sledovanie vplyvu aplikácie hlivy ustricovitej do výrobkov nátierkového typu sme zvolili výrobok pripravený podľa čiastočne upravenej receptúry popradskej nátierky. Pripravili sme päť výrobkov, do ktorých sme — s výnimkou kontrolnej vzorky — pridali 10, 15 a 20 % zhomogenizovanej hlivy ustricovitej, ktorou sme nahradili z predpísaných surovín bravčovú pečeň a to tak, že sušinou hlivy sme nahradili sušinu pečene a o množstvo vody prinášané hlivou sme znížili množstvo pridávaného vývaru. Do jednej vzorky sme aplikovali i domáci polyfosfátový prípravok Lakasol 10, aby sme zistili jeho vplyv na väznosť vody, resp. množstvo vytaveného aspiku a tuku vo výrobku. Všetky vzorky sme aromatizovali udiacim preparátom UTP 1 vmiešaním do diela, aby koncentrácia fenolov vo výrobkoch bola 50 mg/kg. Udiaci preparát bol vyrobený v SZL, š. p., Hnúšťa spôsobom vyvinutým na našej katedre. Jeho základné parametre sú:

fenoly (g/kg)	10,52
karbonylové zlúčeniny (g/kg ako fural)	4,58
kyseliny (g/kg ako kyselina octová)	3,55
pH	5,85

Mäsové suroviny použité pri výrobe nátierok s hlivou sme odobrali z Výskumno-vývojového pracoviska mäsového priemyslu v Bratislave, kde sme výrobky i pripravili, naplnili (240 g náplň) a tepelne opracovali. Vzorky hlivy ustricovitej sme odoberali z hlivárne JRD Rača-Bratislava.

Polyfosfátový prípravok Lakasol 10 dodala Lachema, s. p., Brno, závod Kaznějov. Výrobca uvádza jeho nasledovné zloženie: citran sodný 40 %; Na_2HPO_4 50 %; $Na_4P_2O_7$ 10 percent. Prípravok obsahuje 11,77 % fosforu a jeho pH je 9,30. Základné suroviny a prísady použité pri výrobe nátierok s hlivou ustricovitou uvádzame v tab. I.

Vzorky sme označili tak, že druhé číslo vyjadruje prídavok (v %) aplikovaného množstva hlivy do výrobku, písmeno L prídavok polyfosfátu.

Metódy

Zhomogenizované vzorky (návažok okolo 15 g) po vysušení a spálení sme mineralizovali žíhaním pri teplotách 480—500 °C v platinových téglikoch v muflonovej peci po dobu 15—20 hodín za použitia H_2O_2. Mineralizát bol rozpustený v 5 ml zriedenej HCl (1+1) a doplnený do 50ml odmernej banky redestilovanou vodou. V tomto výluhu sa stanovili sodík a draslík atómovou emisnou fotometriou, vápnik, horčík, zinok a meď atómovou absorpčnou fotometriou na prístroji AAS 1 (Carl Zeiss, Jena) plameňovou technikou (vzduch—acetylén) pri vlnových dĺžkach 589,2 nm pre sodík, 404,7 nm pre draslík, 422,7 nm pre vápnik, 285,2 nm pre horčík, 324,27 nm pre meď a 213,9 nm pre zinok. Železo sa stanovilo fotometricky s α,α'-dipyridylom (λ = 520 nm) (Príbela et al., 1984), fosfor ako fosfomolybdénová modrá (λ = 590 nm) (Jacobs, 1958). Sušina sa stanovila sušením zhomogenizovanej vzorky s pieskom do konštantného úbytku hmotnosti pri 105 °C (Príbela et al., 1984). pH sa stanovilo vo vodnom výluhu (10 g vzorky a 100 ml destilovanej vody) meraním na pH-metri Precision OP 205, nastavenom na fosfátový pufer o pH 7,0 pri teplote 20 °C.

I. Základné suroviny a prísady pri výrobe nátierky s hlivou ústricovitou (%) — Basic material and additives for the production of paste with an oyster cap (%)

Suroviny	Vzorka č.				
	1—0	2—10	3—15	4—20	5—20—L
Bravčové hlavy varené	11,10	11,1	11,1	11,1	11,1
Bravčová pečeň	8,40	5,07	3,4	1,73	1,73
Hovädzie predné	27,23	27,23	27,23	27,23	27,23
BVbk	9,32	9,32	9,32	9,32	9,32
Bravčové kože varené	2,57	2,57	2,57	2,57	2,57
Hliva ustricovitá	—	10,0	15,0	20,0	20,0
NaCl	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Čierne korenie mleté	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
Zázvor mletý	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Muškátový orech mletý	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Čerstvé vajcia	5,92	5,92	5,92	5,92	5,92
Sušené mlieko polotučné	3,77	3,77	3,77	3,77	3,77
Cibuľa	4,06	4,06	4,06	4,06	4,06
Magi korenie tekuté	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
UTP 1	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Polyfosfát	—	—	—	—	—
Vývar	25,53	18,66	15,33	12,00	12,00

Vytavený tuk a aspik se stanovil tak, že sa obsah konzerv zahrieval vo vodnom kúpeli o teplote 90 °C po dobu päť minút. Potom sa uvoľnený tuk a aspik odliali a z rozdielu hmotnosti konzerv pred zahriatím a po ňom sa vypočítal jeho percentuálny obsah (Ivančová, 1979).

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Výsledky štúdia vplyvu aplikácie hlivy ustricovitej na minerálne zloženie mäsových nátierok uvádzame v tab. II a na technologické vlastnosti v tab. III. Minerálne zloženie aplikovanej hlivy ustricovitej je v tab. IV.

Koncentrácia popola (tab. II) sa v nátierkach pohybovala medzi 2,09 až 2,36 %, najvyšší obsah má vzorka s pridaným polyfosfátom. Koncentrácia sodíka (tab. II) so zvyšujúcim sa množstvom pridávanej hlivy ustricovitej do nátierok mierne klesá. Je to dôsledok veľmi nízkeho obsahu tohto prvku v hlive, ako vidno z tab. V. Nátierka s prídavkom polyfosfátu má vyšší obsah sodíka ako ostatné vzorky, zvyšuje ho prídavok Lakasolu 10, v ktorom sa nachádzajú fosforečnany i citran vo forme sodných solí.

Koncentrácia draslíka (tab. II), ktorý je druhým najviac zastúpeným prvkom v nátierkach, so zvyšovaním množstva pridávanej hlivy značne vzrastá, nakoľko hliva je jeho veľmi dobrým zdrojom (3,92 g/kg), podstatne lepším ako pečeň. Vo výrobkoch sa jeho množstvo zvýšilo pri 10% prídavku o 22 %, pri 15% o 31 % a pri 20% o 42 %. Tento prvok vo výžive však nie je nedostatkový, preto jeho zvýšenie nie je až natoľko významné.

II. Koncentrácia popola (%), sodíka, draslíka, vápnika, horčíka, fosforu, železa, zinku tassium, calcium, magnesium, phosphorus, iron, zinc and copper (mg/kg) concentra-

Vzorka	Popol		Sodík		Draslík		Vápnik	
	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$
1—0	2,092	0,004	7775	70,61	1470	11,95	132,4	1,77
2—10	2,080	0,007	7672	64,78	1798	5,77	129,3	2,72
3—15	2,180	0,001	7659	69,22	1930	17,38	128,7	3,34
4—20	2,174	0,010	7568	31,35	2078	6,82	127,7	2,15
5—20—L	2,360	0,005	8427	70,61	2099	6,48	127,9	1,77

Hliva ustricovitá má veľmi nízky obsah vápnika, preto jej aplikácia do výrobkov spôsobuje malé zníženie koncentrácie tohto prvku v nich — pri 10% prídavku o 2 %, pro 15% o 2,8 % a pri 20% o 3,5 %.

Obsah horčíka sa v dôsledku prídavku hlivy vo výrobkoch zvyšuje, nakoľko tento je v nej z minerálií tretím najviac zastúpeným prvkom (tab. II). Pri 10% prídavku sa obsah horčíka v nátierkach zvyšuje o 8,5 %, pri 10% prídavku o 2 %, pri 15% o 2,8 % a pri 20% o 3,5 %.

Hoci fosfor je po draslíku druhým najviac zastúpeným prvkom v hlive — v priemere ho obsahuje 1258 mg/kg — jej aplikácia iba nepatrne zvyšuje jeho koncentráciu vo výrobkoch, nakoľko pečeň je tiež jeho dobrým zdrojom. Značné zvýšenie množstva fosforu pozorujeme vo vzorke s prídavkom Lakasolu 10, čo je spôsobené jeho vysokým obsahom v prídavku.

Koncentrácia železa (tab. II) sa s prídavkom hlivy znižuje v nátierkach pomerne značne, nakoľko tento prvok — ako je všeobecne známe — je v pečeni vysoko zastúpený a hliva je jeho slabším zdrojom. Pri náhrade pečene hlivou dochádza vo výrobkoch k zníženiu obsahu železa o 11,7 % (vzorka 2—10), 19 % (vzorka 3—15) až 22—24 % (vzorka 4 a 5). Podobne sa s aplikáciou hlivy znižuje v nátierkach i množstvo medi (tab. II), a to o 13 %, 20 % a 26 %. Zmeny obsahu zinku (tab. II) sú podstatne nižšie, predstavujú pri 10 až 20% náhrade hlivou 3 až 7 %.

Z uvedených výsledkov vyplýva, že hoci hliva ustricovitá je dobrým zdrojom minerálnych látok, pri jej aplikácii do uvedených nátierok dochádza k zníženiu množstva niektorých mikroelementov, predovšetkým železa a medi, nakoľko pečeň — ktorá je hlivou nahradzovaná — predstavuje jeden z najlepších zdrojov mikroelementov spomedzi potravín.

Pri porovnaní minerálneho zloženia sledovaných nátierok s nátierkami analyzovanými v minulosti (Bona, Bôčiková pomazánka, Májka, Labužník, Pasta z udeného mäsa) (Strmisková, Smirnov, 1986) môžeme konštatovať, že tieto sú lepším zdrojom draslíka, horčíka a sodíka, obsah fosforu a zinku je asi na rovnakej úrovni a sú slabším zdrojom vápnika, železa a medi. Môžeme však konštatovať, že mäsové nátierky sú vcelku pozoruhodným zdrojom minerálií. Nátierky s hlivou sú obohatené naviac o vlákninu — o význame ktorej sa v poslednom čase veľa diskutuje.

Nakoľko hliva ustricovitá i ďalšie použité aditíva ovplyvňujú aj dôležité technologické a organoleptické vlastnosti výrobkov, ktoré sú tiež veľmi dôležité, najmä z hľadiska konzumenta, sledovali sme ich účinok na pH, množstvo vytaveného tuku a aspiku (tab. IV) a z organoleptických vlastností najmä na chuť a vôňu.

a medi (mg/kg) v nátierkach s hlivou ústricovitou ($n = 3$) — Ash (%), sodium, potions in the pastes with an oyster cap ($n = 3$)

Horčík		Fosfor		Železo		Zinok		Meď	
$\bar{x}$	s_x	$\bar{x}$	s_x	$\bar{x}$	s_x	$\bar{x}$	s_x	$\bar{x}$	s_x
141,5	3,17	1118	15,01	21,00	0,10	29,13	0,48	2,92	0,07
153,5	3,00	1134	5,11	18,54	0,12	28,13	0,28	2,53	0,14
158,7	3,34	1151	5.45	17,02	0,11	27,44	0,15	2,34	0,14
161,3	3,04	1164	18,42	15,65	0,35	27,12	0,48	2,16	0,13
167,8	4,09	1757	6,14	16,25	0,11	27,98	0,58	2,17	0,07

III. Hodnoty pH a percento vytaveného tuku a aspiku v nátierkach s hlivou ústricovitou ($n = 5$) — pH values and the per cent of liquefied fat and aspic in pastes with an oyster cap ($n = 5$)

Vzorka	pH	Vytavený tuk a aspik		
		$\bar{x}$ [%]	s_R	s_r [%]
1—0	6,43	18,15	1,15	6,34
2—10	6,20	12,65	0,78	6,14
3—15	6,30	12,94	1,19	9,20
4—20	6,25	13,18	0,48	3.61
5—20—L	6,56	10,31	1,50	14,60

IV. Minerálne zloženie hlivy ústricovitej aplikovanej do nátierok ($n = 3$) — Mineral composition of the oyster cap applied in pastes ($n = 3$)

	$\bar{x}$	x_{min}	x_{max}	s_R	s_r [%]	s_x
Sušina [%]	9,57	9,39	9,74	0,17	1,77	0,10
Popol [%]	0,893	0,868	0,914	0,027	3,04	0,015
Na [mg . kg^{-1}]	13,50	13,19	13,90	0,42	3,10	0,25
K [mg . kg^{-1}]	3924	3807	3999	113,43	2,89	65,50
Ca [mg . kg^{-1}]	15,85	14,41	17,31	1,71	10,81	0,99
Mg [mg . kg^{-1}]	158,7	146,9	170,5	13,94	8,78	8,05
P [mg . kg^{-1}]	1258,6	1210,5	1305,0	55,83	4,43	32,23
Fe [mg . kg^{-1}]	5,78	5,57	5,93	0,21	3,68	0,12
Zn [mg . kg^{-1}]	8,59	8,31	8,97	0,39	4,54	0,22
Cu [mg . kg^{-1}]	1,75	1,63	1,88	0,15	8,57	0,09

s_R — smerodajná odchýlka — standard deviation
s_r [%] — relatívna smerodajná odchýlka — relative standard deviation
s_x — smerodatná odchýlka od priemeru — standard deviation from average

Prídavok hlivy do výrobkov mierne znižoval pH vzoriek, rozdiely však medzi 10, 15 a 20% prídavkom boli nepatrné. Výraznejšou zmenou pH sa prejavil prídavok polyfosfátu.

Množstvo vytaveného tuku a aspiku bolo najvyššie v kontrolnej vzorke bez prídavku hlivy, čo sa prejavilo na konzistencii vzorky. Pri prídavku hlivy kleslo toto množstvo o 30—31 %, pričom boli iba malé rozdiely medzi vzorkami s 10, 15 a 20% prídavkom. Výraznejší vplyv na zníženie tohto množstva mal prídavok polyfosfátu. Vo vzorke č. 5, do ktorej bo aplikovaný, sa percento vytaveného tuku a aspiku znížilo v porovnaní sc

vzorkou č. 4 (20% prídavok hlivy) o 22 %, v porovnaní s kontrolou dokonca o 43 %. Nakoľko sme sa obávali, že konzistencia vzoriek s hlivou bude menej súdržná, použili sme do vzorky č. 5 až 0,5% prídavok polyfosfátu, miesto normou povolených 0,3% (na hmotnosť suroviny), nakoľko naše predchádzajúce skúsenosti ukázali, že domácí prídavok Lakasol 10 menej ovplyvňuje väznosť ako skúšané zahraničné prípravky, pravdepodobne v dôsledku toho, že tento neobsahuje iba fosforečnany, ale až 40 % citranu sodného. V sledovaných nátierkach sme zistili, že prídavok Lakasolu znižuje množstvo vytaveného tuku a aspiku, avšak jeho prídavok nie je nutný, nakoľko i ostatné vzorky mali pastovitú, súdržnú a dobre roztierateľnú konzistenciu. Kontrolná vzorka bola trochu redšia.

V pripravených nátierkach sa hodnotila ďalej i vôňa, chuť a farba Vôňa výrobkov bola hodnotená ako harmonická, príjemná, vo vzorkách s hlivou s miernou prevahou hubovej arómy, najmä pri 20% prídavku. Všetky nátierky s hlivou boli hodnotené lepšie ako kontrolná vzorka. Chuť výrobkov bola tiež harmonická, dobre zladená, pri 15 a 20% prídavku hlivy bola hodnotená nepatrne nižšie ako kontrolná vzorka a vzorka s 10% prídavkom hlivy. Vo farbe neboli pozorované rozdiely. Zo senzorického hodnotenia vyplynulo, že i 20% prídavok hlivy do výrobkov je vhodný a nezhoršuje ich kvalitu. S výnimkou chuti, všetky parametre boli vyššie hodnotené ako v kontrolnej vzorke. Pripravené vzorky boli porovnané i s popradskou nátierkou, zakúpenou na trhu a všetky boli hodnotené oveľa priaznivejšie. Zvlášť bol vyzdvihnutý priaznivý vplyv aromatizácie nátierok s udiacim preparátom UTP 1. Podrobné senzorické hodnotenie výrobkov je uvedené na inom mieste.

Literatúra

GINTER, E. — BOBEK, P.: Perspektíva využitia hlív vo výžive obyvateľstva. In: Zbor. II. celoštát. zjazdu pestovateľov hlivy. Ivanka pri Dunaji, ČSVTS VÚKSP 1987, 154 s.
IVANČOVÁ, R.: Využitie emulgátorov v technológii mäsa. Bratislava, CHTF SVŠT 1979.
JACOBS, M. B.: The chemical analysis of foods and food products. New York, Academia Press In. 1958.
PRÍBELA, A. et al.: Návody na laboratórne cvičenie z analýzy potravín. Bratislava, ES SVŠT 1979, 388 s.
STRMISKOVÁ, G. — SMIRNOV, V.: Vybrané nutričné významné minerálne látky v mäsových nátierkach. Bulletin PV (Bratislava), *25*, 1986, č. 4, s. 435—441.

Došlo dňa 17. 9. 1990

СТРМИСКОВА, Г. — ДУБРАВИЦКИ, Й. (Химико-технологический институт, химико-технологический факультет, Братислава): **Влияние вешенки обыкновенной и следующих добавок на свойства мясных паст.** Potravinářské Vědy, *9*, 1991 (2): 125—131.

Изучалось влияние вешенки обыкновенной, служившей в качестве заменителя части основного сырья, как и полифосфатов и коптильных препаратов отечественного производства на минеральный состав и некоторые технологические и органолептические свойства мясных паст. При применении вешенки (10,15 и 20 %) в продуктах повысилась концентрация калия (22,21 и 42 %), магния (8,5, 12 и 16 %) и фосфора (1,4, 3 и 4,1 %), понизилась концентрация натрия и кальция, незначительно цинка, более значительно меди (13, 20 и 26 %) и железа (12, 19 и 23 %). Добавок полифосфатов повысил концентрацию фосфора и натрия, повысил значение pH и понизил количество растопленного жира и желе. Добавок окраску изделий не отбеливал. Коптильный препарат благоприятно воздействовал на вкус и аромат паст.

Органолептическая оценка всех образцов, даже с 20 % добавлением вешенки, была весьма положительной.

вешенка обыкновенная; полифосфаты; коптильные препараты; минеральные вещества

STRMISKOVÁ, G. — DUBRAVICKÝ, J. (Faculty of Chemical Technology, Slovac Technical University, Bratislava): *The effect of an oyster cap and other additives on the properties of meat pastes.* Potravinářské Vědy, *9,* 1991 (2): 125—131.

The aim of the work was to study the effect of an oyster cap, which substituted a part of basic material, as well as of polyphosphates and smoking preparations of domestic production, on a mineral composition and some technological and organoleptic properties of meat pastes. Having applied oyster (10, 15 and 20 %) the concentration of potassium (22, 31 and 42 %), magnesium (8.5, 12 and 16 %) and phosphorus (1.4, 3 and 4.1 %) in products increased, while the concentration of sodium, calcium, zinc (slightly) decreased, and especially that of copper (13, 20 and 26 %) and of iron (12, 19 and 23 %). Polyphosphate additions increased the concentration of phosphorus and sodium, they raised pH value and decreased the amount of liquefied fat and aspic. They did not whiten the colour of products. The smoking preparation had a positive effect on the paste taste and smell. A sensory evaluation of all samples, including those with 20% addition of an oyster cap, was very positive.

oyster cap; polyphosphates; smoking preparations; mineral substances

STRNISKOVÁ, G. — DOUBRAVICKÝ, J. (Chemisch-technologische Fakultät der SVŠT, Bratislava): *Einfluss des Austernseitlings und anderer weiterer Zusätze auf Eigenschaften der Fleischaufstriche.* Potravinářské Vědy, *9,* 1991 (2): 125—131.

Wir untersuchten den Einfluss des Austernseitlings, der einen Teil des Grundrohstoffes ersetzte, der Polyphosphate und der Räuchermittel inländischer Provenienz auf die mineralische Zusammensetzung und einige technologische und organoleptische Eigenschaften der Fleischaufstriche. Beim Einsatz des Austernseitlings (10, 15 und 20 %) stieg in den Produkten die Konzentration von Kalium (22, 31, 42 %), Magnesium (8,5, 12 und 16 %) und Phosphor (1,4, 3 und 4,1 %) an und die Konzentration von Natrium, Kalzium, Zink, Kupfer (13, 20 und 26 %) und Eisen (12, 19 und 23 %) fiel ab. Der Zusatz von Polyphosphaten erhöhte die Konzentration von Phosphor und Natrium, den pH-Wert und setzte hingegen die Menge von ausgeschmolzenem Fett und Aspik herab. Auf die Farbe des Produktes wirkte er sich keinesfalls aus. Das Räuchermittel wirkte sich positiv auf den Geschmack und das Aroma der Aufstriche aus. Die sensorische Bewertung aller Proben auch derjenigen mit 20 % Austernseitlingzusatz war sehr positiv.

Austernseitling; Polyphosphate; Räuchermittel; Mineralstoffe

Adresa autorov:

Ing. Gabriela Strmisková, CSc., Doc. Ing. Jozef Dubravický, CSc., Chemicko-technologická fakulta STU, Radlinského 9, 812 37 Bratislava

Z VĚDECKÉHO ŽIVOTA

SEMINÁŘ O SEPARAČNÍCH TECHNIKÁCH

Ve dnech 20.—21. března 1991 se uskutečnil v Praze seminář o separačních technikách v potravinářském průmyslu. Organizace semináře byla zabezpečena francouzskou agenturou pro technickou, hospodářskou a průmyslovou spolupráci ACTIM, francouzským ministerstvem zemědělství a obchodním oddělením francouzského velvyslanectví v Praze. Za českou stranu se na organizaci podílel Výzkumný ústav mlékárenský v Praze.

Obsahově byl seminář zaměřen na použití separačních technik v mlékárenském průmyslu, nápojovém průmyslu a získávání aromatických látek z různých surovin.

Přednášky zajistili přední odborníci významných francouzských firem v tomto oboru — APPLEXION (Epone), Société des Céramiques Techniques — S. C. T. (Bazet Cedex), TECH — SEP (Miribel), Union Laitire Normande (Conde sur Vire) a USSI INGENIERIE (Bagneux) ve spolupráci se Státním výzkumným ústavem potravinářským — INRA (Rennes Cedex).

Seminář byl rozdělen na dvě části; první den byl věnován aplikacím v mlékárenském průmyslu, druhý den nápojovému průmyslu a aromatickým látkám. Zúčastnilo se ho asi padesát posluchačů z potravinářského průmyslu, výzkumných ústavů a vysokých škol.

V úvodní přednášce nazvané *Separační techniky proč a jak?* seznámil pan Veyro (USSI ING) s vývojem membránových technik, jejich principy a výhodami při aplikaci v různých oborech potravinářského průmyslu, a to nejen v současné době, ale i v budoucnosti. V další přednášce věnované *zpracování mléka* se pan Daufin (INRA) zaměřil na tangenciální mikrofiltraci a ultrafiltraci mléka a syrovátky. Mlékárenství je obor, kde jsou tyto separační techniky nejvíce používány, proto zde došlo k největšímu rozmachu vývoje membrán vhodných pro tyto účely. Zmínil se o bakteriálním čištění mléka tangenciální mikrofiltrací, dále o standardizaci mléčných bílkovin ultrafiltrací nebo mikrofiltrací, dále o užití membránových metod při výrobě sýrů s následným zpracováním, pro zhodnocení jednotlivých složek. Zvláště výhodné jsou anorganické membrány pro svoji vysokou selektivitu i vynikající odolnost vůči čisticím prostředkům.

Velmi perspektivní jsou membránové reaktory použitelné pro zavádění biotechnologických výrob zcela nových potravinářských výrobků s vysokou nutriční hodnotou.

Zástupci dalších společností podrobně seznámili posluchače se širokými možnostmi využití a využívání těchto technik v mlékárenském oboru ve Francii, konkrétně ve Svazu mlékáren v Normandii (Union Laitiere Normande).

Velmi zajímavá byla i prezentace přednášky pana Bonneau (SCT) o *vývoji a vlastnostech keramických membrán,* které představují novou generaci pro všechny obory zpracování potravin.

Rovněž v nápojovém průmyslu a ve zpracování ovocných šťáv (zvláště jablečné šťávy) nacházejí membránové metody stále širší uplatnění, jak bylo doloženo v přednášce pana Briancourta (Tech. Sep.). Byly popsány kontinuální postupy pro čištění ovocných šťáv a zbavování přítomných mikroorganismů. Popsané techniky jsou velice výhodné nejen z hlediska kvality výsledného produktu, ale i z hlediska ekonomického. Kombinací membránových metod s následným použitím iontoměničů (pan Rousset — Applexion) lze upravovat výsledné pH produktu a získat tak zcela přírodní ovocné šťávy s požadovanými senzorickými i technologickými vlastnostmi.

V další přednášce se zabýval pan Veyre (USSI ING) *separačními, či spíše extračními technikami s použitím plynů, převážně CO_2 v nadkritickém stavu.* Tyto postupy, které se stále více uplatňují při získávání aromat a dalších přírodních složek z různých surovin nebo při odstraňování nežádoucích složek (dekofeinace kávy apod.), teprve čeká větší rozšíření v souladu s rozvojem potřebné techniky.

Závěrem lze říci, že konference splnila svůj účel, neboť účastníci měli možnost nejen se seznámit se stavem separačních technik používaných ve Francii, ale i navázat kontakty s představiteli těchto předních firem vyrábějících potřebná zařízení.

Ing. Zeno Šimůnek, CSc.

RASTLINNÉ BIELKOVINY VO VÝŽIVE, ICH HODNOTENIE VZHĽADOM NA VEK U POTKANOV

M. Krajčovičová-Kudláčková, E. Fecenková

KRAJČOVIČOVÁ-KUDLÁČKOVÁ, M. — FECENKOVÁ, E. (Výskumný ústav výživy ľudu, Bratislava): *Rastlinné bielkoviny vo výžive, ich hodnotenie vzhľadom na vek u potkanov.* Potravinárske Vědy, *9,* 1991 (2): 133—141.

Kazeín mlieka a glutén pšenice boli hodnotené na základe obsahu esenciálnych a neesenciálnych aminokyselín, ich vzájomného pomeru (E/N), zastúpenia esenciálnych a limitujúcich aminokyselín vzhladom na referenčnú bielkovinu (vajce) a výpočtu potenciálnej biologickej hodnoty (BH_p) a koeficientu kompenzácie (K). V biologickom experimente na laboratornych potkanoch veku 75 a 360 dní, ktorým sa 15 dní podávala potrava s optimálnym fyziologickým obsahom živín a zdrojom bielkovín kazeín-glutén, sa určila čistá proteinová utilizácia (net protein utilization-NPU) a čistý proteinový pomer (net protein ratio-NPR). Nízké hodnoty E/N pre glutén proti kazeinu (0,30—0,80), nízke zastúpenie esenciálnych a limitujúcich aminokyselín vzhladom na vajce (52 %—94 %, 18 %—69 %), nižšia BH_p (67—76) a nízky koeficient kompenzácie (—8 a 14) sa negatívne prejavili na hodnotách NPU a NPR u rastúcich zvierat vo veku 75 dní (potreba plnohodnotnej zmesi aminokyselín na zabezpečenie proteosyntézy v plnej miere). V dospelosti (360 dní) nižšia miera proteosyntézy (bielkoviny potrebné už nie na rast, ale prevážne na údržbu organizmu a obnovu tkanív) spôsobuje vyrovnané hodnoty NPR a málo znížené NPU, tzn. že deficitná bielkovina môže byť dostačujúca pre krytie potreby bielkovín na procesy anabolické.

kvalita bielkovín; kazeín-glutén; limitujúce aminokyseliny; potenciálna biologická hodnota; koeficient kompenzácie; čistá utilizácia bielkovín NPU; čistý bielkovinový pomer NPR; vek

Hodnoteniu kvality bielkovín podľa zastúpenia esenciálnych aminokyselín, ich pomeru k neesenciálnym a porovnania s referenčnou bielkovinou (FAO/WHO, 1973), doplnené o objasnenie úlohy limitujúcej aminokyseliny (Mitchell, 1964), chýbalo číselné vyjadrenie schopnosti organizmu využiť aminogram bielkovín z potravy na anabolické pochody organizmu, konkrétne miera podielu bielkovín na proteosyntéze. Racionálnu klasifikáciu bielkovín z tohto hľadiska s vyjadrením schopnosti organizmu adekvátne využiť esenciálne aminokyseliny uviedol Černikov (1986).

Podľa klasifikácie Černikova sme hodnotili kazeín mlieka a glutén pšenice. V následnom biologickom experimente sme zisťovali, ako sa kvalita bielkovín odrazí na ich utilizácii v organizme rastúcich laboratórnych potkanov a potkanov dospelých, teda s už ukončeným vývojom organizmu. Je známe, že sa s vekom mení pomer medzi tvorbou nových telových bielkovín a bielkovín pre obnovu tkanív, údržbu organizmu (Bressani et al., 1973; Krajčovičová-Kudláčková, Dibák, 1986, 1989a).

MATERIÁL A METÓDY

Biologický experiment bol robený na potkanoch — samcoch (kmeň Wistar, chovná stanica Velaz Praha) veku 75 dní (hmotnosť 203,2 ±5,8 g) a veku 360 dní (s hmotnosťou 477,0 ±9,4 g). Obe skupiny zvierat boli do začiatku experimentu držané na štandardnej Larsenovej potrave s obsahom 24 % bielkovín, 9 % tukov a 47 % sacharidov.

Počas experimentu dostávali zvieratá 15 dní (doba predpísaná na biologické testovanie bielkovín) potravu optimálneho zloženia živín (prv zisteného v našich experimentoch), ktorá obsahovala pre vek 75 dní: 12,5 % bielkovín (Dibák, 1980; Krajčovičová, Dibák, 1980), 15 % tukov (Krajčovičová, Dibák, 1982a), 46 % sacharidov (Krajčovičová, Dibák, 1982b), 4 % Osborneho soľnej zmesi (Henry, 1965), 22,5 % agaru a pre vek 360 dní: 6 % bielkovín, 8 % tukov (Krajčovičová-Kudláčková, 1985), 41 % sacharidov (Krajčovičová-Kudláčková, Dibák, 1989b), 4 % soľnej zmesi, 41 % agaru. Ako zdroj bielkovín bol použitý mliečny kazeín (Laktos, Praha) a pšeničný glutén (Slovenské škrobárne, Trnava), tukovým zdrojom bol margarín s obsahom nasýtených ku nenasýteným mastným kyselinám 20:80 a množstvo sacharidov v potrave tvoril pšeničný škrob a sacharóza vo fyziologickom pomere 86:14 (Henry, 1965). Potrava obsahovala ďalej štandardnú vitamínovú zmes (Henry, 1965).

Okrem experimentálnej potravy boli dve skupiny zvierat (v každom veku jedna skupina) nastavené na bezbielkovinovú potravu, potrebnú pre zistenie úbytku hmotnosti a obsahu telových bielkovín pre výpočet utilizácie bielkovín (NPR, NPU), v ktorej bola hodnota bielkovín optimálnej potravy nahradená rovnako energetickými sacharidmi.

Zvieratá umiestnené individuálne v klietkach s mriežkovou podlahou dostávali potravu aj vodu *ad libitum* okrem posledného experimentálneho dňa, kedy sme im 16 hodín pred usmrtením éterovou narkózou potravu odobrali. Po usmrtení a vyčistení GIT bola stanovená suchá hmotnosť zvierat (pri 105 °C do konštantnej hmotnosti) a po homogenizácii karkasov bol určený obsah telového dusíka, resp. bielkovín (N×6,25) Dumasovou metódou (Vondenhof, Schulte, 1979). Z jeho hodnot a príjmu dusíka za 15 dní experimentu (denne sa merala spotreba stravy) bola vypočítaná čistá proteínová utilizácia (net protein utilization-NPU) (Miller, Bender, 1955):

$$\text{NPU} = \frac{\text{retinovaný dusík}}{\text{príjem dusíka}} \times 100 =$$

$$= \frac{\text{telový dusík zvierat na bezbielkovinovej potrave v g} - \text{telový dusík zvierat na testovanej potrave v g}}{\text{príjem dusíka v g}} \times 100$$

Z prírastkov hmotnosti na testovanej potrave a úbytkov hmotnosti na bezbielkovinovej potrave a príjmu bielkovín sa stanovil čistý proteínový pomer (net protein ration-NPR) (Bender, Doell, 1957):

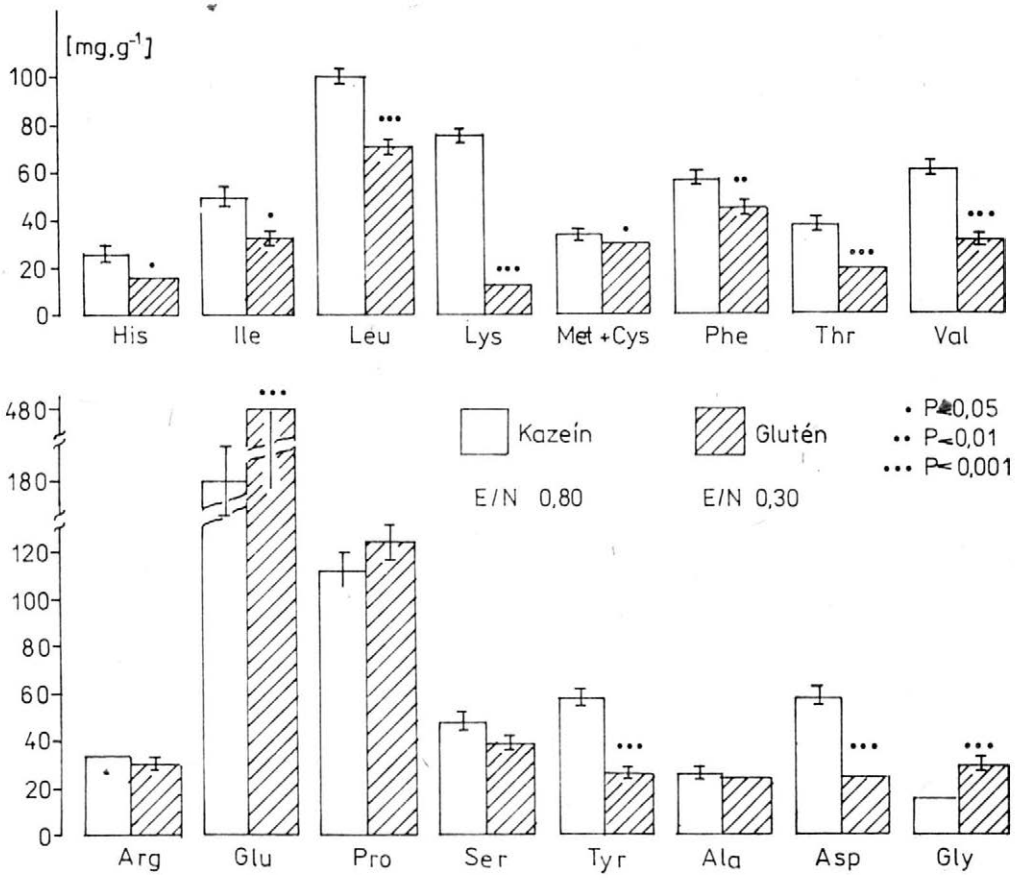
$$\text{NPR} = \frac{\text{prírastok hmotnosti zvierat na testovanej potrave v g} + \text{úbytok hmotnosti zvierat na bezbielkovinovej potrave v g}}{\text{príjem bielkovín v g}}$$

Obsah aminokyselín v hydrolyzátoch (kyslá hydrolýza HCl c = 6 mol/l) kazeínu a gluténu bol určený zautomatizovanou chromatografickou metódou (Spackman et al., 1958).

Obsah bielkovín v kazeíne, gluténe a v potrave bol určený Dumasovou metódou. Obsah tuku v margaríne a v potrave extrakčnou metódou Soxhletovou. Obsah sacharidov v škrobe, sacharóze, kazeíne, gluténe a v potrave sme stanovili Schoorlovou metódou (Príbela, 1978). Obsah živín v potrave bol v rozmedzí prípustných odchýlok (chyba 0,3—0,6 %) a je uvedený v g na 100 g potravy. Energetická hodnota potravy je pre vek 75 dní 1,71 MJ na 100 g potravy, pre vek 360 dní 1,22 MJ na 100 g potravy.

VÝSLEDKY

Na obr. 1 sú hodnoty aminokyselín (mg/g bielkovín) v kazeíne a gluténe. Výrazné rozdiely sú v obsahu väčšiny aminokyselín, no najmä v obsahu lyzínu, ktorý je limitujúcou aminokyselinou v gluténe a jeho obsah vzhľadom na kazeín je len 15,5 %. Z neesenciálnych aminokyselín je výrazný obsah kyseliny glutámovej v gluténe — 269 % hodnoty v kazeíne. Glutén je zložený z dvoch jednoduchých bielkovín — gliadínu, ktorý neobsahuje lyzín, má značné množstvo prolínu a glutamínu a glutenínu, ktorý má veľké množstvo kyseliny glutámovej (Krajčovičová, Dibák, 1979). Pomer esenciálnych aminokyselín ku neesenciálnym je pre kazeín 0,80 a pre glutén 0,30.



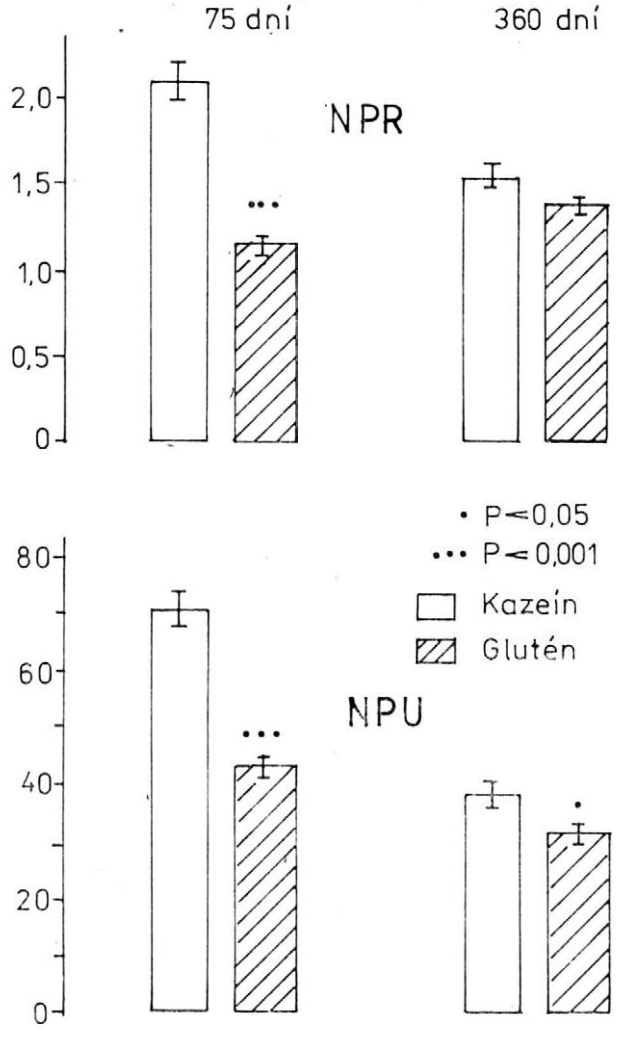
1. Obsah aminokyselín (mg.g^{-1} bielkovín) kazeínu mlieka a gluténu pšenice, pomer esenciálnych ku neesenciálnym aminokyselinám E/N — The contents of amino acids (mg.g^{-1} of proteins) of milk casein and wheat gluten, essential to nonessential amino acid ratio (E/N)

Hodnoty esenciálnych aminokyselín (v μmol na g bielkovín) pre vajce (referenčná bielkovina), kazeín a glutén (hodnoty pre vajce — FAO/WHO (1973), hodnoty pre kazeín a glutén — vlastné analýzy), ďalej hodnotenie bielkovín (Černikov, 1986) a výsledky biologického experimentu sú uvedené v tab. I. Vypočítali sme aminokyselinové skóre každej esenciálnej aminokyseliny (AS) ako percentuálny podiel jej obsahu vzhľadom na jej obsah v referenčnom proteíne a jeho rozdiely vzhľadom na limitujúcu aminokyselinu (metionín — kazeín, lyzín —

I. Hodnoty esenciálnych aminokyselín (EAK) (v $\mu mol \cdot g^{-1}$ bielkovín vajca, kazeínu a gluténu), podiel EAK vzhľadom na vajce, aminokyselinové skóre (AS), rozdiel aminokyselinového skóre (RAS) vzhľadom na limitujúce aminokyseliny, koeficient rozdielu aminokyselinového skóre (KRAS), potenciálna a experimentálna biologická hodnota (BH_p, BH_e), koeficient kompenzácie (K), čistá proteínová utilizácia (NPU) a čistý proteínový pomer (NPR) u laboratórnych potkanov veku 75 a 360 dní, ktoré 15 dní dostávali potravu s fyziologickým obsahom živín (12,5 — 6 % bielkovín, 15 — 8 % tukov, 46 — 41 % sacharidov) — The contents of essential amino acids (EAK) (in $\mu mol \cdot g^{-1}$ of egg, casein and gluten proteins), the EAK ratio with respect to egg, amino acid score (AS), amino acid score difference (RAS) with respect to limiting amino acids, coefficient of amino acid score difference (KRAS), potential and experimental biological value (BH_p, BH_e), coefficient of compensation (K), net protein utilization (NPU) and net protein ratio (NPR) in laboratory rats of the age 75 and 360 days which were administered for 15 days a diet with the physiological content of nutrients (12.5 — 6 % proteins, 15 — 8 % fat, 46 — 41 % saccharides)

EAK	Vajce	Kazeín	AS	RAS	Glutén	AS	RAS
His	155	168 ±26	108	39	99 ± 6	64	46
Ile	503	374 ±43	75	6	247 ±20	49	31
Leu	671	757 ±26	113	44	539 ±19	80	62
Lys	438	514 ±16	118	49	80 ± 4	18	0
Met	208	179 ±16			80 ± 5		
Cys	96	30 ± 2			75 ± 3		
Met+Cys	304	209	69	0	155	51	33
Phe	351	338 ±13			265 ±16		
Tyr	237	317 ±10			145 ± 8		
Phe+Tyr	588	655	112	43	410	70	52
Thr	428	302 ±23	71	2	152 ± 9	36	18
Val	632	512 ±22	81	12	259 ±16	41	23
Σ EAK	3719	3491			1941		
$\frac{\text{EAK}}{\text{EAK vajca}} \cdot 100$		94			52		
KRAS		24			33		
100—KRAS = BH_p		76			67		
BH_e (Černikov, 1986)		90			59		
K		14			—8		
NPR ($n = 6$)		75 dní 2,10 ±0,14			75 dní 1,13 ±0,06		
		360 dní 1,52 ±0,07			360 dní 1,37 ±0,04		
NPU ($n = 6$)		75 dní 70,6 ±3,4			75 dní 42,8 ±2,0		
		360 dní 38,5 ±2,3			360 dní 31,2 ±2,0		

— glutén). Priemerná hodnota rozdielov aminokyselinového skóre (RAS) udáva koeficient rozdielov aminokyselinového skóre (KRAS). Hodnota KRAS pre kazeín je 24 a pre glutén 33. Potenciálna (teoretická) biologická hodnota $BH_p = 100 —$ KRAS, má pre kazeín hodnotu 76, pre glutén 67. Rozdiel experimentálnej biologickej hodnoty BH_e a BH_p udáva koeficient kompenzácie bielkovín (K) (Černikov, 1986), ktorý pre kazeín má hodnotu 14 a pre glutén —8.



2. Čistý bielkovinový pomer (NPR) a čistá bielkovinová utilizácia (NPU) u laboratórnych potkanov veku 75 a 360 dní, ktoré 15 dní dostávali potravu fyziologického obsahu živín so zdrojom bielkovín kazeín, glutén (12,5 — 6 % bielkovín, 15 — 8 % tukov, 46 — 41 % sacharidov) — Net protein ratio (NPR) and net protein utilization (NPU) in laboratory rats of the age 75 and 360 days which were administered for 15 days a diet with the physiological content of nutrients and with casein and gluten as a protein source (12.5 — 6 % proteins, 15 — 8 % fat, 46 — 41 % saccharides)

V tab. I a na obr. 2 sú uvedené hodnoty čistej proteínovej utilizácie NPU a čistého proteínového pomeru NPR (rastová hodnota bielkovín). Významné rozdiely sú medzi kazeínom a gluténom v hodnotách NPR a NPU u mladých 75-dňových zvierat v smere výrazného zníženia hodnôt pre glutén, no pre vek 360 dní je NPR nevýznamne nižšie, NPU je znížené na hranici významnosti.

DISKUSIA

Pre potreby tvorby telových bielkovín je potrebné, aby organizmus prijímal všetky esenciálne aminokyseliny a v takom množstve a pomere k neesenciálnym aminokyselinám, ako sú v referenčnej bielkovine slepačieho vajca alebo kravského mlieka (FAO/WHO, 1973; FAO/WHO, UNO, 1985), lebo len tak môžu byť adekvátne využité pre proteosyntézu. Pomer esenciálnych ku neesenciálnym aminokyselinám v bielkovine alebo zmesi bielkovín má byť blízky číslu jeden, vtedy je aminogram prijímanej zmesi aminokyselín vyvážený a plne využiteľný pre syntézu bielkovín. Ďalší krok v hodnotení kvality bielkovín urobil Mitchell (1964) objasnením úlohy limitujúcej aminokyseliny. Prvá deficitná aminokyselina určuje stupeň produktívneho využitia (t. zn. na plastické, anabolické pochody) všetkých ostatných esenciálnych aminokyselín. Je známe, že bielkoviny rastlinného pôvodu majú výrazné zníženie obsahu niektorej esenciálnej aminokyseliny (napr. obiloviny — lyzín, strukoviny — síru obsahujúce aminokyseliny; výnimkou sú bielkoviny zemiakov), čo spôsobuje jednak nevyváženosť aminokyselín (nízky pomer E/N) a jednak znížený mieru proteosyntézy, pretože podľa Mitchella limitujúca aminokyselina je iniciátorom syntézy peptidového reťazca.

V predkladanej práci porovnaním kazeínu a gluténu vychádza zastúpenie všetkých esenciálnych aminokyselín oproti referenčnej belkovine pre kazeín 94 %, pre glutén 52 %, pomer E/N 0,80 a 0,30 a porovnanie obsahu limitujúcej aminokyseliny vzhľadom na obsah v referenčnom proteíne 69 % a 18 %. Tieto skutočnosti sa nepriaznivo pre glutén odrazili aj v biologickom experimente. Čistá bielkovinová utilizácia NPU (vyjadruje mieru využiteľnosti prijatých bielkovín pre anabolické pochody) a tiež čistý bielkovinový pomer NPR (zvýrazňuje potrebu bielkovín pre rast) sú významne znížené pre glutén u rastúcich zvierat veku 75 dní. Pre vek 360 dní, čo sú dospelé zvieratá s ukončeným rastom, je situácia iná. U nich sú bielkoviny potrebné prevažne pre procesy údržby organizmu a obnovy tkanív a orgánov (Krajčovičová-Kudláčková, Dibák, 1989b). Preto aj NPR má pre dospelý vek rovnakú hodnotu v prípade hodnotnej, aj menej hodnotnej bielkoviny, resp. proteosyntéza v dospelom veku (obnova tkanív a orgánov) prebieha v menšej miere, k čomu postačujú hodnoty esenciálnych aminokyselín vrátane limitujúcej v „nevyváženej" bielkovine. S tým súvisí aj takmer vyrovnaná utilizácia bielkovín (zníženie na hranici významnosti).

Využijúc princíp Mitchella, Černikov (1986) zaviedol nové hodnotenie kvality bielkovín — podľa koeficientu kompenzácie *K*, ktorému predchádza koeficient rozdielnosti aminokyselinového skóre *(KRAS)*. Získa sa ako priemerná hodnota rozdielov ôsmich esenciálnych aminokyselín (vrátane cystínu a tyrozínu) vzhľadom na referenčnú bielkovinu.

Čím je nižšia hodnota KRAS, tým je bielkovina kvalitnejšia z hľadiska jej primárnej funkcie v organizme (24 — kazeín, 33 — glutén), pretože KRAS predstavuje zbytok esenciálnych aminokyselín, ktorý sa nevyužije na plastické potreby organizmu a využíva sa na katabolické pochody bielkovín. Stupeň produktívneho využitia esenciálnych aminokyselín na proteosyntézu alebo potenciálna (teoretická) biologická hodnota BH_p = = 100 — *KRAS*. Rozdiel experimentálnej a teoretickej biologickej hodnoty predstavuje koeficient kompenzácie bielkovín a znamená číselne vyjadrenú mieru schopnosti organizmu využiť aminogram bielkovín potravy na úkor poolu esenciálnych aminokyselín a odpovedajúceho zníženia ich katabolizmu. Podľa klasifikácie Černikova do prvej skupiny patria referenčné bielkoviny s vysokým koeficientom kompenzácie 20—35, do druhej ostatné živočíšne bielkoviny, ale aj sója a ďalšie strukoviny (K blízke nule, vysoká hodnota BH_p) a tretiu skupinu tvoria bielkoviny zrnovín s nerovnováhou esenciálnych aminokyselín, ktoré majú nižšiu hodnotu BH_p a nízke hodnoty K (okolo nuly v kladnom aj zápornom smere). Koeficient kompenzácie pre kazeín 14 a pre glutén —8 potvrdzuje hodnoty biologického experimentu NPR a NPU. Vyjadruje u kazeínu dobrú využiteľnosť bielkovín organizmom rastúcich zvierat veku 75 dní a súčasne zaraďuje glutén aj týmto novým hodnotením do skupiny menej hodnotných bielkovín (pri ich sólo podávaní). Výsledky súčasne dokumentujú aplikáciu takejto klasifikácie bielkovín pre mladý, vyvíjajúci sa organizmus. V dospelosti vzhľadom na potrebu nižšej miery proteosyntézy sa rozdiely v jednotlivých skupinách triedenia bielkovín stierajú.

Na záver treba na základe výsledkov predkladanej práce poznamenať, že v období súčasného rozvoja tzv. alternatívnej výživy si treba uvedomiť, že vyvíjajúci sa organizmus potrebuje na priebeh proteosyntézy v plnom rozsahu a teda na výstavbu prijímať plnohodnotnú zmes aminokyselín.

Literatúra

BENDER, A. E. — DOELL, B. H.: Biological evaluation of proteins, a new aspect. Brit. J. Nutr., *11*, 1957, č. 2, s. 140—148.

BRESSANI, R. — VITERI, F. — ELIAS, L. G.: The usefulness of results with human beings in standardizing rat assays. In: PORTER, J. W. C. — ROLLS, A. B.: Protein in human nutrition. London, New York, Academic Press 1973, 560 s.

ČERNIKOV, M. P.: K voprosu o racionaľnoj klassifikacii piščevych belkov. Vop. Pitan., *55*, 1986, č. 5, s. 68—70.

DIBÁK, O.: Utilizácia rôznych proteínov a niektoré ukazovatele látkovej premeny pri rôznych nutričných stavoch. Bratislava, VÚVĽ 1980, 108 s.

HENRY, K. M.: A comparison of biological methods with rats for determining the nutritive value of proteins. Brit. J. Nutr., *19*, 1965, č. 4, s. 125—135.

KRAJČOVIČOVÁ-KUDLÁČKOVÁ, M.: Metabolické regulačné vzťahy za rôznych nutričných podmienok. Bratislava, VÚVĽ 1985, 51 s.

KRAJČOVIČOVÁ, M. — DIBÁK, O.: Vplyv rôzneho príjmu tukov na biologickú hodnotu bielkovín. Bratisl. lek. Listy, *71*, 1979, č. 2, s. 179—187.

KRAJČOVIČOVÁ, M. — DIBÁK, O.: Protein utilization in correlation to protein intake. Physiol. bohemoslov., *29*, 1980, č. 1, s. 37—47.

KRAJČOVIČOVÁ, M. — DIBÁK, O.: Determination of the optimum dose of fats in the food of rats of different ages. Physiol. bohemoslov., *31*, 1982a, č. 2, s. 175—181.

KRAJČOVIČOVÁ, M. — DIBÁK, O.: Utilizácia bielkovín u potkanov pri rôznom príjme tukov a sacharidov. Veter. Med. (Praha), *27*, 1982b, č. 1, s. 45—56.

KRAJČOVIČOVÁ-KUDLÁČKOVÁ, M. — DIBÁK, O.: The relationship between protein retention and energy requirements in rats of different ages. Physiol. bohemoslov., *35*, 1986, č. 3, s. 243—250.

KRAJČOVIČOVÁ-KUDLÁČKOVÁ, M. — DIBÁK, O.: Utilizácia bielkovín a vysoký príjem tukov a sacharidov u potkanov veku 30 až 150 dní. Veter. Med. (Praha), *34*, 1989a, č. 6, s. 361—370.
KRAJČOVIČOVÁ-KUDLÁČKOVÁ, M. — DIBÁK, O.: Utilizácia bielkovín z hľadiska veku a rôznej výživy v experimente. Československ. Gastroentrol. Výž., *43*, 1989b, č. 4, s. 244—250.
MILLER, D. S. — BENDER, A. E.: The determination of the net utilization of proteins by a shortened method. Brit. J. Nutr., *9*, 1955, č. 4, s. 382—388.
MITCHELL, H. H.: Comparative nutrition of man and domestic animals. New York, Academic Press 1964, s. 595—604.
PRÍBELA, A.: Analýza prírodných látok v poživatinách. Bratislava, Alfa 1978, 430 s.
SPACKMAN, D. H. — STEIN, W. H. — MOORE, S.: Automatic recording apparatus for use in the chromatography of amino acids. Analyt. Chem., *30*, 1958, č. 7, s. 1190—1206.
VONDENHOF, T. — SCHULTE, K.: Bestimmmung des Stickstoffs bei Fleischerzeugnissen nach dem Kjeldhal- und dem Dumas-Verfahren. Dtsch. Lebensm.-Rundsch., *75*, 1979, s. 187—189.
FAO/WHO. Energy and protein requirements. Rep. joint FAO/WHO ad hoc committee. Geneva, FAO/WHO, 1973, 118 s.
FAO/WHO, UNO: Energy and protein requirements. Rep. joint. FAO/WHO/UNO meeting. Tech. Rep. Ser. 724, Geneva, WHO 1985.

Došlo dňa 23. 10. 1989

КРАЙЧОВИЧОВА-КУДЛАЧКОВА, М. — ФЕЦЕНКОВА, Е. (Научно-исследовательский институт питания населения, Братислава): **Растительный белок в питании и его оценка с учетом возраста.** Potravinářské Vědy, *9*, 1991 (2): 133—141.

Казеин молока и глютенин пшеницы оценивались на основании содержания заменимых и незаменимых амиокислот, их взаимного соотношения (З/Н), содержания заменимых и жизненно важных аминокислот с учетом сравнительного белка (яйца) и расчета потенциального биологического значения (BH_p) и коэффициента компенсации (К). В биологическом опыте на лабораторных пасюках с возрастом 75 и 360 дней, которым 15 суток подавалась пища с оптимальным физиологическим содержанием питательных веществ и источником белков казеин-глютеин, определилось использование чистого белка (net protein utilization — NPU) и чистое соотношение белков (net protein ratio — NPR). Низкие значения З/Н для глютенина в противоположность казеина (0,30—0,80), низкое содержание заменимых и жизненно важных аминокислот при учете, что это яйца (52 % — 94 %, 18 % — 69 %), более низкая BH_p (67—76) и низкий коэффициент компенсации (—8 — 14) отрицательно сказались на значениях NPU и NPR у растущих животных в возрасте 75 дней (потребность полноценной смеси аминокислот для обеспечения синтеза белка в полной мере). В стадии взрослых особей (360 дней) более низка мера синтеза белка (белок необходимый уже не для роста, но в основном для поддержания организма и обновления тканей) способствует выравненным значениям NPU и несколько заниженным значениям NPR, то значит, что недостающий белок может хватать для покрытия потребности белка на процессы анаболизма.

качество белков; казеин-глютенин; жизнено важные аминокислоты; потенциональное биологическое значение; коэффициент компенсации; использование чистого белка NPU; чистое соотношение белков NPR; возраст

KRAJČOVIČOVÁ-KUDLÁČKOVÁ, M. — FECENKOVÁ, E. (Research Institute of Human Nutrition, Bratislava): *Vegetable proteins in human nutrition, their evaluation with respect to age of rats.* Potravinářské Vědy, *9*, 1991 (2): 133—141.

Milk casein and wheat gluten were evaluated by the contents of essential and non-essential amino acids, acid ratio (E/N), proportions of essential and limiting amino acids with respect to a reference protein (egg) and by means of calculations of potential biological value (BH_p) and coefficient of compensation (K). Net protein utilization NPU and net protein ratio NPR were determined in a biological experiment with laboratory rats of the age 75 and 360 days which were administered for 15 days a diet with the optimum physiological content of nutrients, and casein and gluten as a protein source. The low E/N values for the gluten to casein ratio (0.30—0.80),

low proportions of essential and limiting amino acids with respect to egg (52 %—94 %, 18 %—69 %), lower value BH_P (67—76) and low coefficient of compensation (—8 to 14), influenced negatively the NPU and NPR values in growing animals at the age of 75 days (the need of valuable mixture of amino acids to cover all requirements of proteosynthesis). At an adult age (360 days) the lower rate of proteosynthesis (the proteins are needed no more for the growth but mostly for organism maintenance and tissue regeneration) leads to the balanced NPR values and to somewhat reduced NPU values, that means deficient protein can cover sufficiently the needs of proteins for anabolic processes.

protein quality; casein-gluten; limiting amino acids; potential biological value; coefficient of compensation; net protein utilization; net protein ratio; age

KRAJČOVIČOVÁ-KUDLÁČKOVÁ, M. — FECENKOVÁ, E. (Forschungsinstitut für Volksernährung, Bratislava): *Pflanzliche Proteine in der Ernährung, ihre Bewertung in bezug auf das Alter der Ratten.* Potravinářské Vědy, *9*, 1991 (2): 133—141.

Das Milchkasein und das Weizengluten wurden in bezug auf den Gehalt an essentiellen und nichtessentiellen Aminosäuren, auf ihr Verhältnis (E/N), auf die Vertretung der essentiellen und der limitierenden Aminosäuren in bezug auf das Referenzprotein (Eier) und in bezug auf die Berechnung des potentiellen biologischen Wertes (BH_P) und des Kompensationskoeffizienten (K) bewertet. Im biologischen Versuch an Laborratten im Alter von 75 und 360 Tagen, an die 15 Tage lang Futter mit optimalen physiologischem Gehalt an Nährstoffen und Kasein-Gluten-Quellen verfütter worden war, konnten die Nettoproteinverwertung (net protein utilization — NPU) und das Nettoproteinverhältnis (net protein ratio — NPR) bestimmt werden. Niedrige E/N-Werte für Gluten im Vergleich zu Kasein (0,30—0,80), niedrige Vertretung der essentiellen und limitierenden Aminosäuren in bezug auf die Eier (52 %—94 %, 18 %—69 %), niedriger BH_P (67—76) und niedriger Kompensationkoeffizient (—8 — 14) wirkten sich negativ auf die NPU- und NPR-Werte bei wachsenden Tieren im Alter von 75 Tagen (Bedarf an vollwertigem Aminosäurengemisch zur Sicherstellung der Proteosynthese in vollem Masse) aus. Im reifen Alter (360 Tage) verursacht eine geringere Proteosynthese (die Proteine werden nicht mehr für das Wachstum, sondern vor allem für die Instandhaltung des Organismus und die Erneuerung der Gewebe benötigt) ausgeglichene NPR-Werte und nur einigermassen geringere NPU-Werte, was bedeutet, dass die defizi-ten Proteine für die Deckung des Bedarfes an Proteinen für anabolische Prozesse genügend sein können.

Proteinqualität; Kasein-Gluten; limitierende Aminosäuren; potentieller biologischer Wert; Kompensationskoeffizient; Nettoproteinverwertung (NPU); Nettoproteinverhältnis (NPR); Alter

Adresa autorov:

Ing. Marica Krajčovičová-Kudláčková, CSc., MUDr. Emília Fecenková, CSc., Výskumný ústav výživy ľudu, Limbova 14, 833 37 Bratislava

NEKROLOG

Prof. ing. dr. JAN ZVONÍČEK (narozen 25. dubna 1913, zemřel 15. března 1991)

Na profesora Zvoníčka budeme už jen vzpomínat. Tisíce jeho žáků, zejména ze strojní fakulty ČVUT v Praze však dále rozvíjí jeho myšlenky, zkušenosti i jeho pojetí práce inženýra při návrhu a výrobě strojů i při výrobě potravin. Profesor Zvoníček na studenty nepohlížel jen ze stupínku katedry jako jejich učitel, ale viděl v nich především své budoucí spolupracovníky a přátele. Proto byl tak vynikajícím pedagogem.

Soupis všech jeho činností, hodností a funkcí je velmi široký, ale domnívám se, že je to jen zlomek toho co mu právem náleželo. Vlastně celou druhou polovinu života musel překonávat mnohá nepochopení i protivenství. I umírání svého nadějného syna musel prožít. Přesto dokázal být člověkem s pochopením pro druhé, usměvavým, ušlechtilým, ale i stále statečným, upřímným a otevřeným ve svých postojích a názorech.

Profesor Zvoníček vystudoval Vysokou školu strojního a elektrotechnického inženýrství ČVUT v Praze. Nejdříve působil jako konstruktér chladicích strojů v ČKD Praha. Poté pracoval ve Svazu pro mléko a tuky, zvláště v oblasti mlékárenské techniky. Významné bylo jeho ředitelské působení ve Svazu pro výzkumnictví v průmyslu výživy, kde formuloval základy moderně pojatého výzkumu výroby potravin z hlediska techniky. Svaz byl však brzy po roce 1948 ke škodě československé potravinářské výroby likvidován. Po značných těžkostech se profesoru Zvoníčkovi podařilo po roce 1950 pokračovat ve svém úsilí o novou koncepci techniky potravinářské výroby (nikoliv jen jednotlivých oborů), a to na ČVUT v Praze. Ze skromných začátků doporučeného předmětu zakládá ústav, jež svojí koncepcí výuky potravinářského inženýrství a stavby potravinářských strojů, se stává vzorem nejen pro obdobné specializace v Bratislavě a Brně, ale i pro řadu ústavů v zahraničí. V tom předběhl dobu a za svého života mohl se zadostiučiněním pozorovat naplňování svých idejí.

Práce profesora Zvoníčka nebyla omezena jen na vysokou školu. Naopak měl úžasně živý vztah k podnikové potravinářské i strojírenské praxi, výzkumu a vývoji. Velmi těžce nesl likvidaci československého potravinářského strojírenství v padesátých letech. Celý život nepřestal usilovat o renesanci této výroby strojů v Československu. Teprve dnešní doba mu pomalu dává znovu za pravdu, vždyť tento obor vyhovuje naturelu a tradici československé strojírenské výroby, je významný a výhodný pro náš stát.

Profesor Zvoníček měl víru, že každá práce se musí udělat poctivě ne proto, že ji někdo nařídil nebo byla výnosná, ale proto, že to tak mezi lidmi má být. Byl na světě rád. Snažil se vždy vytvářet kolem sebe život lidštější než ve skutečnosti bývá. I proto budeme na něho vzpomínat.

Ing. Miloslav Adam, CSc.

HODNOCENÍ SENZORICKÉ JAKOSTI EXTRUDOVANÉHO KŘEHKÉHO CHLEBA

J. Pokorný, M. Vierecklová, E. Jasná, J. Davídek, D. Pokorný, J. Holas

POKORNÝ, J. — VIERECKLOVÁ, M. — JASNÁ, E. — DAVÍDEK, J. — POKORNÝ, D. — HOLAS, J. (Vysoká škola chemicko-technologická, Praha; Výzkumný ústav potravinářského průmyslu, Praha; Výzkumný ústav mlýnského a pekárenského průmyslu, Praha): *Hodnocení senzorické jakosti extrudovaného křehkého chleba*, Potravinářské Vědy, *9*, 1991 (2): 143—153.

Pro stanovení senzorického profilu křehkého chleba vyrobeného extruzním procesem byl vypracován systém zahrnující 18 deskriptorů hodnocených devítibodovou kategorovou ordinální stupnicí nebo grafickou nestrukturovanou stupnicí. Mezi výsledky dosaženými oběma stupnicemi byla velmi dobrá shoda. Stanovení intenzity křupavých zvuků doprovázejících konzum křehkého chleba bylo méně přesné než stanovení texturních ukazatelů. Výrobku s vyšší křehkostí odpovídaly intenzívnější křupavé zvuky. Reprodukovatelnost hodnocení vyjádřená jako průměrný rozdíl výsledků dvou hodnotitelů při téže zkoušce činila u kategorových stupnic jeden bod, pouze při stanovení celkové jakosti textury byla horší (dva body). U grafických stupnic použitých u téhož ukazatele byla reprodukovatelnost mírně lepší než u devítibodové kategorové stupnice, ale u některých méně dobře definovaných ukazatelů byla horší. K hodnocení s uspokojivou přesností se ukázalo žádoucí alespoň šest hodnotitelů.

křehký chléb; senzorický profil; textura; hodnotitelská stupnice

V posledních 10 letech rychle roste výroba a konzum extrudovaných cereálních výrobků (Dixon, 1983). Svědčí o tom prudký rozvoj technologie a sortiment produkovaných výrobků (Harper, 1981; O'Connor, 1987). Také u nás byla zavedena výroba různých cereálních produktů extruzní technologií (Poskočilová, Holas, 1985a,b). Příčinou tohoto rozvoje je snadná výroba, úspory energie, zkrácení výrobní doby, ale v neposlední řadě žádané organoleptické vlastnosti, především textura, dané mikrostrukturou extrudovaného výrobku (Stanley, 1986).

Shodou okolností rostl ve stejné době také význam textury potravin u většiny spotřebitelů a u mnohých potravinářských výrobků se jí dnes přisuzuje větší význam než chuti a aromatu (Múñoz, Civille, 1987). Byly proto vypracovány speciální techniky senzorické analýzy pro hodnocení textury (Szczesniak, 1987). Zvláště velký důraz se klade na křehkost výrobku (Szczesniak, 1988), a ta je právě předností extrudovaných výrobků. Spotřebitelé oceňují také křupavé zvuky doprovázející konzum extrudovaných výrobků (Vickers, 1983).

Z těchto důvodů byl vypracován systém senzorického hodnocení extrudovaných výrobků (Seiler, 1980). Antila et al. (1984) aplikovali a modifikovali tento postup pro senzorickou analýzu extrudovaného křeh-

kého chleba, přičemž hodnotili vedle jiných senzorických ukazatelů i texturu. Právě pro kontrolu křehkého chleba bylo zjištěno, že je užitečné sledovat soubor hmatových vjemů v ústní dutině při žvýkání (Linko et al., 1984). Senzorické ukazatele byly u křehkého chleba doplněny vhodnými ukazateli instrumentální analýzy (Andersson et al., 1973). Ve Výzkumném ústavu mlýnského a pekárenského průmyslu zavedli (Dědková et al., 1985) pro hodnocení texturního profilu extrudovaných výrobků hodnotitelské schéma s pěti deskriptory.

Pro trvanlivý chléb jsme vypracovali senzorický profil textury (Pokorný et al., 1988), který se vyznačoval větším počtem deskriptorů a komplexností posouzení ve všech fázích konzumu. Vypracovali jsme obdobné hodnotitelské schéma pro křehký chléb a vyhodnotili jeho přesnost.

MATERIÁL A METODY

Plátky křehkého chleba byly vyrobeny ze žitné, pšeničné, ječné a kukuřičné mouky, pšeničných otrub, směsi mouky se sušeným mlékem na dvoušnekovém extrudéru Continua (Werner & Pfleiderer, Stuttgart, SRN) a byly baleny po 10 kusech do celofánu; podrobnosti o technologii výroby uveřejnili Holas a Poskočilová (1986a).

Senzorická analýza probíhala ve zkušební místnosti zařízené v souladu s mezinárodní normou (ISO, 8589). Vzorky hodnotil soubor školených hodnotitelů (absolvovali 60hodinový kurs senzorické analýzy a nejméně šest měsíců praxe, z toho asi 60 % v profilové analýze, měli odborné vysokoškolské vzdělání a byli šest hodin zaškolováni na speciální posuzování křehkého chleba).

K hodnocení byly podávány denně dva až tři vzorky v randomizovaných blocích, vždy dva plátky křehkého chleba na bílém porcelánovém talířku opatřeném čtyřmístným číselným kódem.

V souladu s požadavky normy ISO 6564 byl vypracován senzorický profil o 18 deskriptorech, zahrnujících chuťové, texturní a akustické vjemy; pořadí deskriptorů bylo upraveno tak, aby následovaly po sobě obdobně jako při běžném konzumu křehkého chleba. K hodnocení sloužily kategorové ordinální hedonické nebo intenzitní stupnice nebo grafické nestrukturované orientované stupnice, představované úsečkami 145 mm dlouhými; obojí typy stupnic odpovídaly požadavkům mezinárodní normy ISO 6564.

Vzhledem ke složitosti hodnotitelského schématu a počtu deskriptorů byli hodnotitelé předem ústně i písemně instruováni o úkolech zkoušky a o způsobu vyplňování protokolového formuláře. Zacvičeni byli ve čtyřech zkouškách po dvou vzorcích.

U všech kategorových devítibodových stupnic byl uveden slovní popis příslušného stupně jen u 1., 3., 5., 7. a 9. stupně, kdežto sudé stupně byly bez popisu.

Nejprve dostal hodnotitel za úkol uchopit oběma rukama plátek chleba, rozlomit jej a přitom sledovat snadnost rozlomení; hodnotil ji podle devítibodové stupnice s číselným označením a se slovním popisem vybraných stupňů: 1 = zlomí se velmi lehce; 3 = zlomí se poměrně snadno, ale již větší silou; 5 = zlomí se, ale teprve velkou silou; 7 = při lámání se ohýbá, ale hůř se láme; 9 = lehce se ohne, ale nezlomí se. Zároveň hodnotili intenzitu zvuků doprovázejících rozlomení, a to grafickou metodou, kdy levý konec úsečky odpovídal neznatelným zvukům, kdežto pravý konec velmi silnému zvuku.

Dalším úkolem hodnotitele bylo, aby uchopil zkoumaný plátek křehkého chleba do jedné ruky a stlačoval jej mezi palcem a ukazováčkem proti sobě; měl přitom pozorovat, jaký klade plátek odpor a zda jej může rozdrtit a jakým tlakem; obdobně jako v předešlém případě použil devítibodovou číselnou stupnici, kde některé stupně byly definovány slovním popisem: 1 = drtí se neobyčejně snadno, je velmi křehký; 3 = je dosti křehký; 5 = je málo křehký; 7 = je poměrně vláčný; 9 = je velmi vláčný, vůbec se nerozdrtí. Zároveň hodnotili tlak, potřebný k rozdrcení nebo stlačení plátku, a to s použitím grafické stupnice, kde levý konec úsečky odpovídal nepatrnému tlaku a pravý konec velmi velkému tlaku. Při tomto úkonu hodnotili také intenzitu zvuku doprovázejícího drcení, přičemž užili grafickou stupnici, kde levý konec úsečky odpovídal zvuku neznatelnému a pravý konec zvuku velmi silnému.

Třetím úkolem bylo, aby hodnotitel ukousl část plátku křehkého chleba předními zuby a sledoval, jak snadno se sousto ukousne z plátku. Snadnost ukousnutí hodnotili s použitím devítibodové číselné stupnice, kde část stupňů byla blíže definována slovním po-

pisem: 1 = ukousne se neobyčejně snadno; 3 = poměrně snadno; 5 = nepříliš snadno; 7 = poměrně obtížně; 9 = velmi obtížně. Zároveň hodnotili intenzitu zvuku doprovázejícího ukousnutí, a to graficky, kde levý konec úsečky odpovídal zvuku neznatelnému, zatímco pravý konec zvuku velmi silnému.

Poměrně nenáročný byl následující úkol, kdy měl hodnotitel krátce žvýkat čerstvě ukousnuté sousto mezi stoličkami a sledovat snadnost žvýkání (během prvních dvou až sedm sekund), než se sousto stačí smísit se slinami a částice ztratí křehkost. Sledovali, jak snadno se sousto drtí a jakou silou je třeba stlačovat sousto čelistmi při žvýkání. K hodnocení použili devítibodovou číselnou stupnici, zase u každého lichého stupně blíže definovanou slovním popisem: 1 = žvýká se neobyčejně snadno; 3 = poměrně snadno; 5 = nepříliš snadno; 7 = poměrně obtížně; 9 = velmi obtížně. Zároveň hodnotili graficky sílu potřebnou ke žvýkání (tvrdost) sousta chleba, kde levá strana úsečky odpovídala síle nepatrné a pravá strana síle velmi velké. Dále hodnotili křehkost, rozpadavost částic při žvýkání, přičemž byli speciálně upozorněni, že jde o etapu žvýkání než se sousto smísí se slinami. Hodnotilo se opět graficky, kde levý konec úsečky odpovídal soustu velmi křehkému, zatímco pravý konec soustu velmi vláčnému. Posledním úkolem na počátku žvýkání bylo určit intenzitu zvuků, než se sousto začne mísit se slinami; hodnotilo se graficky, kde levý konec úsečky odpovídal zvuku neznatelnému, pravý konec velmi silnému.

Při delším žvýkání se již začalo značně uplatňovat působení slin a hodnotitel měl za úkol pozorovat, jak snadno sousto pohlcuje sliny. Použil devítibodovou číselnou stupnici, jejíž každý druhý stupeň byl přesněji definován slovním popisem: 1 = sousto pohlcuje sliny neobyčejně snadno; 3 = dosti snadno; 5 = ještě uspokojivě; 7 = dosti špatně; 9 = velmi špatně.

Po důkladném rozžvýkání měl hodnotitel za úkol si všimnout snadnosti polykání sousta. K hodnocení použil devítibodovou číselnou stupnici se zpřesňujícím slovním popisem lichých stupňů: 1 = sousto se polyká neobyčejně hladce, neobyčejně snadno; 3 = dosti snadno, bez potíží; 5 = nepříliš snadno; 7 = dosti špatně, s obtížemi; 9 = = velmi špatně, škrábe, vázne v krku.

Po spolknutí měl hodnotitel komplexně zhodnotit chuť chleba, přičemž si měl hlavně všímat jejího vývoje během žvýkání, jak se sousto postupně mísí se slinami. K hodnocení použil grafickou stupnici, kde levý konec odpovídal chuti vynikající, kdežto pravý konec chuti velmi špatné.

Souběžně s chutí měl hodnotitel také sledovat čerstvost křehkého chleba, a to komplexně na základě posouzení chuti i textury. Výsledek znázornil na grafické stupnici, jejíž levý konec odpovídal vzorku zcela čerstvému a pravý konec vzorku velmi starému, dlouho skladovanému.

Posledním úkolem bylo zhodnotit komplexně texturu, jak odpovídala očekávání hodnotitelů, jaké by měl mít křehký chléb vlastnosti. K tomu účelu se nejprve použila grafická stupnice, jejíž levý konec odpovídal textuře vynikající a pravý konec textuře velmi špatné. Navíc měl texturu zhodnotit také devítibodovou kategorovou stupnicí s částečným slovním popisem vybraných stupňů, kde 1 = textura vynikající; 3 = velmi dobrá; 5 = uspokojivá; 7 = ještě přijatelná; 9 = velmi špatná. Závady textury měl hodnotitel blíže definovat a k tomuto účelu byl předložen seznam s pěti deskriptory: a = příliš malá křehkost; b = přílišná vláčnost, velká houževnatost; c = velká tvrdost, tuhost; d = špatná žvýkatelnost; e = lepivost, gumovitost. Hodnotitel směl zaškrtnout i více než jednu odpověď a mohl připsat libovolný počet dalších závad v seznamu neuvedených.

Jak je z popisu jednotlivých stupňů kategorové stupnice patrno, nešlo o stupnice symetrické; asymetričnost popisu byla záměrná, protože nám šlo o to, aby více stupňů připadalo na častěji se vyskytující případy, kdežto řidčeji přicházející vzorky byly popsány menším počtem stupňů. Tím se zvýšila informativnost odpovědí.

V praxi se ukázalo jako nereálné, aby hodnotitel vyplnil celý dotazníkový formulář na základě konzumu jediného sousta, a proto postupně konzumoval několik soust, až vyplnil všechny rubriky protokolového formuláře podle požadovaných úkolů (obvykle stačila dvě až čtyři sousta).

VÝSLEDKY A DISKUSE

Pro senzorický profil křehkého chleba jsme zvolili soustavu deskriptorů zahrnující texturu a křupavé zvuky při konzumu, protože tyto ukazatele jsou u křehkého chleba nejvýznamnější. Zvuky doprovázející konzum výrobku mají přímou závislost na křehkosti (Vickers, Bourne,

1976) a také lineární vztah k celkové přijatelnosti konzumovaného pokrmu (Drake, 1970). Tyto zvuky jsou velmi důležité pro celkovou příjemnost konzumu (Vickers, 1983). Důležitá je hlasitost vydávaných zvuků, jejich nepravidelnost a diskontinuita (Vickers, Wasserman, 1979). Kromě toho jsme zařadili deskriptory týkající se chutnosti a čerstvosti, protože jsou rovněž velmi závažné a očekávali jsme určitou souvislost s texturou.

Při výběru deskriptorů jsme se snažili vyhnout nejasným výrazům a neurčitosti při výběru stupnic, protože tyto faktory mohou dosáhnout až 50 % celkové proměnlivosti výsledků (Osgood et al., 1969).

K hodnocení jsme použili dva typy stupnice doporučované normou ISO 6564 a chtěli bychom vysvětlit naše motivy pro toto uspořádání. V první řadě jsme zavedli kategorové ordinální stupnice se slovním popisem jednotlivých stupňů. Ideální by byly pětibodové stupnice se stejnými intervaly mezi stupni (Cloninger et al., 1976), protože náš hodnotitel je zvyklý na pětibodovou stupnici ze školní klasifikace. Molnár (1982) navrhuje šestibodovou stupnici, protože je dělitelná dvěma i třemi a umožňuje proto lepší rozdělení stupnice na rovnoměrné (nebo alespoň zdánlivě rovnoměrné) části.

Použití devítibodové kategorové stupnice je však výhodnější než použití pětibodové stupnice, protože při předběžném průzkumu v naší laboratoři vykazovala devítibodová stupnice poměrně konstantní vzdálenost mezi jednotlivými stupni. Byla poměrně stabilní v rámci jednoho výzkumu (odpovídá pětibodové stupnici s mezistupni), a tím se ukazuje jako velmi obecně použitelná (Jones et al., 1955). Nevýhodou kategorových (zpravidla ordinálních) stupnic je, že jsou značně ovlivněny okamžitou situací a vlivem předchozích i souběžně probíhajících faktorů, že má velký vliv rozsah podnětů a jejich frekvence (Riskey, 1986). Avšak za nespornou výhodu považujeme to, že jsou doprovázeny slovním vysvětlením a že hodnotitel je zvyklý myslit v kategorových stupnicích s verbální definicí jejich významu.

Devítibodovou stupnici jsme zavedli v senzorickém profilu křehkého chleba u sedmi ukazatelů; rozdíly mezi výsledky dvou hodnotitelů při jednom hodnocení ve stejnou dobu a za stejných podmínek jsme získali u souboru 350—400 dvojic výsledků a distribuci těchto rozdílů uvádíme v tab. I. U všech ukazatelů je nejpravděpodobnější rozdíl (s největší frekvencí) jeden stupeň nebo lepší, což ukazuje, že byl počet stupňů správně volen. Pouze při stanovení celkové textury se výsledky liší častěji o dva stupně. Byla by tedy pravděpodobně na místě v tomto případě stupnice o menším počtu stupňů, ale v rámci jednotnosti schématu jsme ponechali i v tomto ukazateli devítibodovou stupnici.

Opakovatelnost stanovení (týmž hodnotitelem při témže hodnocení) jsme nestanovovali vzhledem ke komplikovatelnosti profilu a s tím souvisejícím omezeným počtem vzorků při jednom hodnocení. Více vzorků by mohlo vést ke zkresleným výsledkům způsobeným psychickou únavou hodnotitelů. Opakovatelnost byla stanovena pouze metodou zjednodušeného profilu, jejíž výsledky budou uveřejněny v jednom z dalších sdělení.

Z uvedených výsledků lze tedy vyvodit závěr, že se kategorové stupnice osvědčily jako dobře reprodukovatelné, i když je ovšem třeba mít při interpretaci výsledků na paměti, že intervaly mezi stupni nejsou nutně

I. Rozdíly mezi výsledky dvou hodnotitelů při hodnocení křehkého chleba s použitím kategorových ordinálních stupnic o devíti stupních — Differences between the results of two assessors in the process of evaluation of a crisp bread with the use of category ordinal scales consisting of nine points

Sledovaný ukazatel	Podíl rozdílů ze sledovaného souboru v %				
	žádný rozdíl	1 stupeň	2 stupně	3 stupně	4 stupně
A	31,9	38,8	24,4	4,3	0,6
C	36,2	45,7	15,0	2,5	0,6
F	41,6	40,4	17,4	0,6	0,6
H	33,3	49,1	14,6	3,0	0,0
M	25,6	41,2	27,0	6,2	0,0
N	42,5	31,9	17,5	6,2	1,9
S	15,0	26,9	28,8	10,6	18,7

A = snadnost rozlomení plátku — the ease with which the slice is broken
C = křehkost při stlačování mezi prsty — crispness at pressing between fingers
F = snadnost ukousnutí sousta — the ease with which the mouthful is bitten
H = snadnost žvýkání — the ease with which the mouthful is chewed
M = pohlcování slin soustem při žvýkání — absorption of saliva by the mouthful during chewing
N = polykatelnost sousta — the ease with which the mouthful is swollowed
S = hodnocení textury celkově — the evaluation of the texture as a whole

stejné, a že vnitřní stupně jsou si zpravidla blíže než stupně okrajové (Gacula, Washam, 1986). Již Holas et al. (1990) uvedli, že výsledky senzorického hodnocení byly ve velmi dobré shodě s výsledky stanovení mechanických vlastností zjištěných na přístroji Instron (Kubešová et al., 1988). Jiní autoři rovněž zjistili podobně těsné korelace mezi mechanickými vlastnostmi a senzorickým hodnocením u příbuzných typů křehkých výrobků s nízkým obsahem vody (Seymour, Hamann, 1988).

Další použitou stupnicí byla grafická nestrukturovaná stupnice, která se v poslední době stále častěji používá. Její výhodou je, že se značně blíží intervalové stupnice (Edwards, 1952; McBride, 1985), takže se pro vyhodnocení výsledků mohou většinou použít parametrické statistické metody (Càstino, 1983). Grafické stupnice jsou zvláště výhodné (Miller, 1987), jestliže výzkum vyžadující příslušné hodnocení trvá delší dobu (řádově několik měsíců), což byl případ našeho výzkumu.

Grafické stupnice jsme užili u 10 ukazatelů a distribuce rozdílů mezi výsledky dvou hodnotitelů (350—400 dvojic) jsou uvedeny v tab. II. Pokud použijeme ve shodě s literaturou (Càstino, 1983; McBride, 1985) parametrické metody vyhodnocování, pak při hodnocení tlaku potřebného k drcení plátku chleba mezi prsty byl průměrný rozdíl 27 mm (18,6 % délky stupnice), při hodnocení síly nutné ke žvýkání sousta 17 milimetrů (11,7 %) a při hodnocení celkové textury 26 mm (17,9 %). Z jiných ukazatelů než texturních to bylo při hodnocení chuťových závad 23 mm (15,8 %) a při hodnocení závad čerstvosti 24 mm (16,6 %). V průměru byly tedy rozdíly 16,1 % délky stupnice, což je větší chyba, než při hodnocení a použitím kategorové ordinální stupnice.

Přispělo k tomu to, že graficky byly hodnoceny ukazatele při konzumu méně běžné. Další příčinou je podle našeho názoru ta okolnost, že kate-

II. Rozdíly mezi výsledky dvou hodnotitelů při hodnocení křehkého chleba s použitím grafických nestrukturovaných stupnic — Differences between the results of two assessors in the process of evaluation of a crisp bread with the use of graphic non-structured scales

Sledovaný ukazatel	Podíl rozdílů ze sledovaného souboru v % stupnice					
	0—10	10—20	20—30	30—40	40—50	více než 50
B	27,2	33,3	14,2	14,8	6,2	4,3
D	34,2	28,0	16,1	14,3	4,3	3,1
E	23,8	26,9	16,2	12,5	10,0	10,6
G	15,4	25,3	19,1	19,8	11,7	8,7
J	47,2	32,3	18,6	1,9	0,0	0,0
K	46,3	32,1	14,8	6,8	0,0	0,0
L	29,8	23,0	19,9	14,3	3,1	9,9
P	36,1	36,1	18,4	5,7	3,1	0,6
Q	39,5	29,0	16,7	11,7	3,1	0,0
R	35,4	28,6	16,1	13,0	5,0	1,9

B = intenzita zvuku doprovázejícího zlomení plátku — the sound intensity of breaking the slice
D = tlak potřebný k drcení plátku mezi prsty — pressure necessary for crushing the slice between fingers
E = intenzita zvuku doprovázející drcení plátku mezi prsty — the sound intensity of crushing the slice between fingers
G = intenzita zvuku při ukousnutí z plátku — the sound intensity of biting a mouthful
J = síla potřebná ke žvýkání sousta — force necessary for chewing a mouthful
K = křehkost a rozpadavost sousta při žvýkání — crispness and crumbliness of a mouthful during chewing
L = intenzita křupavých zvuků doprovázejících počátek žvýkání — the intensity of crisp sounds at the beginning of chewing
P = kvalita chuti křehkého chleba komplexně — complex evaluation of the crisp bread taste
Q = čerstvost křehkého chleba — freshness of the crisp bread
R = textura křehkého chleba hodnocena komplexně — complex evaluation of the crisp bread texture

gorové stupnice měly uvedeny slovní popisy nejen u krajních stupňů, ale i u některých mezistupňů, což usnadnilo orientaci hodnotitele a zlepšilo reprodukovatelnost stanovení mezi členy souboru hodnotitelů. Uvedení slovního popisu u mezistupňů při použití grafických stupnic (tzv. strukturované grafické stupnice) by však podle našich zkušeností (Pokorný, Davídek, 1988) značně zkreslilo distribuci výsledků, a tím by znemožnilo statistické vyhodnocování výsledků. Jedinou výjimkou bylo celkové hodnocení textury, kde byla reprodukovatelnost grafického hodnocení z neznámého důvodu lepší než u kategorového.

Jak jsme se již zmínili v úvodu, při hodnocení extrudovaných výrobků s nízkým obsahem vody má velký význam hodnocení křupavých zvuků vydávaných při konzumu výrobků. Intenzita těchto zvuků je v těsném vztahu k pocitu křehkosti konzumního produktu (Vickers, 1981, 1985). Zařadili jsme proto také tři deskriptory týkající se intenzity zvuků, a to při zlomení plátku křehkého chleba, kdy rozdíl dvou stanovení in-

tenzity byl v průměru 30 mm stupnice (20,0 %); u zvuků doprovázejících drcení plátku mezi prsty to bylo 36 mm stupnice (24,0 %) a u zvuků doprovázejících kousání plátku křehkého chleba dokonce 41 mm (28,3 % stupnice). Tyto hodnoty jsou tedy značně vyšší než průměrný rozdíl 16,1 procenta, dosažený při hodnocení texturních ukazatelů. Hlavní příčinou je podle našeho názoru nezkušenost, protože ani hodnotitelé s dlouhodobou praxí v senzorické analýze nejsou u nás zvyklí hodnotit zvuky produkované při konzumu a nedovedou tedy přesně objektivizovat své vjemy.

Při hodnocení výše uvedeného senzorického profilu se pro jednotlivé ukazatele používaly buď kategorové, nebo grafické stupnice. Abychom mohli vhodnost těchto dvou stupnic lépe srovnávat, stanovili jsme křehkost a intenzitu křupavých zvuků provázejících zlomení plátku oběma metodami. Výsledky 380 dvojitých stanovení jsou uvedeny v tab. III. Ukázalo se, že kategorové stupnice jsou v tomto souboru (kde jsou srovnány výsledky stejných ukazatelů oběma metodami) o něco méně dobře reprodukovatelné než metody grafické. Ve výše uvedeném profilu tomu bylo naopak, ale tam nešlo o stejné ukazatele, takže rozdíly přesnosti mohly být způsobeny typy ukazatelů a ne volenou stupnicí. Rozdíly reprodukovatelnosti při diskutovaném srovnávacím pokusu však byly nepodstatné; křehkost i intenzita zvuku při lámání plátku daly srovnatelné výsledky.

Vztah obou stupnic pro stanovení křehkosti je uveden v tab. IV a pro stanovení intenzity zvuků doprovázejících lámání plátku chleba v tab. V.

III. Srovnání rozdílů výsledků dvou hodnotitelů při hodnocení křehkosti a zvuků při lámání křehkého chleba kategorovou stupnicí a grafickou stupnicí v procentech výsledků — Comparison of the result differences of two assessors at the evaluation of crispness and sounds of crisp bread breaking by help of the category scale and the graphic one in percent of results

Hodnocení	Rozdíl mezi analýzami dvou hodnotitelů	Křehkost vnímaná při zlomení plátku chleba v % souboru	Intenzita zvuku vnímaná při zlomení plátku chleba v %
Kategorově	žádný rozdíl	39,3	43,6
	1 stupeň	47,7	44,9
	2 stupně	11,0	10,4
	3 stupně	1,3	1,1
	4 stupně	0,7	0,0
Graficky v % stupnice	0— 10	48,0	36,9
	10— 20	28,6	26,0
	20— 30	11,1	17,7
	30— 40	7,9	8,8
	40— 50	2,7	6,2
	50— 60	0,7	3,4
	60— 70	0,5	0,5
	70— 80	0,5	0,5
	80—100	0,0	0,0

IV. Vztah mezi výsledky stanovení křehkosti vnímané při lámání plátku chleba v rukou s použitím devítibodové kategorové stupnice a nestrukturované grafické stupnice — A relation between the results of crispness determination at the moment of the breaking of a bread slice in one's hands with the use of the nine-point category scale and the nonstructured graphic one

Stupeň kategorové stupnice	Počet odpovědí hodnocení na grafické stupnici v % délky stupnice										
	0—10	10—20	20—30	30—40	40—50	50—60	60—70	70—80	80—90	90 až 100	součet odpovědí
1	14	5	0	1	0	1	0	0	0	0	21
2	14	91	26	2	0	1	0	1	0	0	135
3	0	17	74	54	6	3	5	5	2	0	166
4	0	0	3	21	13	2	2	0	0	0	41
5	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2
6	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	3
7	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2
8	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Součet	28	113	103	78	19	10	10	7	2	0	371

V. Vztah mezi výsledky stanovení intenzity zvuků vznikajících při lámání chleba s použitím devítibodové kategorové stupnice a nestrukturované grafické stupnice — A relation between the results of the sound intensity determination at the moment of bread breaking with the use of the nine-point category scale and the nonstructured graphic one

Stupeň kategorové stupnice	Počet odpovědí hodnocení na grafické stupnici v % délky stupnice										
	0—10	10—20	20—30	30—40	40—50	50—60	60—70	70—80	80—90	90 až 100	součet odpovědí
1	0	0	0	0	0	0	2	1	4	5	12
2	0	0	0	0	0	0	3	36	39	10	88
3	1	0	6	19	4	31	87	52	4	0	204
4	0	0	6	22	28	18	10	2	0	0	86
5	0	0	6	1	0	0	0	0	0	0	7
6	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
7	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2
8	1	0	1	0	0	0	0	0	47	0	2
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Součet	2	3	20	42	32	49	102	91	0	15	403

Při statistickém vyhodnocení vychází v prvním případě hodnota $\chi^2 = 427{,}4$ a ve druhém případě $\chi^2 = 1143{,}5$, což je pro počet stupňů volnosti $N = 72$ v obou případech neobyčejně vysoká hodnota, svědčící o výborné shodě výsledků dosažených s oběma typy stupnic. Vysoké křehkosti odpovídá velká intenzita křupavých zvuků, což je ve shodě s literaturou týkající se obecně křehkých křupavých výrobků (Christensen, Vickers, 1981).

Literatura

ANDERSON, Y. — DRAKE, B. — GRANQUIST, A. — HALLDIN, L. — JOHANSSON, B. — PANGBORN, R. M. — ÅKESSON, C.: Fracture force, hardness and brittleness in crisp bread, with a generalized regression analysis approach to instrumental — sensory comparisons. J. Texture Stud., *4,* 1973, s. 119—144.

ANTILA, J. — SEILER, K. — SEIBEL, W. — LINKO, P.: Production of flat bread by extrusion cooking using different wheat/rye ratios, protein enrichment and grain with poor baking ability. In: JOWITT, R. (Ed.): Extrusion cooking technology, London, Elsevier Applied Science 1984, s. 107—128.

CASTINO, M.: La valutazione organolettica dei vini con una scala non strutturata. Ann. Ist. Sper. Enol. Asti, *14,* 1983, s. 287—312.

CLONINGER, M. R. — BALDWIN, R. E. — KRAUSE, G. F.: Analysis of sensory rating scales. J. Food Sci., *41,* 1976, s. 1225—1228.

DĚDKOVÁ, M. — KRATOCHVÍL, J. — HOLAS, J.: Použití bílkovinných preparátů k obohacení extrudovaných výrobků. Mlýn.-pekár. Prům., *31,* 1985, s. 319—323.

DIXON, J. M.: Extrusion cooking: A „hot" technology. Food Engng Int., *7/8,* 1983, s. 34—38.

DRAKE, B. K.: Relationships of sound and other vibrations to food acceptability. In: Proc. 3rd Int. Congr. Food Sci. Technol., Washington, 1970, s. 437—445.

EDWARDS, A. L.: The scaling of stimuli by the method of successive intervals. J. appl. Psychol., *36,* 1952, s. 118—122.

GACULA, Jr., M. C. — WASHAM II, R. W.: Scaling word anchors for measuring off-flavor. J. Food Qual., *9,* 1986, s. 57—65.

HARPER, J. M.: Extrusion of foods. Vols. I—II. Boca Raton, CRC Press 1981.

HOLAS, J. — HOUŠKA, M. — POKORNÝ, D. — JASNÁ, E. — POKORNÝ, J. — DAVÍDEK, J.: Effect of the water content on mechanical properties and sensory attributes of flat crips bread. In: 13th Congr. ICC, Vienna, 1990.

HOLAS, J. — POSKOČILOVÁ, H.: Extruze v cereálním průmyslu: Jednošnekové a dvoušnekové extrudéry. Mlýn.-pekár. Prům., *32,* 1986a, s. 16—20.

HOLAS, J. — POSKOČILOVÁ, H.: Extruze v cereálním průmyslu: Křehký chléb. Mlýn.-pekár. Prům., *32,* 1986b, s. 303—307.

CHRISTENSEN, C. M. — VICKERS, Z. M.: Relationships of chewing sounds to judgements of food crispness. J. Food Sci., *46,* 1981, s. 574—578.

JONES, L. V. — PERYAM, D. R. — THURSTONE, L. L.: Development of a scale for measuring soldier's food preferences. Food Res., *20,* 1955, s. 512—520.

KUBEŠOVÁ, A. — POKORNÝ, D. — HOUŠKA, M. — CELBA, J.: Stanovení mechanických vlastností extrudovaného křehkého chleba. Potravinářské Vědy, *6,* 1988, s. 125 až 130.

LINKO, P. — MATTSON, C. — LINKO, Y. Y. — ANTILA, J.: Production of flat bread by continuous extrusion cooking from high alpha-amylase flours. J. cereal Sci., *2,* 1984, s. 43—51.

McBRIDE, R. L.: Sensory measurement: an introductory overview. CSIRO Food Res. Quart., *45,* 1985, s. 59—63.

MILLER, A. J.: Adjusting taste scores for variations in use of scales. J. sensory Stud., *2,* 1987, s. 231—242.

MOLNÁR, O. P.: Sensory evaluation of food. I. Scoring method. Budapest, European Organization for Quality Control: Food Section, 1982, s. 1—24.

MUÑOZ, A. M. — CIVILLE, G. V.: Factors affecting perception and acceptance of food texture by American consumers. Food Rev. int., *3,* 1987, s. 285—322.

O'CONNOR, C.: Extrusion technology for the food industry. Barking, Elsevier Applied Science 1987.

OSGOOD, C. E. — SUCI, G. J. — TANNENBAUM, P. H.: The measurement of meaning. In: SNIDER, J. C. — OSGOOD, C. E. (Eds): Semantic differential technique. Chicago, Aldine 1969, s. 56—82.

POKORNÝ, J. — DAVÍDEK, J.: Methods of selection of descriptors and grading scales in the sensory profile. In: ROTHE, M. (Ed.): Characterization, production and application of food flavours. Berlin, Akademie-Verlag 1988, s. 349—366.

POSKOČILOVÁ, H. — HOLAS, J.: Výroba cereálních potravin extruzní technologií. Mlýn.-pekár. Prům., *31,* 1985a, s. 163—167.

POSKOČILOVÁ, H. — HOLAS, J.: Extruze v cereálním průmyslu. Sortimentní skladba extrudovaných výrobků. Mlýn.-pekár. Prům., *31,* 1985b, s. 290—293.

RISKEY, D. R.: Use and abuses of category scales in sensory measurement. J. sensory Stud., *1,* 1986, s. 217—236.

SEILER, K.: Sensorische Bewertung von Extruderprodukten. Getriede, Mehl u. Brot, *34*, 1980, s. 81—84.
SEYMOUR, S. K. — HAMANN, D. D.: Crispness and crunchiness of selected low moisture foods. J. Texture Stud., *19*, 1988, s. 79—95.
STANLEY, D. W.: Chemical and structural determination of texture of fabricated foods. Food Technol., *40*, č. 3, 1986, s. 65—68 a 76.
SZCZESNIAK, A. S.: Sensory texture evaluation methodology. In: Proc. amer. reciprocal Meat Conf. AMSA, *39*, 1987, s. 86—96.
VICKERS, Z. M.: Relationships of chewing sounds to judgement of crispness, crunchiness and hardness. J. Food Sci., *47*, 1981, s. 121—124.
VICKERS, Z. M.: Pleasantness of food sounds. J. Food Sci., *48*, 1983, s. 783—786.
VICKERS, Z. M.: The relationships of pitch, loudness and eating technique to judgements of the crispness and crunchiness of food sounds. J. Texture Stud., *16*, 1985, s. 85—95.
VICKERS, Z. — BOURNE, M. C.: A psychoacoustical theory of crispness. J. Food Sci., *41*, 1976, s. 1158—1164.
VICKERS, Z. M. — WASSERMAN, S. S.: Sensory qualities of food sounds based on individual perceptions. J. Texture Stud., *10*, 1979, s. 319—332.
ISO 4121: Grading of food products by methods using scale categories. Genève, International Organization for Standardization, 1978.
ISO 6564: Sensory analysis — Methodology — Flavour profile. Genève, International Organization for Standardization, 1985.
ISO 8589: Sensory analysis — Methodology — General guidance for the design of test rooms. Genève, International Organization for Standardization, 1988.
ISO 8586: Sensory analysis — Methodology — General guidance for the selection, training and monitoring assessors — selected assessors. Genève, International Organization for Standardization, 1990.

Došlo dne 11. 7. 1990

ПОКОРНЫ, Я. — ВИЕРЕЦКЛОВА, М. — ЯСНА, Е. — ДАВИДЕК, Й. — ПОКОРНЫ, Д. — ГОЛАС, Й. (Химико-технологический институт, Прага; Научно-исследовательский институт пищевой промышленности, Прага; Научно-исследовательский институт мукомольной и хлебопекарной промышленности, Прага): **Оценка органолептического качества выдавливаемых хрустящих хлебов.** Potravinářské Vědy, *9*, 1991 (2): 143—153.

Для определения органолептического профиля хрустящих хлебцов, произведенных процессом выдавливания, была разработана система, включающая 18 дескрипторов оцениваемых девятибальной ординальной шкалой по категориям или графической неструктурной шкалой. Между результатами, полученными по обеим шкалам имелось очень хорошее сходство. Определение интенсивности хрустящих звуков, сопровождавших потребление хрустящих хлебцов было менее точным, чем определение показателей текстуры. Товару с большей хрупкостью соотвествовали более интенсивные хрустящие звуки. Воспроизводительность оценки выраженная как средняя разница результатов обоих дегустаторов при одном и том же тесте представляла у шкал по категориям один балл, только при определении общего качества текстуры была более худшей (два балла). У графических шкал используемых у такого же показателя воспроизводительность была несколько лучше, чем у девятибалльной шкали по категориям, хотя у некоторых значительно труднее определяющихся показателей была более худшей. Для оценки с удовлетворительной точностью оказалось желательным, чтобы определение проводило хотябы шесть дегустаторов.

хрустящие хлубцы; органолептический профиль; текстура; оценочная шкала

POKORNÝ, J. — VIERECKLOVÁ, M. — JASNÁ, E. — DAVÍDEK, J. — POKORNÝ, D. — HOLAS, J. (Institute of Chemical Technology, Praha; Research Institute of Food Industry, Praha; Research Institute of Milling and Baking Industry, Praha): *Evaluation of sensory quality of extruded crisp bread.* Potravinářské Vědy, *9*, 1991 (2): 143—153.

To determine a sensory profile of a crisp bread produced by an extrusive process, a special system was worked out; it included 18 descriptors evaluated by help of a 9-point category ordinal scale or graphical unstructured one. Results obtained by both scales were in very good accordance with each other. A determination of an intensity of crisp sounds which accompany the process of eating the crisp bread was less exact than a determination of texture parameters. A product with a higher crispness corresponds to more intensive crisp sounds. The evaluation reproducibility expressed as a mean difference of the results of two assessors within the same session was equal, in category scales, to one point, only in determination of general quality of texture it was worse (two points). In graphic scales used in the same parameter the reproducibility was moderately better than in hte nine-point category scale however in some worse defined parameters the reproducibility was worse. In order to reach an evaluation with a statisfactory exactness at least six assessors were necessary.

crisp bread; sensory profile; texture; grading scale

POKORNÝ, J. — VIERECKELOVÁ, M. — JASNÁ, E. — DAVÍDEK, J. — POKORNÝ, D. — HOLAS, J. (Chemisch-technologische Hochschule, Praha; Forschungsinstitut für Lebensmittelindustrie, Praha; Forschungsinstitut für Back- und Mahlindustrie, Praha): *Bewertung der sensorischen Qualität des extrudierten knusprigen Brotes.* Potravinářské Vědy, *9*, 1991 (2): 143—153.

Zur Bestimmung des sensorischen Profils des knusprigen extrudierten Brotes wurde ein System erarbeitet, das 18 anhand der ordinalen 9-Punkt-Kategorienskala oder anhand der graphischen nichtstrukturierten Skala bewertete Deskriptoren umfasst. Die mit Hilfe der beiden Skalen erreichten Ergebnisse wiesen eine sehr gute Übereinstimmung auf. Die Bestimmung der Intensität der beim Knuspern des knusprigen Brotes entstehenden Klänge war im Vergleich zur Bestimmung der Texturparameter weniger präzise. Für ein Produkt mit höherer Knusprigkeit waren intensivere Knusperklänge charakteristisch. Die als durchschnittlicher Unterschied der Ergebnisse zweier Bewerter bei ein und derselben Prüfung ausgedrückte Bewertungswiederholbarkeit betrug bei den Kategorienskalen nur einen Punkt, nur bei der Bestimmung der Gesamttexturqualität war die Bewertungswiederholbarkeit schlechter (2 Punkte). Bei den bei demselben Parameter angewendeten graphischen Skalen war die Wiederholbarkeit etwas besser als bei der 9-Punkt-Skala, aber bei einigen weniger gut definierten Parametern war sie schlechter. Zur Bewertung mit einer befriedigenden Präzision müssen mindestens sechs Bewerter herangezogen werden.

knuspriges Brot; sensorisches Profil; Textur; Bewertungsskala

---

Adresy autorů:

Prof. ing. Jan Pokorný, DrSc., ing. Martina Vierecklová, ing. Eva Jasná, prof. ing. Jiří Davídek, DrSc., člen koresp. ČSAV, Vysoká škola chemicko-technologická, Technická 5, 166 28 Praha 6-Dejvice
Ing. Daniel Pokorný, Výzkumný ústav potravinářského průmyslu, Třebohostická 12, 100 00 Praha 10
Doc. ing. Jiří Holas, CSc., Výzkumný ústav mlýnského a pekárenského průmyslu, Na Pankráci 30, 140 04 Praha 4-Pankrác

---

Upozornění pro přispěvatele a čtenáře časopisu

POTRAVINÁŘSKÉ VĚDY

Upozorňujeme naše autory, že v časopisu Potravinářské vědy je možné publikovat práce v anglickém jazyce. Práce musí být do redakce zaslána již v angličtině (za jazykovou správnost odpovídá autor). Součástí práce musí být rozšířené české, popř. slovenské resumé.

Dále upozorňujeme, že pro lepší zpřístupnění výsledků československého výzkumu zahraničí rozhodla redakční rada časopisu uveřejňovat rozšířené, podrobně zpracované (s odkazy na tabulky a obrázky) souhrny v angličtině. Proto žádáme autory našeho časopisu, aby příspěvky zasílané do redakce obsahovaly kratší souhrn, který bude publikován v češtině či slovenštině, a dále delší souhrn (v rozsahu asi dvě rukopisné strany), který bude přeložen do angličtiny. Zároveň budou uveřejňovány anglické ekvivalenty všech popisů tabulek a obrázků. Je vítáno, dodá-li si autor text přímo v angličtině.

Doufáme, že toto opatření se setká s příznivým ohlasem jak autorů, tak i čtenářů našeho časopisu.

Redakce

PŘEHLEDY

ZNAČENÉ SLOUČENINY V ANALÝZE POŽIVATIN

Využití značených sloučenin (ZS) v analýze poživatin představuje nový metodický přístup, který se v posledních deseti letech velice intenzívně rozvíjí. Na rozdíl od převládajících instrumentálních technik (plynová a kapalinová chromatografie) jsou metody využívající ZS založeny spíše na chemikáliích (chemické reakce a biospecifické interakce) než na nákladné přístrojové technice. Při stanovení potravinářsky významných sloučenin pomocí značených sloučenin je možné využít tří různých principů: metody izotopového zřeďování, specifické enzymové konverze a biospecifických interakcí (Soini, 1978).

Metoda izotopového zřeďování

Princip metody izotopového zřeďování spočívá v tom, že se ke vzorku přidá radioaktivní forma sloučeniny, kterou chceme stanovit. V následujícím separačním kroku se ze vzorku oddělí stanovovaná sloučenina společně s její radioaktivní formou. Specifická radioaktivita směsi obou těchto sloučenin je potom nižší, než byla původní specifická radioaktivita ZS. Pokles specifické radioaktivity směsi závisí na látkovém množství stanovované (neradioaktivní formy) sloučeniny. Matematicky lze popsaný postup vyjádřit vztahem:

$$R_S = R_O \frac{M_O}{M_O + M} \qquad [1]$$

kde: R_O — specifická radioaktivita ZS [Bq . mol^{-1}]
R_S — specifická radioaktivita směsi značené a neradioaktivní sloučeniny [Bq . mol^{-1}]
M_O — látkové množství ZS [mol]
M_S — látkové množství stanovované (neradioaktivní formy) sloučeniny [mol]

Předností metody izotopového zřeďování je možnost využití tzv. principu substechiometrického množství. Kouzlo tohoto přístupu spočívá v tom, že není nutné pracovat kvantitativně, jak velí základní analytický axiom, stačí pouze porovnat radioaktivní ekvimolárních vzorků původní ZS a směsi značené a neznačené (vzorek) sloučeniny. Jestliže objem roztoku ZS, který používáme, je zanedbatelný (a tato podmínka je obvykle splněna), je možné veličiny M_O a M ve vztahu [1] nahradit příslušnými koncentracemi S_O a S. Výsledný vztah je potom formálně identický:

$$R_S = R_O \frac{S_O}{S_O + S} \qquad [2]$$

Metody izotopového zřeďování bylo použito v analýze potravin ke stanovení dále uvedených analytů. Předně je tato metoda vhodná ke stanovení různých iontů. Pomocí ní lze stanovit fosforečnan ve špenátu (Kudo, Shigematsu, 1981), ionty železa v pšeničné mouce, špenátu, hovězích játrech a ústřicích, ale i ionty těžkých kovů, jako např. rtuťnaté ionty (Moody, Paulsen, 1988).

Metoda izotopového zřeďování se uplatňuje zvláště ke stanovení nízkomolekulárních látek. Byl vypracován postup stanovení prolinu a hydroxyprolinu v mouce (Nicolas et al., 1984) a S-methylmethioninu a S-adenosylmethioninu v květáku a hrachu (Macnicol, 1986). Metoda našla uplatnění i v analytice sacharidů, např. při přesném stanovení sacharosy a dalších sacharidů v řepě cukrové (Malec et al., 1975). Rovněž ji lze využít při stanovení mastných kyselin a laktonů jako kritérium jakosti másla, ale i při stanovení cholesterolu. Znalost koncentrace mastných kyselin může sloužit rovněž jako indikátor kvality hovězího masa (Singh, Kishan, 1978).

Metoda izotopového zřeďování umožňuje stanovit aceton a acetaldehyd v tomatové šťávě (Crouzet, Piva, 1977). Zajímavé uplatnění nalezla tato metoda při analýze některých sloučenin aromatu chlebové kůrky. Osvědčily se pro stanovení acetylpyrazinu a jeho derivátů značených deuteriem.

Dlouholetou tradici má tato metoda při stanovení některých vitamínů, jako např. pyridoxinové triády (Hachey et al., 1985) a kyanokobalminu, a to nejen v ovesné kaši (Osterdahl et al., 1986).

Uplatní se rovněž při stanovení cizorodých látek jako jsou rezidua detergentů, anabolických hormonů v mase a derivátů ftalátu v rybím mase (Karara et al., 1984; van Peteghem et al., 1987).

Metoda izotopového zřeďování je jednoduchá na provedení, dosahuje detekčních limitů v řádu 0,1 ppb a nepotřebuje nákladné přístrojové vybavení.

Specifické enzymové konverze

Radioenzymové stanovení je citlivá analytická metoda založená na konverzi stanovované sloučeniny na radioaktivní produkt pomocí enzymu (nejčastěji ze třídy transferas, případně ligas) a radioaktivně značeného kosubstrátu. Po proběhnutí enzymové reakce je nezbytné separovat produkt od kosubstrátu. Množství vzniklého produktu, lineárně závislé na koncentraci stanovované látky, se kvantifikuje měřením radioaktivity vzhledem ke standardu.

Specifity enzymové konverze lze využít ke stanovení řady významných substrátů, jako jsou např. glukosa, sorbitol, kyselina mléčná, pyrohroznová a jablečná. Lze však stanovit i čpavek, resp. amonné ionty. Detekční limity jsou v řádu 0,1 nmol stanovované látky.

Variantou tohoto přístupu je stanovení vitamínu pomocí testovacího mikroorganismu, jehož růst je sledován v přítomnosti substrátu (např. glukosy) značeného radionuklidem. Uvolněný radioaktivní oxid uhličitý je lineárně závislý na koncentraci stanovovaného vitamínu (Chen, McIntyre, 1981). Uvedený metodický přístup je kromě vysoké specifity. dané výběrem vhodného kmene mikroorganismu, rovněž velice citlivý v důsledku použití ZS. Tímto postupem lze stanovit kyanokobalamin (10 pg), folacin (0,1 ng) a niacin (50 ng) v různých druzích potravin. Citlivější postup pro stanovení niacinu (2 ng) využívá jako testovacího mikroorganismu *Kloeckera brevis* (Guilarte, Pravlik, 1983). Pomocí stejného mikroorganismu lze stanovit i biotin (Guilarte, 1985).

Obrácením tohoto metodického postupu lze získat citlivou a hlavně rychlou metodu průkazu kontaminující mikroflóry v potravinách. K průkazu mikrobiální kontaminace se používají substráty značené ^{14}C. Postupy jsou vhodné k průkazu menšího počtu buněk než 10^5 v 1 g potravin. Získané výsledky mohou být falešně pozitivní, avšak nikdy falešně negativní (Hatcher et al., 1977). Proti klasickým mikrobiologickým metodám jsou mnohem rychlejší, protože salmonely v počtu 10^4 na 1 ml lze stanovit za tři hodiny a jednu buňku za devět hodin. Podobné parametry lze získat i pro *E. coli* a *S. carlsbergensis* (Mafart et al., 1978). Rovněž spektrum mikroorganismů, které lze takto detekovat, je velmi široké a zahrnuje *S. aureus, B. cereus,* coliformní bakterie, *S. typhimurium,* i *C. botulinum* (Previte, 1972).

Biospecifické interakce

Nejrozšířenější jsou analytické metody kombinující citlivost postupů využívajících ZS se specifikou danou biospecifickými interakcemi.

Interakce vazebná bílkovina — ligand

Při tomto typu interakce se jako vazebné bílkoviny uplatní během evoluce vzniklé transportní proteiny (*in vivo* zajišťující přenos vitamínů a hormonů v organismu). Citlivost detekce se dosáhne použitím značených ligandů. Vlastní využití biospecifické

interakce vazebné bílkoviny a ligandu (stanovovaná látka) se realizuje na principu tzv. saturační analýzy. Při stanovení soutěží vždy stejné látkové množství značeného ligandu s neznámým množstvím ligandu (přítomného ve vzorku) ve vazbě na limitovaný počet vazebných míst (proto saturační analýza) příslušné vazebné bílkoviny. Postupy využívající evolučně vzniklé vazebné bílkoviny se nazývají kompetitivní analýza s vazebnou bílkovinou. Jak již bylo naznačeno, využívá se těchto postupů ke stanovení vitamínů a hormonů, přičemž z hlediska potravinářské analýzy je zajímavější prvně uvedená možnost.

V potravinách byly použity tyto postupy ke stanovení folacinu, kyanokobalaminu, biotinu a vitamínu D (Hood, 1975; Králová et al., 1982; Rauch et al., 1989; van den Berg et al., 1986). Kyanokobalamin byl stanoven ve vzorcích hovězího, vepřového a rybího masa. Shoda s mikrobiologickým stanovením je podle autorů u většiny vzorků vyhovující (Richardson et al., 1978). Předností postupu je však větší rychlost a citlivost ve srovnání s mikrobiologickou metodou, protože detekční limit je 1 μg/kg. Biotin lze stanovit v pšenici, drůbežích játrech i krmivech (Hood, 1975). Dosažený detekční limit 1 ng je srovnatelný s mikrobiologickou metodou využívající jako testovací mikroorganismus *Lactobacillus plantarum.* Vitamín D, avšak pouze z chromatograficky přečištěných extraktů dětské mléčné výživy, lze stanovit v množství 0,1 ng (van den Berg et al., 1986). Recovery tohoto postupu je 90—140 % a chyba stanovení menší než 7,5 %.

Interakce enzym — substrát

Newsholme a Taylor (1968) publikovali nový způsob stanovení substrátů založený na kombinaci specifické enzymové přeměny a metody izotopového zřeďování s využitím substechiometrického principu. K analyzovanému vzorku se přidá známé množství radioaktivně značené sloučeniny, kterou stanovujeme, a enzym, který tuto sloučeninu přeměňuje na produkty. Po nezbytné separaci produktů a substrátu (nemusí být stechiometricky úplně kvantitativní) je změřená radioaktivita nepřímo úměrná množství stanovované sloučeniny. Uplatnění této metody nazývané radioenzymové stanovení přichází v úvahu hlavně v případech, kdy není možné (zakalené vzorky) uplatnit běžné spektrofotometrické metody. Autoři odvodili kombinací vztahů pro metodu izotopového zřeďování a rovnice Michaelise a Mentenové výraz:

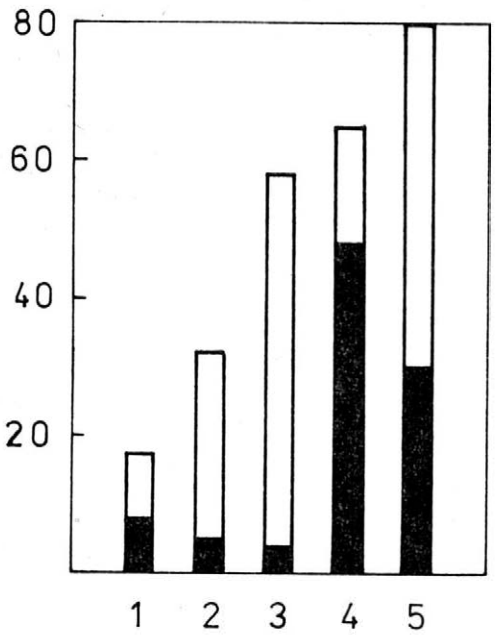
$$\frac{C_o}{C_s} = 1 + \frac{S}{K_M + S_o} \qquad [3]$$

kde: C_o — změřená radioaktivita v nepřítomnosti vzorku (slepé stanovení)
C_s — změřená radioaktivita v přítomnosti vzorku
K_M — Michaelisova konstanta
S_o — koncentrace radioaktivního substrátu
S — hledaná koncentrace substrátu

Radioenzymové stanovení bylo použito autory této metody ke stanovení glycerolu a glukosy, ale umožňuje i stanovení kyseliny šťavelové, pyrimidinových a purinových nukleotidů. Na našem pracovišti bylo vypracováno stanovení thiaminu (Rauch et al., 1985).

Interakce protilátka — antigen

Metodu využívající interakce protilátka — antigen, ve které je jeden z partnerů značený, nejčastěji radionuklidem nebo enzymem, nazýváme imunoanalýzou (z angl. immunoassay). V imunochemické terminologii rozumíme pod pojmem antigen stanovovanou sloučeninu a pod pojmem protilátka bílkovinu, specificky interagující s antigenem. Imunoanalýza je součástí imunochemických metod a představuje nejrozšířenější oblast využití ZS. Její začátek představují práce Bersona a Yalowové, za které byla v roce 1977 Yalowové udělena Nobelova cena. Vypracovaná metodika známá jako radioimunoanalýza (RIA) nalezla své pokračovatele na přelomu šedesátých a sedmdesátých let, kdy hned současně v několika laboratořích bylo ke značení použito enzymů (Avrameas, 1970; Van Weemen, Schuurs, 1971). Od té doby soupeří obě metody a zdá se, podle frekvence citací, že v poslední době převládá enzymová imunoanalýza (obr. 1). Detailní rozbor proč tomu tak je, přesahuje rámec tohoto přehledu. Uveďme pouze všeobecnou obavu (ovšem ve většině případů neopod-



□ z toho enzymoimunoanalýzy
■ z toho radioimunoanalýzy
1 — enzymy; 2 — bílkoviny; 3 — mikroorganismy; 4 — rezidua; 5 — toxiny

1. Celkový počet publikovaných stanovení na principu imunoanalýzy (podle FSTA)

statněnou) z práce s radionuklidy. Svoji roli hraje rovněž několikanásobně delší exspirační doba sloučenin značených enzymy.

Obecnou předností imunoanalýzy je specifita daná použitím protilátky, umožňující používat ke stanovení nepřečištěné extrakty analyzovaných poživatin. Použití radionuklidové nebo enzymové značky docílí detekci pmol až fmol látky. Pracovní postupy imunoanalýzy jsou jednoduché, protože spočívají ve smíchání roztoků specifické protilátky a antigenu (analyzovaný vzorek). Dále je v reakční směsi přítomen jeden z partnerů interakce ve značené formě. Po krátkodobé inkubaci následuje jeden, případně více separačních kroků, oddělujících vzniklý imunokomplex od volných reaktantů a vyhodnocení analýzy. Z těchto důvodů je imunoanalýza zvláště vhodná pro účely vyšetřování velkého souboru vzorků.

Samozřejmě jako každá metoda má i imunoanalýza některá omezení. Předně specifita interakce antigen — protilátka je založena na prostorové podobnosti vazebního místa protilátky a větší či menší části antigenu. Proto nelze vyloučit možnost tzv. křížových interakcí látek podobné prostorové struktury jako má antigen. Často extrémní citlivost imunoanalýzy a práce s nepřečištěnými extrakty má za následek interference látek přítomných v analyzovaném vzorku (Rauch et al., 1988). Jednoduchost pracovního postupu imunoanalýzy neznamená, že její vývoj je také snadný. Získání protilátky imunizací teplokrevných zvířat, ne vždy úspěšné, trvá několik měsíců. Přímo lze k imunizaci používat jen látky vysokomolekulární (imunogeny), zatímco látky nízkomolekulární (hapteny) je třeba před imunizací kovalentně navázat na vhodnou bílkovinu. Nejjednodušší sloučeninou, proti které se podařilo získat protilátku, je substituovaný benzen. Další úskalí představuje příprava značených sloučenin. Jde zvláště o to, aby značení nezměnilo imunoreaktivitu antigenu nebo protilátky. Z toho co bylo uvedeno plyne, že není vhodné vyvíjet imunoanalytický postup pro jednorázové účely. V současné době existuje však ve světě i u nás řada výrobců souprav, které používání imunoanalýzy umožnilo prakticky každé laboratoři.

Význam imunoanalýzy v potravinářské analytice roste zvláště v několika posledních letech. Souvisí to s intenzifikací zemědělské výroby, máme tu na mysli výskyt cizorodých látek v potravinářských surovinách a s rozvojem nových potravinářských technologií, používajících netradiční suroviny, enzymové preparáty apod. Proto je věnována velká pozornost stanovení toxinů, reziduí kontaminantů a látkám bílkovinného charakteru (obr. 1). V tomto přehledu neuvádíme příklady využití imunoanalýzy, vzhledem k tomu, že jsou uvedeny v našich přehledných referátech, publikovaných dříve (Fukal et al., 1988a, b).

Literatura

AVRAMEAS, S.: Immunoenzymatic techniques: enzymes as markers for the localization of antigens and antibodies. Int. Rev. Cytol., *27,* 1970, s. 349—364.

CROUZET, J. — PIVA, M. T.: Acetone and acetaldehyde determination in tomato juice by isotopic dilution. Fruits, 32, 1977, s. 753—758.

FUKAL, L. — RAUCH, P. — KÁŠ, J.: Využití imunochemických metod v potravinářské analytické chemii. I. Chem. Listy, *82,* 1988, s. 959—977.

FUKAL, L. — KÁŠ, J. — RAUCH, P.: Využití imunochemických metod v potravinářské analytické chemii. II. Chem. Listy, *82,* 1988, s. 1179—1197.

GUILARTE, T. R.: Analysis of biotin levels in selected foods using a radiometric microbiological method. Nutr. Rep. Int., *32,* 1985, s. 837—845.

GUILARTE, T. R. — PRAVLIK, K.: Radiometric-microbiologic assay of niacin using *Kloeckera brevis.* J. Nutr., *113,* 1983, s. 2587—2594.

HACHEY, D. L. — COBURN, S. P. — BROWN, L. T. — ERBELDING, W. E. — DEMARK, B. — KLEIN, P. D.: Quantitation of vitamin B6 in biological samples by isotope dilution mass spectrometry. Analyt. Biochem., *148,* 1985, s. 159—168.

HATCHER, W. S. — DI BENEDETTO, S. — TAYLOR, L. E. — MURDOCK, D. I.: Radiometric analysis of frozen concentrated orange juice for total viable microorganisms. J. Food Sci., *42,* 1977, s. 636—639.

HOOD, R. L.: A radiochemical assay for biotin in biological materials. J. Sci. Food Agric., *26,* 1975, s. 1847—1852.

CHEN, M. F. — Mc INTYRE, P. A.: Radiometric microbiologic assays for the measurement of vitamin B12, folate and niacin in human blood and food. Adv. Chem. Ser., *197,* 1981, s. 471—493.

KARARA, A. H. — HAYTON, W. L. — ARCHER, B. G.: Separation and purification procedure for 14C-di-2-ethylexylphtalate in fish. J. Anal. Toxicol., *8,* 1984, s. 141—145.

KRÁLOVÁ, B. — RAUCH, P. — ČERNÁ, J.: Use of vitamin B12 radioassay in the analysis of biological materials, mainly of foods. Nahrung, *26,* 1982, s. 803—810.

KUDO, K. — SHIGEMATSU, T.: Substechiometric determination of phosphorus. J. radioanalyt. Chem., *67,* 1981, s. 307—319.

MACNICOL, P. K.: Analysis of S-methylmethionine and S-adenosylmethionine in plant tissue by a dansylation, dual-isotope method. Analyt. Biochem., *158,* 1986, s. 93—97.

MAFART, P. — BOURGEOIS, C. — DUTEUTRE, B. — MOLL, M.: Use of 14-Clysine to detect microbial contamination in liquid foods. Appl. Envir. Microbiol., *35,* 1978, s. 1211—1212.

MALEC, K. — SZUCHNIK, A. — RYDEL, S. — WALERIANCZYK, E.: Determination of the sucrose content of sugar beet digestion liquids by isotope dilution. Z. Zuckerind., *25,* 1975, s. 502—505.

MOODY, J. R. — PAULSEN, P. J.: Isotope dilution spark-source mass spectrometric determination of total mercury in botanical and biological samples. Analyst, *113,* 1988, s. 923—927.

NEWSHOLME, E. A. — TAYLOR, K.: Radioenzymatic analysis. Biochem. biophys. Acta, *158,* 1968, s. 11—24.

NICOLAS, A. — TRIFONE, A. — DELGADO, N. — NASSIFF, S. J.: Determination of proline and hydroxyproline in wheat flour by spectrophotometry and measurement of radioactivity of proline-14C and hydroxyproline-14C. J. radioanalyt. Nucl. Chem., *86,* 1984, s. 131—139.

OSTERDAHL, B. G. — JANNE, K. — JOHANSSON, E. — JOHNSONN, H.: Determination of vitamin B12 in gruel by a radioisotope dilution assay. Int. J. Vit. Nutr. Res., *56,* 1986, s. 95—99.

PREVITE, J. J.: Radiometric detection of some foodborne bacteria. Appl. Microbiol., *24,* 1972, s. 535—539.

RAUCH, P. — RUML, T. — ŠILHÁNKOVÁ, L.: Radioenzymové stanovení thiaminu. In: Sbor. Symp. O nových směrech výroby a hodnocení potravin. K. Vary, 1985.

RAUCH, P. — FUKAL, L. — BŘEZINA, P. — KÁŠ, J.: Interferences in RIA of aflatoxins in food and fodder samples of plant origin. J. Assoc. off. analyt. Chem., *71,* 1988, s. 491—493.

RAUCH, P. — KÁŠ, J. — STREJČEK, F. — ČERNÁ, J.: Radioassay of folacin in foodstuffs. J. Food Biochem., *13,* 1989, s. 21—29.

RICHARDSON, P. J. — FAVELL, D. J. — GIDLEY, G. C. — JONES, G. H.: Application of a commercial radioassay test kit to the determination of vitamin B12 in food. Analyst, *103,* 1978, s. 865—868.

SINGH, U. B. — KISHAN, J.: Volatile fatty acids as indicators of fodder quality for buffalo. J. Nucl. agric. Biol., *7*, 1978, s. 43—45.
SOINI, E.: Radioisotope counting techniques for analytical applications in biology and medicine. Sci. Tools, *25*, 1978, s. 38—48.
VAN DEN BERG, G. — BOSHUIS, P. G. — SCHREURS, W. H. P.: Determination of vitamin D in fortified and nonfortified milk powder and infant formula using a specific radioassay after purification by HPLC. J. agric. Food Chem., *34*, 1986, s. 264—268.
VAN PETEGHEM, C. H. — LEFEVERE, M. F. — VAN HAVER, G. M. — DE LEENHEER, A. P.: Quantification of diethyhstilbestrol residues in meat samples by gas chromatography-isotope dilution mass spectrometry. J. agric. Food Chem., *35*, 1987, s. 228—231.
VAN WEMEN, B. K. — SCHUURS, A. H. W. M.: Immunoassay using antigen-enzyme conjugates. FEBS Lett., *15*, 1971, s. 232—238.

Došlo dne 3. 8. 1990

Меченные соединения в анализе пищепродуктов

Статья подает обзор о досегодняшнем использовании соединений, наиболее часто меченных радионуклидами и ферментами, в анализе пищепродуктов. Методы, основанные на принципе изотопного разбавления, специфической ферментативной конверсии и применении биологических специфических взаимодействий позволяют доказать и количественно определить широкий спектр соединений продовольственного значения.

Labelled compounds in the analysis of eatables

The paper gives the survey on the present use of compounds, most frequently of radionuclides and enzymes labelled in the analysis of eatables. The methods based on the principle of isotope diluting, a specific enzymic conversion and on the use of biospecific interactions, enable indication and determination of wide scope of compounds important for the food industry.

Markierte Verbindungen in der Genussmittelsanalyse

Der vorliegende Artikel gibt eine Übersicht über die bestehende Ausnutzung von den am häufigsten durch Radionuklide und Enzyme markierten Verbindungen in der Genussmittelsanalyse. Die auf dem Prinzip der Isotopenverdünnung, der spezifischen Enzymkonversion und der Ausnutzung von biospezifischen Interaktionen gegründeten Methoden ermöglichen einen Nachweis und eine Bestimmung des breiten Spektrums von den für Nahrungsmittelindustrie bedeutenden Verbindungen.

Adresa autorů:

Doc. ing. Pavel Rauch, DrSc., ing. Ladislav Fukal, CSc., prof. ing. Jan Káš, DrSc., Vysoká škola chemicko-technologická, Technická 5, 166 28 Praha 6-Dejvice

Стрмискова Г., Дубравицки Й.: Влияние вешенки обыкновенной и следующих добавок на свойства мясных паст 130
Крайчовичова-Кудлачкова М., Феценкова Е.: Растительный белок в питании и его оценка с учетом возраста 140
Покорны Я., Виерецклова М., Ясна Е., Давидек Й., Покорны Д., Голас Й.: Оценка органолептического качества выдавливаемых хрустящих хлебцов 152

ОБЗОРЫ
Раух П., Фукал Л., Каш Й.: Меченные соединения в анализе пищепродуктов 160

CONTENTS

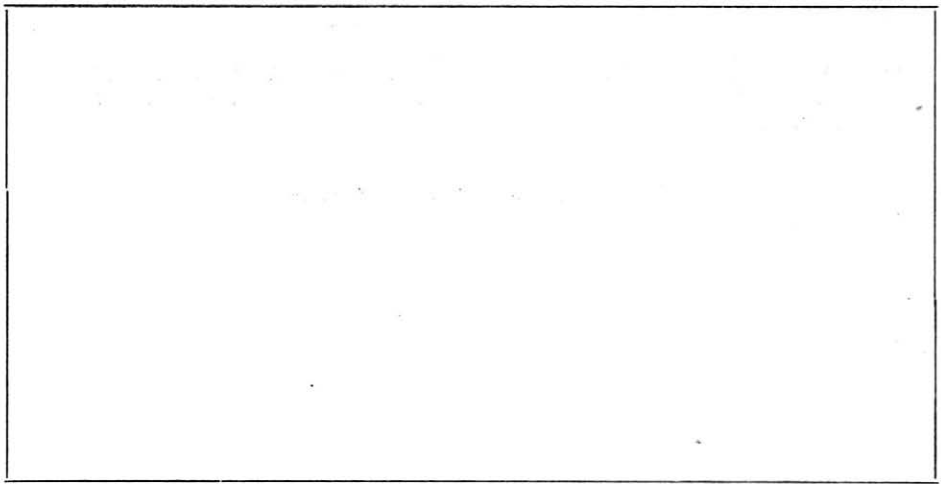
Solich O, Polášek M., Karlíček R., Valentová O., Marek M.: The method of flow injection analysis and the use of immobilized glucose oxidase: glucose determination in food products 88
Pipek P., Sinevič V., Dušek J., Janoušek J.: The effect of freezing storage and of the process of postmortem changes on rheological behaviour of coarsely comminuted meat 98
Bezděka Z., Březina P., Pipek P.: Rheometry of processed cheeses . . 104
Jeschke J., Houška M., Kubešová A., Šesták J.: Rheological properties of a mayonnaise in the simulation of an industrial process 116
Skřivan P.: The effect of soya lipoxygenase-II on the rheological characteristic of wheat doughs 122
Strmisková G., Dubravický J.: The effect of an oyster cap and other additives on the properties of meat pastes 131
Krajčovičová-Kudláčková M., Fecenková E.: Vegetable proteins in human nutrition, their evaluation with respect to age of sewer-rats . . . 140
Pokorný J., Vierecklová M., Jasná E., Davídek J., Pokorný D., Holas J.: Evaluation of sensory quality of extruded crisp bread . . . 153

SURVEYS
Rauch P., Fukal L., Káš J.: Labelled compounds in the analysis of eatables 160

INHALT

Solich O., Polášek M., Karlíček R., Valentová O., Marek M.: Bestimmung der Glukose in Lebensmittelprodukten mittels Durchflussinjektionsanalyse unter Ausnutzung der immobilisierten Glukoseoxidase 88
Pipek P., Sinevič V., Dušek J., Janoušek J.: Einfluss der Gefrierlagerung und des Verlaufes der postmortalen Änderungen auf das rheologische Verhalten des grobdesintegrierten Fleisches 98
Bezděka Z., Březina P., Pipek P.: Rheometrie der Schmelzkäse (E) . 104
Jeschke J., Houška M., Kubešová A., Šesták J.: Rheologische Eigenschaften der Mayonnaise beim Modellieren des Industrieprozesses . . . 116
Skřivan P.: Einfluss der Sojalipoxygenase-II auf rheologische Eigenschaften des Weizenteiges 123
Strmisková G., Dubravický J.: Einfluss des Austernseitlings und anderer weiterer Zusätze auf Eigenschaften der Fleischaufstriche 131
Krajčovičová-Kudláčková M., Fecenková E.: Pflanzliche Proteine in der Ernährung, ihre Bewertung in bezug auf das Alter der Wanderratten . . 141
Pokorný J., Vierecklová M., Jasná E., Davídek J., Pokorný D., Holas J.: Bewertung der sensorischen Qualität des extrudierten knusprigen Brotes 153

ÜBERSICHTEN
Rauch P, Fukal L., Káš J.: Markierte Verbindungen in der Genussmittelsanalyse 160



Vědecký časopis POTRAVINÁŘSKÉ 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 10 98 • Vytiskly OSTRAVSKÉ TISKÁRNY, s. p., provoz 21, Ostrava 1, Novinářská 7 • © Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Praha 1991

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, tř. 28. října 206, 709 90 Ostrava 9.
Rukopisy odevzdány k tisku 11. 2. 1991 — Podepsáno k tisku 14. 6. 1991