

Funda Işık<sup>1</sup>, Alev Keser<sup>2</sup>

DOI: 10.17942/sted.744105

Geliş/Received : 28.05.2020  
Kabul/Accepted : 03.09.2020

### Öz

Tarihi geçmişi 12 bin yıl öncesine dayanan buğday, insanların temel besin kaynaklarından biridir. Besin ve beslenme ile ilişkili sağlık sorunlarının görülme sıklığındaki belirgin artış nedeni ile, ilkel buğday türlerinin besin ögesi içeriği ve sağlık üzerine etkileri merak konusu olmuştur. Siyez buğdayı yüksek protein, doymamış yağ asitleri, fruktan ve antioksidan içeriği ile besin değeri yüksek ilkel buğdaylardan biridir. Siyez buğdayının kan glukoz düzeyi, iştah, kardiyovasküler hastalıklar ve çölyak hastalığı üzerine etkileri çeşitli çalışmalarda gösterilmiştir. Bu derleme makalesinde, siyez buğdayının sağlık üzerine etkilerine yönelik yapılan çalışmaların sonuçlarının tartışılması amaçlanmıştır.

**Anahtar sözcükler:** Siyez buğdayı, İlkel buğday, Sağlık, Beslenme

### Abstract

Wheat, which dates back 12 thousand years, is one of the main food sources of human beings. Due to the significant increase in the prevalence of food and nutrition-related health problems, the nutritional content of primitive wheat species and their effects on health have been a matter of curiosity. Einkorn wheat is one of the nutrient-dense primitive kind of wheat with the high protein, unsaturated fatty acids, fructan and antioxidant content. The effects of einkorn wheat on blood glucose level, appetite, cardiovascular diseases and celiac disease have been shown in various studies. In this review article, it was aimed to discuss the results of studies conducted on the effects of einkorn wheat on health.

**Key words:** Einkorn, Ancient wheat, Health, Nutrition

1. Arş. Gör., Kastamonu Ü. Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Kastamonu, (Orcid No: 0000-0002-9077-0636)  
2 Doç. Dr., Ankara Ü. Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Ankara (Orcid No:0000-0003-2620-6747)

## Giriş

Buğday, milyarlarca insanın temel besin ve enerji kaynağıdır. Buğdayın atası olarak kabul edilen *Triticum monococcum* (2n=14, AA), halk arasındaki adı ile siyez buğdayı, diploid kromozom sayısına sahip ilkel bir buğday türüdür (1). Siyez buğdayı, ilk kez 10-12 bin yıl önce Güneydoğu Anadolu bölgesinde (Urfa-Karacadağ) kültüre alınmıştır. Daha sonra İran, Irak, Türkiye, Suriye, Lübnan, İsrail ve Filistin'in içinde bulunduğu "Bereketli Hilal" denilen bölgeden tüm dünyaya yayılmıştır. Ülkemizde en fazla Kastamonu'nun İhsangazi ilçesinde (2) olmak üzere çok kısıtlı bir alanda (Türkiye, Balkan Yarımadası, Orta ve Güney-Batı Avrupa ve Fas) yetiştirilmektedir (3).

Son yıllarda beslenmenin neden olduğu hastalıklar daha fazla görülmektedir. Bu durum geçmiş dönemlerde tüketilen, besin değeri yüksek ilkel buğdaylardan biri olan siyez buğdayına olan ilgiyi artırmış ve sağlık üzerine etkileri merak konusu olmuştur (4,5). Siyez buğdayı protein, doymamış yağ asitleri, fruktan, çinko ve demir gibi bazı eser elementler açısından zengindir. Karotenoidler, tokoller, konjuge fenolikler, alkilresorsinoller ve fitosteroller gibi biyoaktif bileşenleri de önemli miktarda içermektedir. Ancak amilaz ve lipoksigenaz enzim aktivitesi düşüktür (6).

Siyez buğdayında, 33 mer peptidi kodlayan D genomunun bulunmaması,  $\alpha$  gliadinlerde bulunan 33 mer peptid toksisitesine duyarlı olan çölyak hastaları için toksik etkisinin olmadığı ya da toksisitesinin daha az olduğunu düşündürmektedir (7). Benzer biçimde siyez buğdayının ekmeklik buğday ile kıyaslandığında intestinal epitelde morfolojik değişikliklere neden olmadığı belirtilmektedir (8). Ancak immün yanıtlara neden olması ve hastalık belirtilerini artırması nedeni ile çölyak hastalarının kullanımı için güvenli olup olmadığı konusu henüz netlik kazanmamıştır (9). Siyez buğdayının içeriğinde bulunan biyoaktif bileşenler sağlık üzerine olumlu etkiler göstermektedir. Bu nedenle derleme olarak hazırlanan bu makalede, siyez buğdayının sağlık üzerine etkilerinin ulusal ve uluslararası literatüre dayalı olarak tartışılması amaçlanmıştır.

## Antioksidan etkisi

Buğday, antioksidan özelliğe sahip tokoferol, tokotrienol, karotenoid, fenolik asit, flavonoid ve fitosterol gibi bazı biyoaktif bileşenler içermektedir (10). Biyoaktif bileşen içeriği buğdayın türüne göre değişiklik göstermektedir (6,11-13).

Siyez buğdayı diğer buğday türlerine kıyasla, karotenoidlerden (özellikle luteinden) zengin bir buğday türüdür. Karotenoidler, yüksek antioksidan kapasiteye sahip olup, lipid peroksidasyonu sonucu oluşan serbest radikallere karşı koruyucu etki gösterir. Karotenoidlerden  $\alpha$  karoten,  $\beta$  karoten ve  $\beta$  kriptoksantin provitamin A özelliği gösterir. Bu nedenle, vücut için gerekli olan A vitamininin sentezi açısından önemlidir. Diğer yandan zeaksantin ve lutein, retinanın makula bölgesinde bulunan temel karotenoidlerdir (10). Siyez buğdayının karotenoid içeriğinin yüksek, lipoksigenaz aktivitesinin düşük olması sonucunda bu buğday unundan üretilen ürünler, durum ve ekmeklik buğday unundan üretilenlere kıyasla daha fazla karotenoid içerir (12). Abdel-Aal ve arkadaşlarının yaptıkları bir çalışmada, siyez buğdayının bir oksikarotenoid olan luteini (yaklaşık 8,5 mg/kg KM) ekmeklik buğdaya kıyasla yaklaşık dört kat daha fazla içerdiği saptanmıştır (11).

Antioksidan özellik gösteren fenolik bileşikler, reaktif oksijen türlerinin neden olduğu dejeneratif hastalıklara karşı koruyucudur (10). Tahıllar, bitkisel kökenli fenoliklerin iyi kaynaklarıdır. Fenolik asitler (özellikle ferulik asit) tahıllarda en yaygın bulunan fenolik bileşiktir. Ticari buğday unlarının fenolik asit içeriği genellikle düşüktür. Bu durum öğütme sırasında yaşanan kayıplardan kaynaklanmaktadır. Kepekli unlarda polifenollerin miktarı buğdayın türüne göre değişiklik gösterir. Siyez buğdayında konjuge fenolik asit konsantrasyonu, durum ve ekmeklik buğdaylarına kıyasla daha fazla iken durum ve ekmeklik buğdayda en fazla unkonjuge fenolik asitler bulunmaktadır (12).

Özellikle endospermde ve embriyoda bulunan sırası ile tokotrienoller ve tokoferoller de antioksidan özelliğe sahip olup serum kolesterol konsantrasyonunu azaltır ve çeşitli kanser hücrelerinin büyümesini engeller (10,13). Siyez

buğdayında beta tokotrienol ve alfa tokoferol fazla miktarda bulunur. Ayrıca, siyez buğdayının tokotrienol/tokoferol oranı ekmeklik buğdaya kıyasla daha yüksektir (13). Siyez buğdayı, tokotrienolün hipokolesterolemik etkisi ile kardiyovasküler hastalıklara ve yüksek antioksidan içeriği ile kansere karşı koruyucu özelliklere sahiptir (14). Triticum türleri içerisinde fitosterol konsantrasyonu en yüksek olan buğday türü siyez buğdayıdır. Buğdayın fitosterol içeriği en yüksek olan kısmı rüşeym ve kepek kısmıdır. Siyez buğdayın olumlu sağlık etkilerine, yapısal olarak kolesterole benzeyen ve böylece plazmada toplam kolesterol ve LDL kolesterol düzeyini azaltabilen bitki sterollerini olan fitosteroller de katkıda bulunmaktadır (6). Epidemiyolojik ve deneysel çalışmalar, fitosterollerin kolon, meme ve prostat kanseri gibi yaygın olarak görülen kanser türlerine karşı koruyucu etkisinin olabileceğini de göstermektedir (15-17).

Sonuç olarak, siyez buğdayı içerdiği biyoaktif bileşenler sayesinde anti-aterojenik etkiye sahiptir ve kalp sağlığının korunmasında önemlidir.

#### **Anti-Inflamatuar etkisi**

İlkel buğday türlerinin sağlık üzerine potansiyel faydaları ile ilgili yapılan çalışmalarda, kalp sağlığı üzerine olumlu etkilerinin olduğu (18), inflamasyonu (19) ve böylece inflamasyon ile ilişkili irritabl bağırsak sendromu (İBS) (20) gelişme riskini azalttığı yönünde bulgular elde edilmiştir. İlkel buğday türleri yüksek polifenol, tokol, karotenoid ve lutein içeriğinden dolayı anti-inflamatuar ve pro-inflamatuar sitokinlerin artmasına neden olur (21). Antagoni ve arkadaşları, siyez ve ekmeklik buğday unundan yapılan geleneksel fermentasyon ve ekşi hamur fermentasyonu ile yapılan ekmeklerin sindirimi sonucunda oluşan ürünlerin, Caco-2 bağırsak epitel hücreleri üzerindeki anti-inflamatuar etkilerini değerlendirmiştir. Siyez ekmeğinin sindirimi sonucunda Caco-2 bağırsak epitel hücrelerinde interlökin-6 üretiminde anlamlı bir azalma olduğu saptanmış, bu etkinin siyez buğdayın anti-inflamatuar özelliğinden kaynaklanabileceği belirtilmiştir (22). Ekmek yapımında ekşi hamurun kullanılması anti-inflamatuar etkiye katkı sağlar. Ekşi hamur fermentasyonu sonucunda anti-inflamatuar peptidler ve antioksidan bileşikler oluşur (22).

Ayrıca siyez buğdayının anti-inflamatuar etki gösteren fitosterol (6) ve tokollerden (13) zengin olması bu sonuca etki eden bir diğer faktör olabilir.

#### **Kan glukoz regülasyonu ve iştah üzerine etkisi**

Ekmek, temel karbonhidrat kaynaklarından biridir. Ekmeğin yapımında kullanılan buğday türü, ekmeğin hazırlanışı ve üretimi post-prandiyal glisemiyi, insülin yanıtını, tokluk durumunu, iştahı ve besin alımını düzenleyen hormonların salınımını etkilemektedir. Post-prandiyal glukoz ve insülin düzeyi; oksidatif stres, metabolik sendrom, diyabet, aterosklerotik plak ve kardiyovasküler hastalıklar gibi sağlık sorunlarının oluşumunda önemli risk faktörüdür (23).

Yapılan bir çalışmada, siyez buğday ekmeği ve modern buğday ekmeği tüketen sağlıklı bireylerde, glukoz-bağımlı insülinotropik polipeptid (GIP), glukagon benzeri peptid 1 (GLP-1), glukoz ve insülin yanıtları ile ekmek üretiminde kullanılan metotların bu yanıtlara olan etkisi değerlendirilmiştir. On saatlik açlık sonrasında katılımcıların 50 gram karbonhidrat içeren 127 gram bal-tuz mayalı siyez ekmeği, 129 gram siyez tam tahıllı ekmek, 127 gram mayalı siyez ekmeği ve 118 gram mayalı modern buğday ekmeği dört hafta boyunca her hafta aynı gün farklı bir ekmeği tüketmeleri sağlanmıştır. Katılımcıların kan glukoz, insülin, GIP ve GLP-1 düzeyleri ölçülmüştür. Çalışma sonucunda ekmeğin yapıldığı buğday türünün GIP, GLP-1, glisemik ve insülin yanıtı açısından anlamlı bir fark oluşturmadığı ancak, ekmek üretim metodunun GIP yanıtlarını etkilediği belirlenmiştir. Bal-tuz mayalı siyez ekmeği ve siyez tam tahıllı ekmek tüketiminden sonra geleneksel mayalı ekmeğe kıyasla GIP yanıtlarının daha az olduğu saptanmıştır (24).

Başka bir çalışmada, dört farklı ekmek türünün (dondurulmuş hamur ile kısmi pişmiş ticari buğday ekmeği, ticari buğday unu, organik buğday unu ve organik siyez unu ile hazırlanan ekşi mayalı ekmekler) tüketimi sonrası glukoz, insülin, serbest yağ asitleri (FFA), trigliserid (TG), ghrelin ve tokluk eğrisi altında kalan alan (AUC) değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonucunda, ekşi mayalı organik buğday unu ve organik siyez

unundan yapılan ekmeğin tüketilmesinden sonra, kan glukozu AUC ve insülin AUC'nin ticari ekmeğe kıyasla daha az olduğu saptanmıştır. Ancak, FFA ve TG AUC, ekmeğin türüne göre anlamlı bir farklılık göstermemiştir. Organik siyez ekmeği tüketildikten sonra medyan ghrelin AUC değeri, ticari ekmeğin tüketimi sonrası medyan ghrelin AUC değerine kıyasla daha düşük olmuştur, ancak bu farklılık diğer ekşi mayalı ekmeğin tüketiminde görülmemiştir. Sonuç olarak siyez buğday ekmeğinin kan glukoz ve insülin düzeyinde daha az artışa neden olduğu ve daha uzun süre tokluk sağladığı belirtilmiştir (23).

Bir diğer çalışmada Zucker, diyabetik şişman sıçanlara (Zucker Diabetic Fatty Rats-ZDF rats) dokuz hafta boyunca beş farklı diyet (siyez, spelt, emmer, çavdar tam tahıllı unları ve rafine un) uygulanmıştır. Diyet müdahale çalışması sonucunda, ilkel buğday diyetleri glukoz ve yağ metabolizmasında görevli olan düzenleyici genlerin down regülasyonunu sağlayarak, diyabetin gelişmesini önlediği ya da geciktirdiği saptanmıştır (25).

Siyez buğdayının amilaz (26) ve lipoksigenaz aktivitesinin (6) düşük olması, peroksizom proliferatör-aktive edici reseptör gamma koaktivator 1 alfa (PGC-1α) ekspresyonunu down regüle etmesi (25) düşük glukoz ve insülin yanıtına neden olabilir. Siyez buğdayının kan glukoz, insülin ve iştah üzerine olan etkileri obezite, insülin direnci, tip 2 diyabet, kardiyovasküler hastalıklar gibi sağlık sorunlarının önlenmesinde ve tedavisinde önemli potansiyel faydalar sağlayabilir. Bu nedenle tüketiminin yaygınlaştırılmasının gerekli olduğu düşünülmektedir.

### **Mikrobiyota üzerine etkisi**

Bağırsak mikrobiyotası, doğal bağırsıklıktan iştah ve enerji metabolizmasına kadar pek çok metabolik yolak ile ilişkilidir. Bağırsak sağlığının önemli bir göstergesi mikrobiyal çeşitliliktir. Bağırsak mikrobiyotasında çeşitliliğin azalması sonucu disbiyozis olarak adlandırılan mikrobiyal dengesizlik ortaya çıkar. Antibiyotikler, pestisitler ve bazı beslenme alışkanlıkları disbiyozise neden olabilmektedir. Disbiyozis obezite, kardiyovasküler hastalıklar ve otoimmün hastalıklar gibi bazı sağlık sorunları ile ilişkili bulunması nedeni ile istenmeyen bir durumdur (27).

Diyet bileşenlerinin mikrobiyota üzerinde önemli etkileri bulunmaktadır. Bağırsak mikrobiyotasında bakteriler sindirilemeyen karbonhidratları fermente ederek kısa zincirli yağ asitleri (bütirat, asetat ve propionat) ve gaz oluşumunu sağlar. Fermente edilen karbonhidratlar mikrobiyal çeşitliliği artırır. Diyet posası açısından zengin bir diyet, mikrobiyal çeşitlilik ve mikrobiyota bileşimi üzerine önemli etkiler gösterir (27). Ayrıca fruktanlar, kalsiyum ve demir gibi mikro besin öğelerinin biyoyararlılıklarının artmasında rol oynar. Bunun yanı sıra konstipasyonu ve diyareyi engeller, karaciğer fonksiyonlarını korur, kolesterol ve kan basıncının azalmasını sağlar ve anti-karsinogenik etki gösterir (6). Siyez buğdayı fruktan içeriği yüksek bir buğday türüdür. Ziegler ve arkadaşları, farklı buğday türlerinden (ekmeklik buğday, durum, spelt, emmer ve siyez buğdayı) elde edilen tam buğday unlarının içerisinde en yüksek fruktan içeriğine sahip buğdayın siyez buğdayı olduğunu saptamıştır (28).

Barone ve arkadaşlarının domuzlarda siyez ekmeğinin mikrobiyota üzerinde etkisini gözlemlemek amacıyla yaptıkları 30 günlük diyet müdahale çalışmasında, siyez buğday ekmeği tüketiminin bağırsak mikrobiyotasında kısa zincirli yağ asitleri üreten bakteri sayısında (*Blautia*, *Faecalibacterium* ve *Oscillospira*) ve metabolik çeşitlilikte artışa neden olduğu belirlenmiştir. Gözlenen bu değişimler, siyez unundan yapılan ekmeğin tüketiminin bağırsak ekosisteminde sağlığa olumlu etkiler gösterdiği şeklinde yorumlanmıştır (29).

Siyez buğdayı olumlu birçok özelliğe sahip olmakla birlikte özellikle İBS hastalarında yüksek FODMAP içeriği nedeni ile kullanılmasında dikkat edilmesi gerekmektedir (28). Bağırsak sağlığının korunmasında ve İBS hastalığının belirtilerinin azaltılmasında düşük FODMAP içerikli diyetlerin olumlu etkilere sahip olduğu öne sürülmektedir (30).

### **Sonuç**

Siyez buğdayının zengin besin ögesi içeriği ve sağlık üzerine potansiyel etkileri yapılan bazı araştırmalarla saptanmıştır. Özellikle antioksidan içeriğinin zengin olması diğer buğday türlerine kıyasla üstünlük sağlamaktadır. Bu anlamda besin sanayinde ürünlerin sağlığa yararlı etkilerini artırmak için antioksidan içeriği yüksek siyez



buğdayı ile zenginleştirme yapılabilir. Tüketiminin yaygınlaştırılması beslenme ile ilişkili bazı sağlık sorunlarının önlenmesinde ve tedavisinde katkı sağlayabilir.

**İletişim:** Dr. Funda Işık

**E-posta:** fndsk\_92@hotmail.com

## Kaynaklar

1. Shewry PR, Hey S. Do "ancient" wheat species differ from modern bread wheat in their contents of bioactive components?. *Journal of Cereal Science*. 2015;65: 236-43.
2. Ünal VZ. İhsangazi İlçe Analizi. Kuzey Anadolu Kalkınma Ajansı. 2013. Erişim Tarihi:26.05.2020. [https://www.kuzka.gov.tr/Icerik/Dosya/www.kuzka.gov.tr\\_16\\_ZM3H78CK\\_ihsangazi\\_ilce\\_analizi.pdf](https://www.kuzka.gov.tr/Icerik/Dosya/www.kuzka.gov.tr_16_ZM3H78CK_ihsangazi_ilce_analizi.pdf).
3. Zaharieva M, Monneveux P. Cultivated einkorn wheat (*Triticum monococcum* L. subsp. *monococcum*): the long life of a founder crop of agriculture. *Genetic Resources and Crop Evolution*. 2014;61(3):677-706.
4. Arzani A, Ashraf M. Cultivated Ancient Wheats (*Triticum* spp.): A Potential Source of Health-Beneficial Food Products. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2017;16(3):477-88.
5. Shewry PR. Do ancient types of wheat have health benefits compared with modern bread wheat?. *Journal of cereal science*. 2018;79: 469-76.
6. Hidalgo A, Brandolini A, Nutritional properties of einkorn wheat (*Triticum monococcum* L.). *J Sci Food Agric*. 2014; 94(4):601-12.
7. Schalk K, Lang C, Wieser H, Koehler P, Scherf KA. Quantitation of the immunodominant 33-mer peptide from alpha-gliadin in wheat flours by liquid chromatography tandem mass spectrometry. *Sci Rep*. 2017;7:45092.
8. Pizzuti D, Buda A, D'Odorico A, D'Inca R, Chiarelli S, Curioni A, Martines D. Lack of intestinal mucosal toxicity of *Triticum monococcum* in celiac disease patients. *Scand J Gastroenterol*. 2006;41(11):1305-11.
9. Vaccino P, Becker HA, Brandolini A, Salamini F, Kilian B. A catalogue of *Triticum monococcum* genes encoding toxic and immunogenic peptides for celiac disease patients. *Molecular Genetics and Genomics*. 2009;281(3):289-300.
10. Giambanelli E, Ferioli F, Koçaoglu B, Jorjadze M, Alexieva I, Darbinyan N, D'Antuono LF. A comparative study of bioactive compounds in primitive wheat populations from Italy, Turkey, Georgia, Bulgaria and Armenia. *J Sci Food Agric*. 2013;93(14):3490-501.
11. Abdel-Aal ESM, Young JC, Wood PJ, Rabalski I, Hucl P, Falk D, Fregeau-Reid J. Einkorn: a potential candidate for developing high lutein wheat. *Cereal Chem*. 2002;79(3):455-7.
12. Brandolini A, Castoldi P, Plizzari L, Hidalgo A. Phenolic acids composition, total polyphenols content and antioxidant activity of *Triticum monococcum*, *Triticum turgidum* and *Triticum aestivum*: A two-years evaluation. *Journal of Cereal Science*. 2013;58(1):123-31.
13. Hidalgo A, Brandolini A, Pompei C, Piscozzi R. Carotenoids and tocopherols of einkorn wheat (*Triticum monococcum* ssp. *monococcum* L.). *Journal of Cereal Science*. 2006; 44(2):182-93.
14. Hejtmánková K, Lachman J, Hejtmánková A, Pivec V, Janovská D. Tocopherols of selected spring wheat (*Triticum aestivum* L.), einkorn wheat (*Triticum monococcum* L.) and wild emmer (*Triticum dicoccum* Schuebl [Schrank]) varieties. *Food Chemistry*. 2010;123(4):1267-74.
15. Huang J, Xu M, Fang YJ, Lu MS, Pan ZZ, Huang WQ, et al. Association between phytosterol intake and colorectal cancer risk: a case-control study. *British Journal of Nutrition*. 2017;117(6):839-50.
16. Ifere GO, Barr E, Equan A, Gordon K, Singh UP, Chaudhary J, et al. Differential effects of cholesterol and phytosterols on cell proliferation, apoptosis and expression of a prostate specific gene in prostate cancer cell lines. *Cancer Detection and Prevention*. 2009;32(4):319-28.
17. Alvarez-Sala A, Attanzio A, Tesoriere L, Garcia-Llatas G, Barberá R, Cilla A. Apoptotic effect of a phytosterol-ingredient and its main phytosterol ( $\beta$ -sitosterol) in human cancer cell lines. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*. 2019;70(3):323-34.
18. Sereni A, Cesari F, Gori AM, Maggini N, Marcucci R, Casini A, Sofi F. Cardiovascular benefits from ancient grain bread consumption: Findings from a double-blinded randomized crossover intervention trial. *International journal of food sciences and nutrition*. 2017;68(1):97-103.
19. Benedetti S, Primiterra M, Tagliamonte MC, Carnevali A, Gianotti A, Bordoni A, Canestrari F. Counteraction of oxidative damage in the rat liver by an ancient grain (Kamut brand khorasan wheat). *Nutrition*. 2012;28(4):436-41.
20. Sofi F, Whittaker A, Gori AM, Cesari F, Surrenti E, Abbate R, et al. Effect of *Triticum turgidum* subsp. *turanicum* wheat on irritable bowel syndrome: a double-blinded randomised dietary intervention trial. *British Journal of Nutrition*. 2014;111(11):1992-9.

21. Dinu M, Whittaker A, Pagliai G, Benedettelli S, Sofi F. Ancient wheat species and human health: Biochemical and clinical implications. *J Nutr Biochem.* 2017;52:1-9. doi:10.1016/j.jnutbio.2017.09.001.
22. Antognoni F, Mandrioli R, Bordoni A, Di Nunzio M, Viadel B, Gallego E, et al. Integrated evaluation of the potential health benefits of einkorn-based breads. *Nutrients.* 2017;9(11):1232.
23. Bo S, Seletto M, Choc A, Ponzio V, Lezo A, Demagistris A, et al. The acute impact of the intake of four types of bread on satiety and blood concentrations of glucose, insulin, free fatty acids, triglyceride and acylated ghrelin. A randomized controlled cross-over trial. *Food Research International.* 2017;92:40-7.
24. Bakhøj S, Flint A, Holst JJ, Tetens I. Lower glucose-dependent insulinotropic polypeptide (GIP) response but similar glucagon-like peptide 1 (GLP-1), glycaemic, and insulinaemic response to ancient wheat compared to modern wheat depends on processing. *European Journal of Clinical Nutrition.* 2003;57(10):1254-61.
25. Thorup AC, Gregersen S, Jeppesen PB. Ancient wheat diet delays diabetes development in a type 2 diabetes animal model. *The Review of Diabetic Studies: RDS.* 2014;11(3):245-57.
26. Abdel-Aal ESM, Young JC, Rabalski I, Hucl P, Fregeau-Reid J. Identification and quantification of seed carotenoids in selected wheat species. *Journal of Agricultural and Food Chemistry.* 2007;55(3):787-94.
27. Valdes AM, Walter J, Segal E, Spector TD. Role of the gut microbiota in nutrition and health. *BMJ.* 2018;361:k2179.
28. Ziegler JU, Steiner D, Longin CFH, Würschum T, Schweiggert RM, Carle R. Wheat and the irritable bowel syndrome—FODMAP levels of modern and ancient species and their retention during bread making. *Journal of Functional Foods.* 2016;25:257-66.
29. Barone F, Laghi L, Gianotti A, Ventrella D, Saa T, Laure D, et al. In Vivo Effects of Einkorn Wheat (*Triticum monococcum*) Bread on the Intestinal Microbiota, Metabolome, and on the Glycemic and Insulinemic Response in the Pig Model. *Nutrients.* 2019;11(1):16.
30. Rao SSC, Yu S, Fedewa A. Systematic review: dietary fibre and FODMAP-restricted diet in the management of constipation and irritable bowel syndrome. *Alimentary Pharmacology & Therapeutics.* 2015;41(12):1256-70.