SAT-ONLINE-P-2-BFT(R)-11

STUDY OF THE MAGNESIUM CONTENT IN GLUTEN-FREE TYPES OF FLOUR

Dana Stefanova, PhD
Department of Commodity Science
Univesity of Economics - Varna
E-mail: d.stefanova@ue-varna.bg

Assoc. Prof. Denka Zlateva, PhD
Department of Commodity Science
Univesity of Economics - Varna
E-mail: zlateva@ue-varna.bg

Abstract: *Nowadays, many of people pay attention to healthy eating and consumption of food products rich in biologically active substances. Such products help prevent the deficiency of various macro- and microelements caused by malnutrition. This aroused our interest in studying the magnesium content of gluten-free types of flour: from quinoa, amaranth, buckwheat, carob and chickpeas. The results reveal that the magnesium content of gluten-free flours varies from 594,00 mg/kg (carob flour) to 1915,00 mg/kg (amaranth flour) and is higher than that found in wheat flour type 500 – 130,75 mg/kg. The determination of magnesium content is performed by using highly sensitive AES-ICP method.*

Keywords: *Magnesium, Wheat flour, Gluten-free flour, Mineral content.*

ВЪВЕДЕНИЕ

През последните години се засилва интересът към здравословното хранене, като се наблюдава тенденция за консумиране на тестени изделия, получени от нетрадиционни видове брашна. Особено внимание се обръща на такива изделия, които не съдържат глутен. Глутенът е протеинов комплекс, характерен за състава на пшеницата, но също и за други житни зърнени храни като ръж и ечемик. Известно е, че консумацията на продукти, съдържащи глутен, може да предизвика у някои хора здравословни проблеми, характеризиращи се с различни симптоми. Най-известното състояние, свързано с тази непоносимост към глутена, е болестта цьолиакия (глутенова ентеропатия). Хората, страдащи от това заболяване, се нуждаят от специален хранителен режим, който включва безглутенови продукти. В тази връзка алтернатива на традиционно използваното пшенично брашно е това, получено от култури като киноа, амарант, нахут, елда, рожков и др. Биологичната им ценност зависи от съдържащите се в тях вещества, които не се синтезират в човешкия организъм и които не могат да бъдат заменени с други. Такива вещества са минералните, като е установено, че съдържанието им в различните видове брашна може да варира в зависимост от различни фактори, като почвено-климатичните условия на отглеждане, сортовите особености (Janucurova, M., Minarovicova, A., & Dandar, A., 2009), спецификата на млевния процес и др.

За развитието на човешкия организъм и нормалното протичане на жизнените функции е необходимо набавянето на различни макро- и микронутриенти в това число – и на разнообразни и достатъчни по количество минерални вещества. Значението им за здравето и храненето е безспорно, тъй като те изпълняват основни биологични функции в организма: структурна, ензимна и регулаторна (Chasapis, C., Loutsidou, C., Spiliopoulou, C., 2012). За поддържане на нормални жизнени функции и добро здраве на организма храната трябва да набавя в достатъчно количество магнезий. По-голямата част от него (около 60%) е включена в състава на костната система. Магнезият участва в междуклетъчния метаболизъм като кофактор за ензимни процеси. Също така е от значение за нормалното функциониране на мускулните и нервни клетки. Магнезият е широко разпространен в храните както от животински, така и от растителен произход (WHO, 2005). С консумацията на продукти от зърнени храни организмът си набавя около 27% от нужният дневен прием. Усвояемостта на минералните елементи в организма зависи от това под каква форма постъпват в човешкия

организъм, също така и от наличието на компоненти в храната като фитати, танини и оксалати, които възпрепятстват бионаличността им. Дефицитът на минерални елементи в организма може да настъпи и вследствие на индивидуални особености на организма (болестни състояния) (Yang, H. et al., 2015).

Целта на настоящото изследване е да се определи съдържанието на макроелемента магнезий в безглутенови брашна от киноа, амарант, елда, рожков и нахут, като резултатите се съпоставят с тези, получени при традиционно използваното в хлебопроизводството пшенично брашно тип 500.

МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

Опитен материал

Като опитен материал в хода на изследването са използвани брашна, както следва:

- Пшенично брашно тип 500 – произход: България;
- Брашно от киноа – произход: Еквадор;
- Брашно от амарант – произход: Индия;
- Брашно от елда – произход: Германия;
- Брашно от рожков – произход: Испания;
- Брашно от нахут – произход: България;

Метод за определяне на съдържанието на магнезий

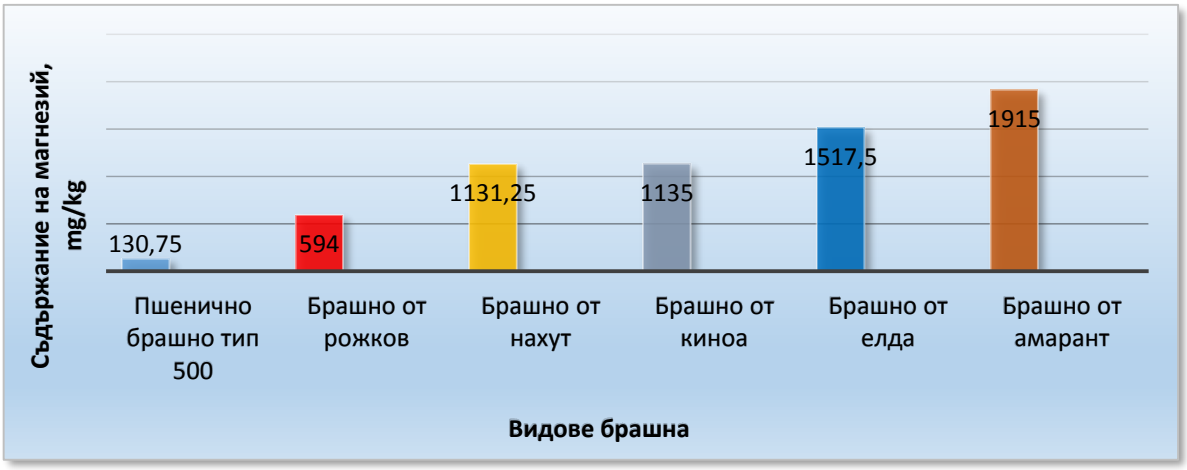
За определяне съдържанието на магнезий е използвана валидирана методика за мултиелементен анализ с използване на ICP-AES метод. Минерализирането на пробата се извършва съгл. БДС EN 13 805:2015 „Хранителни продукти. Определяне на микроелементи. Разлагане под налягане”. То включва опепеляване в микровълнова система и разтваряне на пепелния остатък в HNO_3. Полученият минерализат се инжектира в плазмата посредством майнхардов пулверизатор. Измерена е емисията на електромагнитното лъчение при 285,2 nm за магнезий. Концентрацията на изследваните елементи в пробата е определена по метода на калибрационната права, построена с помощта на стандартен разтвор Fluka 51844 Multielement standard solution 4 for ICP.

Статистически анализ

Резултатите от измерванията са подложени на анализ на дисперсията (ANOVA). Статистическите анализи са направени при ниво на значимост $\alpha = 0,05$.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Изследвано е съдържанието на минералния елемент магнезий в брашно от киноа, брашно от амарант, брашно от елда, брашно от рожков, брашно от нахут, като получените резултати са съпоставени с тези, получени при изследването на пшенично брашно тип 500. Резултатите, получени при определяне съдържанието на магнезий в горепосочените видове брашна, са представени на фигура 1.



Фиг. 1. Съдържание на магнезий в пшенично брашно тип 500 и безглутенови брашна (mg/kg)

Както личи от представените данни, съдържанието на магнезий в изследваните проби варира значително, като най-ниски стойности са отчетени при пшенично брашно тип 500 – 130,75 mg/kg. В свое проучване Iserliyska (2000) изследва минералния състав на пшенично брашно. За съдържанието на магнезий тя установява стойности, близки до получените от нас - 272,1 mg/kg. Други автори (Ciudad-Mulero, M. et al., 2021) изследват минералния състав на брашна, получени от традиционнно отглеждани в Испания сортове пшеница. Посочените данни за съдържанието на магнезий в различните проби са значително по-високи от получените в настоящото изследване, като варират от 50,1 mg/100g до 223,0 mg/100g сухо вещество. Те установяват, че минералният състав се влияе от генотипа на пшеницата и времето на прибиране на реколтата. Други фактори, които оказват влияние, са различните почвено-климатичнни условия и приложените агро-технически мероприятия при отглеждане на пшеницата, от която е произведено брашното.

При изследване на брашно от рожков се установи, че съдържанието на магнезий е 594,00 mg/kg, което е около 4,5 пъти по-високо от това в пробата от пшенично брашно. Аналогични резултати получават и Papaefstathiou и колектив (2018) - 59 mg/100g и Ayaz и съавтори (2007) - 60 mg/100g. El Batal и колектив (2016) също проучват какво е количеството на магнезий в проби от рожков. Те изследват проби от дървета, отглеждани в различни райони но Мароко. Данните, които получават, варират от 45,30 mg/100g до 137,70 mg/100g. Нееднаквото количество на минералния елемент в отделните проби учените отдават на различния им произход.

При изследване съдържанието на магнезий в брашно от киноа и от нахут са получени близки резултати: съответно 1135,00 mg/kg и 1131,25 mg/kg. Thavarajah и колектив (2012) също проучват минералния състав на брашно от нахут. За целта те изследват 10 различни сорта нахут, отглеждани в САЩ. Получените резултати за различните проби нахут са в границите от 1250 mg/kg до 1590 mg/kg и са съпоставими с представените от нас. Относно съдържанието на магнезий в брашно от киноа Hager и съавтори (2012) публикуват два пъти по-високи резултати (2299 mg/kg) от получените в настоящото изследване. Аналогични данни посочват и Valcárcel-Yamani и колектив (2012), които установяват стойности от 2068 mg/kg до 2620 mg/kg; както и Koziol (1992) - 2496 mg/kg. Варирането в количествените данни за съдържанието на магнезий в състава на отдените брашна се обуславя от фактори като ботанически вид, почвено-климатични условия, особености на млевния процес и др.

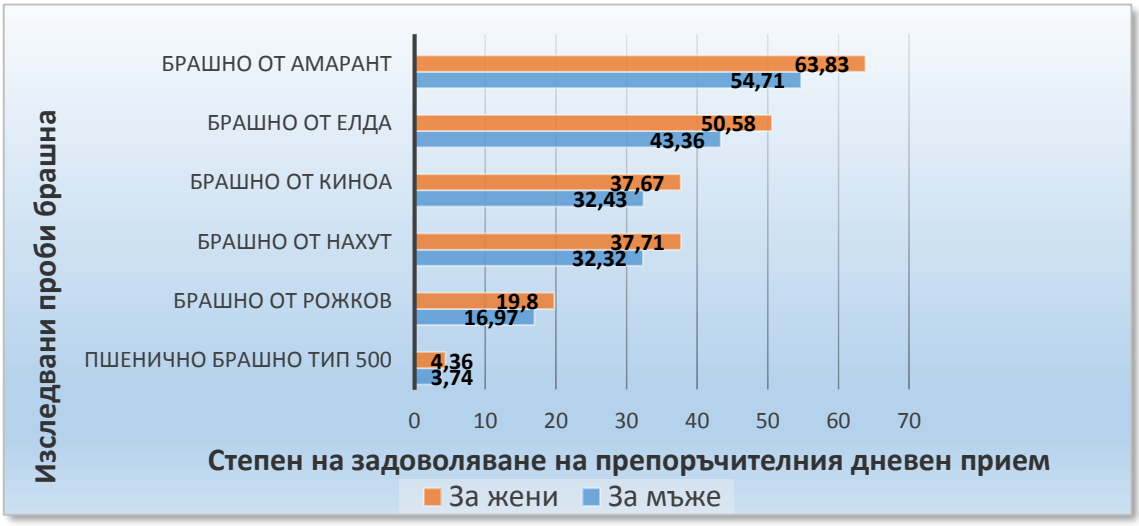
В настоящото изследване се установи, че съдържанието на магнезий в брашно от елда е 1517,5 mg/kg. Това количество е почти 12 пъти по-високо от това, установено в пшенично брашно тип 500. Високото съдържание на минералния елемент в брашно от елда се потвърждава и от проучванията на Sakač и колектив (2015) - 1149 mg/kg.

Най-високо съдържание на магнезий е установено при пробата от брашно от амарант - 1915,00 mg/kg. Тези стойности се доближават до резултатите, които Valcárcel-Yamani и колектив (2012) представят в свое изследване. Авторите установяват, че то е в границата от 2792 mg/kg до 3190 mg/kg. Kachiguma и колектив (2015) изследват минералния състав на 9 проби зърно от амарант, събрани от различни райони на Централният регион на Малави. Те доказват, че съдържанието на магнезий е различно в отделните проби (от 44,31mg/100g до 97,38 mg/100g сухо вещество). Вероятно варирането в стойностите се дължи на влиянието на околната среда, генотипа и спецификите на съответната агроекологична зона.

От получените резултати в настоящото изследване се установи, че съдържанието на магнезий в изследваните проби от безглутенови брашна е по-високо в сравнение с традиционно използваното пшенично брашно тип 500. Това дава основание да се счита, че включването им в рецептурата на различни хранителни продукти ще повиши биологичната ценност, като едновременно с това ще се разнообрази хранителният прием.

Съгласно действащата в нашата страна Наредба № 1 от 22 януари 2018 г. на Министерство на здравеопазването за физиологичните норми за хранене на населението, препоръчителният дневен прием на магнезий за мъже (на възраст от 19 до 60 години) е 350 mg, докато за жени на същата възраст е 300 mg. На фигура 2 са представени данни за това в

каква степен се покриват тези референтни стойности при консумация на продукти, приготвени от 100g от изследваните видове брашна.



Фиг. 2. Степен на задоволяване на препоръчителния дневен прием на магнезий при мъже и жени на възраст от 19 до 60 години

Получените данни от изследването доказват, че ако дневният хранителен прием съдържа 100g пшенично брашно тип 500, то биха се задоволили едва 3,74% и 4,36% от референтните стойности за прием на магнезий (съответно при мъже и при жени). Ниското съдържание на минерални елементи в пшенично брашно тип 500, а и на други ценни в хранително отношение вещества се определя основно от факта, че те са концентрирани в периферните слоеве на зърното, които се отстраняват по време на млевния процес.

Консумацията на 100g/d брашно от рожков би задоволило в по-голяма степен ежедневните нужди на организма от магнезий, съответно 16,97% при мъже и 19,80% при жени в посочения възрастов диапазон. Добра възможност да се достигнат препоръчителните норми би било включването в хранителния прием на 100g/d брашно от киноа. По този начин ще се гарантира задоволяване на 32,43% от нужният прием при мъжете и 37,67%% при жените. Така се постига прием на магнезий над 8 пъти по-висок от този при консумацията на продукти от пшенично брашно тип 500 (както за мъжете, така и за жените). При брашно от нахут са получени аналогични резултати с тези за пробата от киноа, и те са съответно: 32,32% за мъжете и 37,71% за жените.

Установените количества на магнезий в брашно от елда го правят много добър източник на този макроелемент за човешкия организъм. Ако хранителния прием включва продукти, приготвени от този вид брашно (в количество 100g), то ще се покрият 43,36% от ежедневните нужди на организма при мъжете, а при жените - 50,58%.

От изследваните проби най-добър източник на магнезий за човешкия организъм е брашното от амарант. В сравнение с пшеничното брашно тип 500 то задоволява над 14 пъти повече ежедневните потребности, установени за здравословно и пълноценно хранене. С консумацията на 100g/d брашно от амарант биха се покрили над половината (54,71%) от референтните стойности за хранителен прием при мъжете, а при жените този процент би бил 63,83%.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представените резултати доказват, че включването на безглутенови брашна от киноа, амарант, нахут, елда и рожков в ежедневната диета е ефикасен подход да се постигне прием на магнезий, много по-близък до референтния. Ако дневният хранителен прием съдържа 100g пшенично брашно тип 500, то биха се задоволили едва 3,74% и 4,36% от референтните стойности за прием на магнезий (съответно при мъже и при жени). Най-високо съдържание

на магнезий е установено при брашно от амарант – 1915,00 mg/kg, като това надвишава около 14 пъти количеството магнезий в традиционно използваното пшенично брашно тип 500. От представените резултати се вижда, че консумацията на продукти, съдържащи 100g брашно от амарант, ще задоволи в най–висока степен ежедневните нужди на човешкия организъм от есенциалния макроелемент магнезий – 54,71% при мъжете и около 64% при жените във възрастовия диапазон 19 – 60 години. Това от своя страна би допринесло за постигане на прием, близък до адекватния, за преодоляване на дефицитни състояния (и то не само при хора, спазващи безглутенова диета) и за подобряване на здравословния статус на населението.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторите изказват благодарност на Министерството на образованието и науката за субсидията, отпусната в съответствие с Наредбата за условията и реда за оценяване, планиране, разпределение и разходи на средствата от държавния бюджет за финансиране на присъщата научна дейност на държавните висши учебни заведения, а също и на академичното ръководство на Икономически университет - Варна за отпуснатите средства по проект НПИ - 55/2021 „Подобряване на качеството и полезността на храните-тенденции и иновативни практики (на примера на хляба)“.

REFERENCES

Ayaz, F., et al. (2007). Determination of chemical composition of Anatolian carob pod Ceratonia siliqua L.): Sugar, amino and organic acids, minerals and phenolic compounds. *Journal of Food Quality*, 30, 1040–1055.

Chasapis, C., Loutsidou, A., & Spiliopoulou, C. Zinc and human health: an update. *Archives of Toxicology*, 86, 521-534.

Ciudad-Mulero, M., et al. (2021). Durum and Bread Wheat Flours. Preliminary Mineral Characterization and Its Potential Health Claims. *Agronomy*, 11(1), 108.

El Batal, H., Hasib, A., Dehbi, F., Zaki, N., Ouatmane, A., & Boulli, A. (2016). Assessment of nutritional composition of Carob pulp (*Ceratonia Siliqua* L.) collected from various locations in Morocco. *J. Mater. Environ.*, 7(9), 3278-3285.

Hager, A., Wolter, A., Jacob, F., Zannini, E., & Arendt, E. (2012). Nutritional properties and ultra-structure of commercial gluten free flours from different botanical sources compared to wheat flours. *Journal of Cereal Science*, 56, 239-247.

Iserliyska, D. (2000). Research and creation of technology for obtaining mineral-enriched bread. Dissertation, Plovdiv. (***Оригинално заглавие:*** *Исерлийска, Д. (2000). Изследване и създаване на технология за получаване на обогатен с минерални елементи хляб. Дисертация, Пловдив*.).

Janucurova, M., Minarovicova, L., & Dandar, A. (2009). Quinoa – a Review. *Czech J. Food Sci*., 27, 71–79.

Kachiguma, N., Mwase, W., Maliro, M., & Damaliphetsa, A. (2015). Chemical and Mineral Composition of Amaranth (*Amaranthus* L.) Species Collected From Central Malawi. *Journal of Food Research*, 4(4), 92-102.

Koziol, M. (1992). Chemical composition and nutritional evaluation of quinoa (Chenopodium quinoa Willd.). *Journal of Food Composition Analysis*, 5, 35–68.

Papaefstathiou, E., Agapiou, A., Giannopoulos, S., & Kokkinofta, R. (2018). Nutritional characterization of carobs and traditional carob products. *Food Sci Nutr*., 6, 2151–2161.

Sakač, M., Pestorić, M., Mišan, A., Nedeljković, N., et al. (2015). Antioxidant Capacity, Mineral Content and Sensory Properties of Gluten-Free Rice and Buckwheat Cookies. *Food Technol. Biotechnol*., 53(1), 38–47.

Thavarajah, D., & Thavarajah, P. (2012). Evaluation of chickpea (Cicer arietinum L.) micronutrient composition: Biofortification opportunities to combat global micronutrient malnutrition. *Food Research International*, 49, 99–104.

Valcárcel-Yamani, B., & Caetano da Silva Lannes, S. (2012). Applications of Quinoa (Chenopodium Quinoa Willd.) and Amaranth (Amaranthus Spp.) and Their Influence in the Nutritional Value of Cereal Based Foods. *Food and Public Health*, 2(6), 265-275.

World Health Organization. (2005). Vitamin and Mineral Requirements in Human Nutrition: Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation (2nd Edition), Albany, World Health Organization.

Yang, H., Lee, S., Han, K., Kang, B., Lee, S., Yoon, K., Kwon, H., & Park. Y. (2015). Lower serum zinc levels are associated with unhealthy metabolic status in normal-weight adults: The 2010 Korea National Health and Nutrition Examination Survey. *Diabetes & Metabolism*, 41(4), 282–290.