

ФУРАЖИ и Хранене

www.feedspkf.com

Година XXI, брой 3, 2021



Грейнстор

www.grainstore.eu

ТЪРГОВИЯ СЪС ЗЪРНА



ЗЪРНОСЪХРАНЕНИЕ



ФУРАЖИ И ПРЕМИКСИ

ФИРМАТА ЗА ЗЪРНЕНИ И МАСЛОДАЙНИ КУЛТУРИ!

Изследване на индекса на устойчивост на разтрошаване на екструдати от оризово и тиквено брашно

доц. д-р инж. Анна Колева¹, доц. д-р инж. Мария Душкова², инж. Добромир Генов¹,
гл. ас. д-р инж. Апостол Симитчиев³ – Университет по хранителни технологии – Пловдив

Абстракт. В настоящата работа е изследвано влиянието на влажността (14% и 20%), съдържанието на тиквено брашно (10% и 20%) в изходната смес и честотата на въртене на работния шнек (180 min^{-1} и 220 min^{-1}) на едношнеков лабораторен екструдер върху индекса на устойчивост на разтрошаване на екструдати от оризово брашно, обогатено с тиква. Индексът на устойчивост на разтрошаване нараства при увеличаване на влажността и съдържанието на тиквено брашно, и намалява при увеличаване на честотата на въртене на работния шнек.

Ключови думи: екструзия, индекс на устойчивост на разтрошаване, оризово брашно, тиквено брашно

Увод. Оризът се отличава с добра хранителна стойност. Оризовото зърно съдържа 12% вода, 75-80% нишесте и 7% протеини, съдържащи всички незаменими аминокиселини. Тези хранителни вещества са с висока усвояемост от човешкия организъм – около 96%. Консумирането на ориз с други източници на протеини, като ядки, зърнено-бобови суровини, риба, месо и млечни продукти е препоръчително, с цел дообогатява-

1 – катедра „Технология на зърнените, фуражните, хлебните и сладкарските продукти“; 2 – катедра „Процеси и апарати“; 3 – катедра „Машини и апарати за ХВП“

не на аминокиселинния комплекс (Jianguo et al., 2003). Той е основна храна за повече от половината световно население и осигурява значителна част от дневния протеинов прием за милиони хора (Muthaуа et al., 2014). Оризът осигурява 20% от хранителната енергия в света, в сравнение с 19% за пшеницата и 5% за царевичата (www.fao.org/rice2004/en/f-sheet/factsheet3.pdf).

Хранителната стойност на ориза е висока и поради съдържанието на витамини от група В (тиамин, рибофлавин, пиродоксин ниацин), минерални вещества - магнезий (Kayahara et al., 2000), както и на незаменими аминокиселини и фибри (Frias et al., 2005).

Тиквата *Cucurbita* (Burrows et al., 2013; Gledhill, 2008), е от семейство *Cucurbitaceae*, произлизаща от Андите и Средна Америка. Плодовете на тиквата са големи и месести. Гигантската тиква (*Cucurbita maxima* L.) е най-големият по размер вид, понякога надхвърлящ 300 кг (Mabberley, 2008).

Суровата тиква е със съдържание на вода 91.6%, то варира в зависимост от сорта, зрелостта, условията на отглеждане и сезона (Hart et al., 1995). Съдържанието на въглехидрати също варира значително в различните видове тиква (Nishimune et al., 1991). Тиквата е богата на β -каротин, който е основен източник на витамин А (Lee, 1993). Количеството витамин А слабо варира в различните сортове тиква (Holmes & Spelman, 1946). Това я прави един от най-достъпните източници на този витамин (Hashim & Jirara, 2000). Витамин А е от съществено значение за поддържане на добро зрение, както и за здрава имунна система (Bendich, 1989).

Екструдирането е съвременен високоефективен метод, с доказани технически и икономически предимства за обработка на суровини. Използва се най-широко за обработка на зърнени суровини, като пшеница, царевича и ориз. През последните години все повече се разширява суровинната база и асортиментът на екструдираните хранителни продукти, нараства и тяхната консумация (Пенов и кол., 2012). Екструдирането се използва за производство на различни продукти, вариращи от snacks до аналози на месото (Остриков и кол., 2004). Smith (1975) дефинира екструдирането като процес, при който навлажнени, съдържащи нишесте или протеини суровини, поддаващи се на експандиране, се обработват чрез комбинация от влага, налягане, топлина и механично срязване, в резултат на което настъпват следните промени: повишаване температурата на продукта в екструдера, желатинизация на нишестето, де-

натурация на протеините, преструктуриране на термочувствителните съставки и екзотермично експандиране на екструдатите (Smith, 1975; Riaz, 2000). Екструдатите имат ниско съдържание на влага и са стабилни при съхранение (Велчев и кол., 1988; Guy, 2001; Harper, 1986).

Цел на настоящата работа е да се изследва влиянието на количеството тиквено брашно, влажността на изходната смес и честотата на въртене на работния шнек върху индекса на устойчивост на разтрошаване на получените оризови екструдати, обогатени с тиква.

Материали и методи

Материали. Използван е ориз от фирма „Фамилекс ООД“ (България), закупен от търговската мрежа. Оризът е смлян на брашно на лабораторна каменна мелница PREDOM (БГ Агро ООД, България).

Тиквеното брашно е получено от тиква от вида *Cucurbita maxima* L. Плодът е измит, обелен и нарязан на парчета с помощта на резачка (Berkel 250 TG, Van Berkel, САЩ). Нарязаните парчета са изсушени в конвективна пещ (Lainox Aroma PE/005D, Lainox, Италия) с горещ въздух при температура 70° С до съдържание на влага 8.1%, след което са смлени с блендер (Moulinex Type A 505, Moulinex, Франция). Полученият продукт е пресят през сито със светъл отвор 450 μ m. Брашното с размер на частиците под 450 μ m е запечатано в полиетиленови торбички и е оставено на съхранение в хладилни условия при 5° С.

Питейната вода за навлажняване отговаря на Наредба № 9 на Министерството на здравеопазването от 16.03.2001 г. за качеството на питейната вода.

Методи

■ Приготвяне на изходни смеси за екстудиране.

Оризовото и тиквеното брашно са смесени в съотношение 90:10 и 80:20. След това пробите са навлажнени до съдържание на влага 14% и 20%, след което са хомогенизирани и поставени в полиетиленови торбички за съхранение в хладилник при температура 5° С за 12 часа. Преди екстудиране пробите са темперирани в продължение на 2 часа при стайна температура.

■ Влажност

Влажността на изходните смеси (W, %) е определена чрез изсушаване до постоянна маса при температура 105° С (БДС EN ISO 11085:2010).

■ Екструзия

Екстудирането е проведено с едношнеков екструдер Brabender 20DN (Brabender GmbH & Co KG, Германия) (Genev et al., 2019); с диаметър на дюзата 3 mm; степен на компресия на винта

4:1; честота на въртене на подаващия винт 40 min⁻¹; честота на въртене на работния шнек 180 и 220 min⁻¹; температури в първа, втора и трета зона, съответно 140° С, 160° С и 180° С.

■ Индекс на устойчивост на разтрошаване

За определяне индекса на устойчивост на разтрошаване е използван пелет тестер Procon (VOSS, Geratenbau KG, Hamburg, Germany) по стандартна методика. Претеглят се две успоредни проби от по 200 g, предварително пресяти на ситоанализатор 2P-200 (ПроМел Инженеринг, България), оборудван със сито с размери 80% от размера на диаметъра на екструдатите. Пробите се поставят в двете камери на тестера и се въртят 10 минути. Изваждат се поотделно и се пресяват през същото сито, след което целите гранули се претеглят. Масата на пробите се осреднява. Индексът на устойчивост на разтрошаване (PDI) се изчислява по формулата:

$$PDI = \left[\frac{Mat}{Mbt} \right] \times 100 \quad (1)$$

M_{at} - маса на пробата след тестване и пресяване през сито с размер 80% от размера на диаметъра на екструдатите, g;

M_{bt} - маса на пробата преди тестване, g.

■ Статистическа обработка

Използван е пълен факторен експеримент (N=2³), за да се покаже взаимодействието между тиквеното брашно (X₁), влагата (X₂) и честота на въртене на работния шнек (X₃) върху индекса на устойчивост на разтрошаване. Планът на експеримента с натурални и кодирани стойности на трите фактора е представен в таблица 1. Експериментите във всяка точка от плана са проведени с три повторения.

Таблица 1. План на експеримента с натурални и кодирани стойности на факторите

№	Натурални стойности			Кодирани стойности		
	Съдържание на тиквено брашно, %	Влажност, %	Честота на въртене на работния шнек, min ⁻¹	X ₁	X ₂	X ₃
1	10	14	180	-1	-1	-1
2	20	14	180	+1	-1	-1
3	10	20	180	-1	+1	-1
4	20	20	180	+1	+1	-1
5	10	14	220	-1	-1	+1
6	20	14	220	+1	-1	+1
7	10	20	220	-1	+1	+1
8	20	20	220	+1	+1	+1

За моделиране на зависимостите с кодирани стойности е използвано уравнение на линейна регресия с взаимодействия на факторите:

$$y = b_0 + \sum_{i=1}^n b_i X_i + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n b_{ij} X_i X_j \quad (2)$$

където: b_0, b_i, b_{ij} са относително свободен коефициент, коефициент на линеен ефект и коефициент на взаимодействие.

Математическата обработка на експерименталните резултати е направена с помощта на софтуера "Statgraphics XIV trial version".

Използван е LSD метод за определяне на най-малка значима разлика при ниво на значимост 0,05.

Резултати и обсъждане. Получените резултати от пълния факторен експеримент са представени в таблица 2. Резултатите показват, че индексът на устойчивост на разтрошаване се променя от 63.93% до 88.56%. Данните за индекса на устойчивост на разтрошаване показват по-ниски стойности в сравнение с тези при екструдиране на храна за риби, която е богата на протеин (Тошков, 2011; Rosentrater et al., 2009), което означава, че екструдатите са по-крежки и подходящи за директна консумация.

Таблица 2. Индекс на устойчивост на разтрошаване (PDI, %) на екструдати

№	PDI, %
1	71.37 ± 0.47
2	79.06 ± 1.29
3	75.70 ± 1.50
4	83.57 ± 2.12
5	63.93 ± 1.16
6	75.70 ± 0.70
7	74.63 ± 0.70
8	88.56 ± 0.70

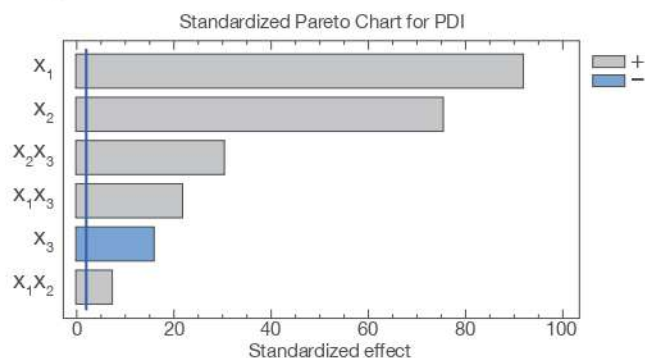
Получен е следният адекватен, при доверителен интервал 0.95, линеен модел:

$$PDI = 76.4583 + 5.23333X_1 + 4.291673X_2 - 0.908333X_3 + 0.416667X_1X_2 + 1.23333X_1X_3 + 1.74167X_2X_3 \quad (3)$$

$R^2 = 99.9\%$

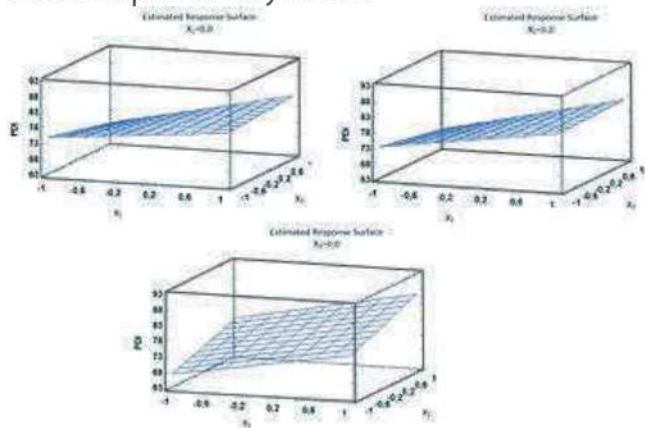
Диаграмата на Парето за влиянието на факторите върху индекса на разтрошаване е представена на фигура 2. От нея се вижда, че трите изследвани фактора имат значимо влияние, като факторите X₁ и X₂ влияят положително, а факторът X₃ има отрицателно влияние. Най-голямо влияние върху индекса на устойчивост на разтрошаване оказва съдържанието на тиквено брашно, следвано от влажността на изходната смес и честотата на въртене на работния шнек. Това вероятно е резултат от наличието на влакнини в тиквеното брашно. Влакнините увеличават твърдостта на екструдата, поради взаимодействие

с набъбналото от влагата нишесте, като по този начин увеличават дебелината на клетъчната стена, намалявайки порьозността на екструдатите (Yanniotis et al., 2007). Повишената влажност увеличава твърдостта на екструдатите, тъй като при високо съдържание на влага еластичността на екструдираната смес и налягането в екструдера намаляват, което води до намалена експанзия и здравина на екструдатите (Stojceska et al., 2009). Индексът на устойчивост на разтрошаване служи за измерване способността на екструдатите да издържат на разрушаване и разпадане. Механичната якост и здравина на екструдатите, индиректно определяни чрез този индекс, характеризират стабилността им по време на транспортиране и съхранение (Dozier, 2001).



Фигура 2. Диаграма на Парето за влияние на факторите върху индекса на устойчивост на разтрошаване

Най-нисък индекс на устойчивост на разтрошаване на екструдатите се получава при ниска влажност, съдържание на тиквено брашно 10% и честота на въртене на работния шнек 220 min^{-1} (Фиг. 3). Увеличаването на съдържанието на тиквено брашно води до увеличаване на индекса на устойчивост на разтрошаване на екструдатите, което е по-ясно изразено при по-високата влажност, като честотата на въртене на работния шнек влияе негативно при всички условия.



Фигура 3. Повърхнини на отражение за изменение на индекса на устойчивост на разтрошаване в зависимост от трите изследвани фактора

Извод. Съдържанието на тиквено брашно в

изходната смес е основен фактор, влияещ положително върху индекса на устойчивост на разтрошаване. По-слабо положително влияние оказва влажността на изходната смес. Честотата на въртене на работния шнек има негативно влияние върху изследвания показател.

Литература : 1. БДС EN ISO 11085:2010. Зърнено-житни култури и зърнено житни продукти. Определяне съдържанието на влага. 2. Велчев Н., Велчев З. (1988) Приложение на екструзията в хранителната промишленост (Обзор). ЦНТИИ. ССА. София. 3. Остриков А. Н., Абрамов О. В., Рудометкин А. С. (2004) Экструзия в пищевых технологиях, Санкт Петербург, ГИОРД. 4. Пенев Н. Д., Петрова Т. В., Рускова М. М. (2012) Экструзията – съвременна и ефективна технология за производство на храни. Международна научно-практическа конференция „Храни, технологии и здраве“, Сборник доклади, Пловдив. с. 43 – 48. 5. Тошков Н. (2011) Изследване на процеса екструзия на храни за стопански видове риби. Дисертация, УХТ-Пловдив. 6. Bendich A. (1989) Carotenoids and the immune response. The Journal of Nutrition, 119(1), 112. 7. Burrows G. E., Tyrl R. J. (2013) Toxic Plants of North America. Oxford: Wiley-Blackwell. pp. 389–391. 8. Dozier W. (2001) Cost-effective pellet quality for meat birds. Feed Management, 52, (2), 21–24. 9. Food and Agricultural Organization of the United Nations 2004, www.fao.org/rice2004/en/f-sheet/factsheet3.pdf 10. Frias J., Miranda M. L., Doblado R., Vidal-Valverde C. (2005) Effect of germination and fermentation on the antioxidant vitamin content and antioxidant capacity of *Lupinus albus* L. var. Multolupa. Food Chemistry, 92(2), 211–220. 11. Genev D., Dushkova M., Koleva A., Simitchiev A., Kakalova M. (2019) Investigation of specific mechanical energy during extrusion of rice flour enriched with dried pumpkin, Scientific works of University of Food Technologies, 66 (1), pp. 69. 12. Gledhill D. (2008) The Names of Plants. Cambridge: Cambridge University Press. p. 127. 13. Guy R. (2001) Extrusion cooking - Technologies and applications. Woodhead Publishing Limited. Cambridge. England. 206 p. 14. Harper J. M. (1986) Extrusion texturization of foods. Food Technology. 40 (3): 70-76. 15. Hart D. J., Scott K. J. (1995) Development and evaluation of an HPLC method for the analysis of carotenoids in foods, and the measurement of the carotenoid content of vegetables and fruits commonly consumed in the UK. Food Chemistry, 54(1), 101-111. 16. Holmes A. D., Spelman A. F. (1946) Composition of Squashes after winter storage. Journal of Food Science, 11(4), 345-350. 17. Jianguo G. W. (2003) Estimating the amino acid composition in milled rice by near-infrared reflectance spectroscopy, Field Crops Research. 18. Kayahara H., Tsukahara K., Tatai T. (2000) Flavor, health and nutritional quality of pre-germinated brown rice. In 10th international flavor conference (pp. 546–551). Paros, Greece. 19. Lee, F. A. (1983) Basic food chemistry: Avi Publishing Company Inc. 20. Mabberley D. J. (2008) The Plant Book: A Portable Dictionary of the Vascular Plants. Cambridge: Cambridge University Press. p. 235. ISBN 978-0-521-82071-4. 21. Muthayya S., Sugimoto J. D., Montgomery S., Maberly G. F. (2014) An overview of global rice production, supply, trade, and consumption. Annals of the New York Academy of Sciences, 1324, 7e14. 22. Nishimune T., Yakushiji T., Sumimoto T., Taguchi S., Konishi Y., Nakahara S., Kunita N. (1991) Glycemic response and fiber content of some foods. American Journal of Clinical Nutrition, 54(2), 414-419. 23. Normah H., Jirapa P. (2000) Vitamin A activity of rice-based weaning foods enriched with germinated cowpea flour, banana, pumpkin and milk powder. Malaysian J Nutr 6: 65-73. 24. Riaz M. (2000) Extruders in Food Applications. CRC Press. Taylor & Francis Group LLC. USA. 225 p. 25. Rosentrater K., Muthukumarappan K., Kannadhasan S. (2009) Effects of ingredients and extrusion parameters on aquafeeds containing DDGS and potato starch. Journal of Aquaculture Feed Science and Nutrition, 1, (1), 22-38. 26. Smith O. B. (1975) Extrusion and forming: creating new foods. Food Engineering. 7:48. 27. Stojceska V., Ainsworth P., Plunkett A., İbanoğlu Ş. (2009) The effect of extrusion cooking using different water feed rate on the quality of ready-to-eat snacks made from food by-products. Food Chemistry - FOOD CHEM. 114. 226 - 232. 10.1016/j.foodchem.2008.09.043. 28. www.fao.org/rice2004/en/f-sheet/factsheet3.pdf International Year of Rice 2004 rice is life. 29. Yanniotis S., Petraki A., Soumpasi E. (2007) Effect of pectin and wheat fibers on quality attributes of extruded cornsnack. Journal of Food Engineering - J FOOD ENG. 80. 594-599. 10.1016/j.jfoodeng.2006.06.018.

За контакт с авторите:

доц. д-р инж. Анна Колева – a_koleva@abv.bg
 доц. д-р инж. Мария Душкова – maria_douchkova@yahoo.fr
 инж. Добромир Генов – dobi_vtr@abv.bg
 гл. ас. д-р инж. Апостол Симитчиев – asimitchiev@mail.bg