

# Sledovanie zmien obsahu mastných kyselín počas extrúzneho spracovania kukurice

E. MÓROVÁ — M. TAKÁCSOVÁ — L. DODOK

V rámci inovácie cereálneho odvetvia potravinárskeho priemyslu sa ráta s realizáciou kukuričného programu. Zavedením nových postupov spracovania cereálnych surovín, reprezentujúcich najmodernejšiu technológiu, môžeme spotrebiteľom dodať niektoré nutrične cenné obilniny, ktoré vo svojej tradičnej forme boli pre spotrebiteľa neprijateľné. V tomto smere sa zvyšuje význam kukurice, ktorá sa spracúva na produkty pre ľudskú výživu.

Vychádzajúc zo súčasného trendu sme riešili problém nutričnej hodnoty kukuričných chrumiek, ktoré vyrobil n. p. Mlyny a cestovinárne, závod v Nitre, vo vysokotlakových extrudéroch firmy PEJA Export B. V., Holland.

## Výsledky a diskusia

V chrumkárni pracujú dva extrudéry, ktorých pracovné režimy sú konštantné. Extrudér 1 pracuje pri konštantnej teplote 150 °C a konštantnom zaťažení, ktoré sa sleduje odberom prúdu 12 A. Extrudér 2 pracuje pri konštantnej teplote 140 °C a odbere prúdu 20 A. Extrudéry sa líšia dĺžkou závitnice.

Okrem základného rozboru základnej suroviny — kukuričnej krupice, ktorý uvádzame v tabuľke 1, sme sledovali obsah mastných kyselín. Zaujal nás

Tabuľka 1. Rozbor kukuričnej krupice

	Rozmedzie	Priemer
Vlhkosť %	11,3 — 11,6	11,5
Popol % v suš.	0,52 — 0,94	0,71
Kyslosť ° v suš.	1,7 — 2,5	2,1
Maltóza % v suš.	0,63 — 1,00	0,77
Petroléter, extrakt % v suš.	1,51 — 2,93	2,29
N <sub>c</sub> % v suš.	1,56 — 1,89	1,75
Bielkoviny (N <sub>c</sub> × 6,25) % v suš.	9,8 — 11,8	10,9

Tabuľka 2. Obsah mastných kyselín v kukuričnej krupici (% z celkového množstva MK)

	Rozmedzie	Priemer
Nižšie MK	0,25— 0,38	0,2
Palmitová	10,45—12,71	11,4
Stearová	1,9 — 2,0	2,0
Nasýtené MK	12,5 —14,6	13,6
Palmitolejová	*	
Olejová	25,9 —28,5	27,1
Linolová	56,6 —57,7	57,3
Linolenová	1,2 — 2,0	1,6
Neidentifikovaná $c_{x1}$	0,2 — 0,9	0,4
Nenasýtené MK	85,4 —87,5	86,4
Esenciálne MK	58,6 —59,4	58,9

MK — mastné kyseliny.

vysoký obsah nenasýtených mastných kyselín, a to najmä esenciálnych, ktoré sú vo veľkej miere zastúpené v kukuričnej krupici. Štúdiu týchto kyselín sme sa venovali pri extrúznom spracovaní kukurice pri rozličných technologických parametroch, za použitia plynovej chromatografie.

Na izoláciu lipidov sme použili metódu, ktorú vypracovali Folch a spol. [1, 2], zmes chloroformu a metanolu v pomere 2 : 1. Metylestery mastných kyselín sme pripravili preesterifikáciou 0,2 % KOH v metanole [3]. Analýzu sme uskutočnili na plynovom chromatografe CHROM 41 [4] za týchto podmienok:

sklenená kolóna, dĺžka 2,5 m, priemer 3 mm

nosič CHROMOSORB P + 20 % DEGJ

zakotvená fáza dietylénglykoljantarát

teplota vstrekovacieho priestoru 220 °C

teplota kolóny 190 °C

detektor plameňovo-ionizačný

tlak nosného plynu  $N_2$  0,08 MPa

prietok vodíka 25 ml/min

prietok vzduchu 0,25 l/min

citlivosť 1 : 1000 × 100

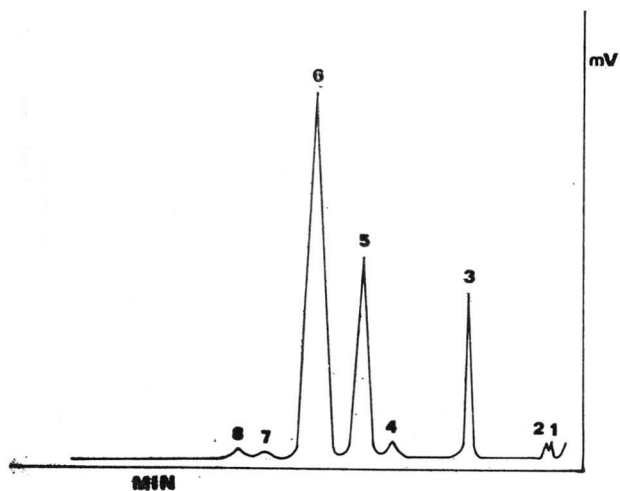
riedenie vzorky v hexáne 1 : 2

množstvo nastrekovanej vzorky 1,2  $\mu$ l

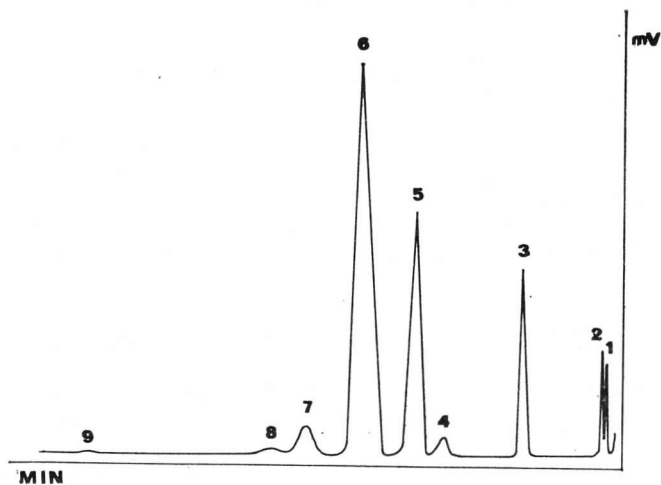
posun papiera 0,5 cm/min

Kvantitatívne vyhodnotenie mastných kyselín sme urobili triangulačnou metódou [5].

Odber vzoriek sa uskutočnil v rozličnom časovom období a pretože sa základná surovina menila, uvádzame rozmedzie, ako aj priemerné údaje sledovaných hodnôt.

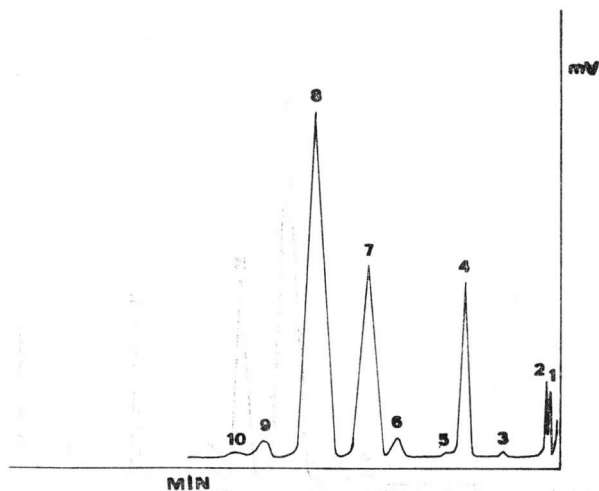


Obr. 1. Chromatogram mastných kyselín izolovaných z kukuričnej krupice. 1 — kaprónová, 2 — kaprylová, 3 — palmitová, 4 — stearová, 5 — olejová, 6 — linolová, 7 — neidentifikovaná, 8 — linolénová.



Obr. 2. Chromatogram mastných kyselín izolovaných z chrumiek z extrudéra 1. 1 — kaprónová, 2 — kaprylová, 3 — palmitová, 4 — stearová, 5 — olejová, 6 — linolová, 7 — neidentifikovaná, 8 — linolénová, 9 — neidentifikovaná.

Uvedené analýzy sme uskutočnili v neochutených chrumkách. Zo získaných výsledkov nás najviac zaujali hodnoty nenasýtených mastných kyselín, ktoré tvoria 83—86 % z celkového množstva mastných kyselín.



Obr. 3. Chromatogram mastných kyselín izolovaných z chrumiek z extrudéra 2. 1 — kaprónová, 2 — kaprylová, 3 — myristová, 4 — palmitová, 5 — palmitolejová, 6 — stearová, 7 — olejová, 8 — linolová, 9 — neidentifikovaná, 10 — linolénová.

Obsah a druh mastných kyselín v chrumkách po extrúznom spracovaní kukurice na extrudéri 1 uvádzame v tabuľke 3.

Zloženie mastných kyselín po extrúznom spracovaní kukuričnej krupice na extrudéri 2 uvádzame v tabuľke 4.

Poznatky fyziológie výživy kladú dôraz na dostatočný príjem nenasýtených, najmä polyénových mastných kyselín, ktoré sú známe ako nevyhnutné výživové faktory. Nutričná hodnota chrumiek je pomerne vysoká vzhľadom na veľké množstvo nenasýtených mastných kyselín, najmä linolovej. Tá tvorí viac ako 50 % z celkového množstva mastných kyselín.

Ďalej uvádzame, k akým zmenám prípadne stratám mastných kyselín dochádza pri extrúznom spracovaní kukuričnej krupice za rozličných pracovných podmienok extrúzie.

Na extrudéri 1 sme sledovali zmeny mastných kyselín v závislosti od pracovnej teploty extrúzie a na extrudéri 2 pri meniacom sa mechanickom zaťažení.

Ukázalo sa, že pri extrúznom spracovaní kukurice pri meniacom sa teplotnom režime extrúzie sú najmenšie straty nenasýtených mastných kyselín pri teplote 150 °C (0,6 % NeMK a 0,8 % esenc. MK). Pri teplote 135 °C straty nenasýtených mastných kyselín sú 3,8 % a esenc. MK až 8,9 %. Z toho vyplýva, že dodržaním predpísanej pracovnej teploty pri extrúzii sa dosiahnu skutočne minimálne straty nenasýtených a obdobne aj esenciálnych mastných kyselín. Je to veľmi šetrný spôsob spracovania.

Tabuľka 3. Obsah mastných kyselín v chrumkách (% z celkového množstva MK)

Druh mastných kyselín	Rozmedzie	Priemer
Nižšie MK	0,1— 2,0	1,3
C <sub>12:0</sub> laurová	*— 1,03	
C <sub>14:0</sub> myristová	0,1— 0,2	0,1
C <sub>16:0</sub> palmitová	10,8—12,5	11,6
C <sub>18:0</sub> stearová	1,8— 2,5	2,1
Nasýtené MK celkom	14,6—15,8	15,1
C <sub>16:1</sub> palmitolejová	*— 0,2	0,2
C <sub>18:1</sub> olejová	26,4—26,7	26,6
C <sub>18:2</sub> linolová	52,2—57,4	55,4
C <sub>18:3</sub> linolénová	1,4— 1,7	1,5
Neidentifikovaná C <sub>x1</sub>	3,7	1,2
Neidentifikovaná C <sub>x2</sub>	0,3	
Nenasýtené MK celkom	84,2—85,6	84,9
Esenciálne MK celkom	53,6—59,2	56,9

Tabuľka 4. Obsah mastných kyselín v chrumkách  
(% z celkového množstva MK)

Druh mastných kyselín	Rozmedzie	Priemer
Nižšie MK	0,1— 1,6	0,6
C <sub>12:0</sub>	0,04	
C <sub>14:0</sub>	0,1— 0,2	0,2
C <sub>16:0</sub>	10,9—13,5	12,3
C <sub>18:0</sub>	1,9— 2,7	2,2
Nasýtené MK celkom	13,4—16,9	15,3
C <sub>16:1</sub>	*	
C <sub>18:1</sub>	24,0—28,2	26,6
C <sub>18:2</sub>	53,8—56,8	55,0
C <sub>18:3</sub>	0,9— 1,9	1,5
C <sub>x1</sub> neident.	0,6— 2,8	1,6
Nenasýtené MK celkom	83,0—86,6	84,7
Esenciálne MK celkom	55,7—57,8	56,5

Tabuľka 5. Zmeny mastných kyselín počas extrúzneho spracovania na extrudéri 1

Teplota (°C)		% z celkového množstva MK		
		Σ NaMK	Σ NeMK	Σ esenc. MK
150	Kuk. krupica	14,62	85,38	58,64
	Chrumky	15,14	84,86	58,15
	% zachovania		99,39	99,16
140	Kuk. krupica	13,78	86,22	59,37
	Chrumky	14,40	85,60	59,00
	% zachovania		99,28	99,37
135	Kuk. krupica	12,49	87,51	58,83
	Chrumky	15,83	84,17	53,58
	% zachovania		96,18	91,07

NaMK — nasýtené mastné kyseliny, NeMK — nenasýtené mastné kyseliny.

Tabuľka 6. Zmeny mastných kyselín počas extrúzneho spracovania na extrudéri 2

Odber prúdu (A)		% z celkového množstva MK		
		Σ NaMK	Σ NeMK	Σ esenc. MK
30	Kuk. krupica	14,62	85,38	58,64
	Chrumky	16,51	83,49	55,74
	% zachovania		97,78	95,05
22	Kuk. krupica	13,78	86,22	59,37
	Chrumky	16,97	83,03	56,24
	% zachovania		96,30	94,72
20	Kuk. krupica	12,49	87,51	58,83
	Chrumky	13,36	86,64	57,84
	% zachovania		99,00	98,31

Pri najmenšom mechanickom zatažení na extrudéri 2 sa uchová najväčšie percento nenasýtených aj esenciálnych mastných kyselín. Pri porovnávaní daných výsledkov zisťujeme, že zmena pracovného tlaku, prípadne mechanického zataženia má väčší vplyv na stratu nenasýtených, ako aj esenciálnych mastných kyselín ako zmena pracovnej teploty pri extrúzii.

Obsah esenciálnych mastných kyselín okrem iného závisí od obsahu tuku. Napr. v kukuričnej krupici s obsahom tuku 2,5 % nachádza sa v 100 g vzorky 1,38 g kyseliny linolovej. Odporúčaná dávka tejto kyseliny sa pohybuje u dospelých medzi 6,6 až 9,5 g na deň [6].

Tabuľka 7. Množstvo mastných kyselín v g podľa jednotlivých druhov, prepočítané na 100 g vzorky

	Kukuriečná krupica
Tuk (%)	2,5
Palmitová	0,25
Stearová	0,05
Nasýtené MK	0,30
Olejová	0,68
Linolová	1,38
Neidentif.	0,01
Linolénová	0,03
Nenasýtené MK	2,10
Esenc. MK	1,41

Z uvedených výsledkov a tabuliek vyplýva, že neochutené chrumky by mohli byť eventuálne zdrojom nenasýtených mastných kyselín a mohli by slúžiť ako druh potravy pre určitú kategóriu chorých.

### Súhrn

V článku uvádzame sledovanie zmien obsahu mastných kyselín počas extrúzneho spracovania kukurice. Mastné kyseliny sme stanovili vo forme metylesterov plynovou chromatografiou. Analýzami sa dokázalo, že pri extrúznom procese výroby chrumiek dochádza k minimálnym stratám uvádzaných nenasýtených mastných, ako aj esenciálnych kyselín, čím sa zachováva vysoká nutričná a biologická hodnota chrumiek.

### Literatúra

1. FOLCH, J. — LEES, M. — STANLEY, G. H. S.: *J. Biol. Chem.*, 226, 1957, s. 497.
2. FOLCH, J. — ASCOLLI, J. — LEES, M. — MEATH, J. A. — BARON, F. N.: *J. Biol. Chem.*, 191, 1951, s. 833.
3. HOLASOVÁ, M. — JIROUŠOVÁ, J. — BLATTNÁ, J.: *Prům. Potr.*, 22, 1971, č. 4, s. 127.
4. Návod k obsluhu CHROM 4, Laboratorní přístroje, n. p.
5. FORMAN, L.: *Prům. Potr.*, 21, 1970, č. 4, s. 121.
6. PROCHÁZKA, M. — PŘÍHODOVÁ, J.: *Mlýn. pekár. Prům.*, 24, 1978, č. 5, s. 139

Морова, Е., Такачева, М., Додок, Л.

**Исследование изменений содержания жирных кислот в течении экструзной обработки кукурузы**

**Выводы**

В статье приводится исследование изменений содержания жирных кислот в течении экструзной обработки кукурузы. Жирные кислоты мы определили в форме метилэфиров газовой хроматографией. Анализы доказали, что при экструзном процессе производства „хрумок” приходит к минимальным потерям приведенных ненасыщенных жирных кислот но и эссенциальных, чем сохраняется высокое калорийное и биологическое значение „хрумок”.

Morová, B. — Takácsová, M. — Dodok, L.

**Following changes of a fatly acids contents during maize extrusion processing**

**Summary**

The article deals with following changes of a fatty acids contents during maize extrusion processing. Fatty acids in form of methyl esters with gas chromatografy were stated. Analyses have demonstrated, that in production extrusion process of crackers originate minimum losses of mentioned unsaturated fatty acids, but even essential and so high nutritive and biologic value of crackers is conserved.