

ID: 552

Usability of pea, rice and soy proteins in the production of protein-rich pasta

Vildan Eyiz¹, Ayşenur Acar², Selman Türker¹

¹Department of Food Engineering, Faculty of Engineering, Necmettin Erbakan University, Konya, Turkey

²Department of Food Engineering, Faculty of Agriculture, Selcuk University, Konya, Turkey

Abstract

Proteins are special components that contain the building blocks of life. Therefore, it is necessary to take them at a certain level with the daily diet. According to different authorities, the amount of protein that should be consumed daily depending on age and health status is between 20 and 50 g. Animal foods are seen as the main source of protein by many consumers. However, according to the evaluations made in our country, the main source of protein for a large part of the society is cereal products such as bread and pasta. These products contain an average of 10 g/100 g of protein. However, in addition to their protein content, their high carbohydrate content is a significant disadvantage. Considering the social consumption habits, it does not seem possible to give up these products. Therefore, it is important to make these products more nutritious by enriching them with proteins. For these reasons, the aim of this project is to enrich pasta with vegetable proteins. For this purpose, pea, rice and soy proteins were used. As a result of the project, pasta with high sensory acceptability and at least 20 g/100 g protein was produced. The use of vegetable proteins was preferred within the scope of the project for economic reasons. In fact, vegetable proteins are much more economical than animal proteins. Thus, it was evaluated that the competitive advantage of the products produced would be high. Therefore, a product that is beneficial for both food producers and society has been produced.

Keywords: Pasta, protein, pea seed isolate, rice protein isolate, soy protein isolate

Proteince zengin makarna üretiminde bezelye, pirinç ve soya proteinlerinin kullanılabilirliği

Özet

Proteinler yaşamın yapıtaşlarını içeren özel bileşenlerdir. Bu nedenle günlük diyetle birlikte belirli düzeyde alınması zorunludur. Farklı otoritelere göre yaş ve sağlık durumuna göre günlük tüketilmesi gereken protein miktarı 20 ile 50 g arasındadır. Hayvansal gıdalar birçok tüketici tarafından ana protein kaynağı olarak görülmektedir. Ancak ülkemizde yapılan değerlendirmelere göre toplumun büyük kesimi için ana protein kaynağı ekmek ve makarna gibi tahıl ürünleridir. Bu ürünler ortalama olarak 10 g/100 g protein içermektedir. Ancak protein içeriğinin yanında yüksek karbonhidrat içeriği önemli bir dezavantajdır. Toplumsal tüketim alışkanlıkları göz önüne alındığında, bu ürünlerden vazgeçilmesi mümkün gözükmemektedir. Bu nedenle bu ürünleri proteinlerce zenginleştirilerek daha besleyici hale getirilmesi önem arz etmektedir. Sayılan bu nedenlerden ötürü bu projenin amacı makarnanın bitkisel proteinlerce zenginleştirilmiştir. Bu amaçla bezelye, pirinç ve soya proteinleri kullanılmıştır. Proje sonucunda duyuusal kabul edilebilirliği yüksek ve en az 20 g/100g protein içeren makarnaların üretilmiştir. Proje kapsamında bitkisel proteinlerin kullanılması ekonomik nedenlerle tercih edilmiştir. Nitekim, bitkisel proteinler hayvansal proteinlere göre çok daha ekonomiktir. Böylece üretilen ürünlerin rekabet avantajının yüksek olacağı değerlendirilmiştir. Dolayısıyla hem gıda üreticileri hem de toplum için yararlı bir ürün üretilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Makarna, protein, bezelye tohumu izolatu, pirinç protein izolatu, soya protein izolatu

Giriş

Makarna, düşük maliyeti, besleyici bileşimi, hazırlama kolaylığı, nakliyesi ve daha uzun raf ömrü nedeniyle market raflarında bulunan en popüler tüketim ürünlerdendir (Nilusha ve ark., 2019). Dünya’da makarna üretimi 2018’de 14.3 milyon tona ulaşmıştır (Kaur ve ark., 2012). Makarna geleneksel olarak nişasta ve ardından protein, yağ, vitaminler, mineraller ve biyoaktif bileşikler içeren irmikten hazırlanmaktadır (Gull ve ark., 2018). Makarna, düşük glisemik indeksli yüksek kompleks karbonhidrat içeriğinin yanı sıra protein de içermektedir. Protein kalitesi, çoğunlukla esansiyel amino asitlerdeki bileşimi ve sindirilebilirliği ile ilgilidir. Yüksek kaliteli proteinler, FAO/WHO/UN ‘in referans amino asit modeline eşit veya bundan daha yüksek seviyelerde tüm esansiyel amino asitleri içermektedir. Aksine, beslenme açısından eksik veya düşük biyolojik değeri olan proteinler, bir veya daha fazla esansiyel amino asitte eksik olan proteinlerdir. Kollajen hariç tüm hayvansal proteinler tam protein olarak kabul edilirken, bitkisel proteinler, birkaç istisna dışında, bazı esansiyel amino asitlerde bir eksikliğe sahiptir. Sınırlayıcı amino asit, bir proteinde en düşük miktarda bulunan esansiyel amino asittir, bu nedenle, kazein için



sınırlayıcı amino asit arginin, balık ve yumurta proteinleri için metionin ve özellikle tahıllar ve makarna gibi tahıl bazlı gıdalar için sınırlayıcı aminoasit lizindir. Bu bağlamda, kimyasal skor, diyet proteininin uygun miktarda esansiyel amino asit sağlama potansiyeli açısından proteinlerin kalitesini tanımlamak için kullanılan parametredir. 100'e yakın veya 100'e eşit bir kimyasal skora sahip proteinler, besinsel olarak daha iyi olarak kabul edilir ve bu nedenle insan ihtiyaçlarını yeterince karşılayabilir (Messia ve ark., 2021).

Sporcular ve diyetlerinde daha fazla miktarda protein bulunması gereken kişiler tarafından protein takviyelerine olan ilgi gün geçtikçe artmaktadır. Yetişkinlerin protein gereksinimi, LARN'de (Liveli di Assunzione di Riferimento di Nutrienti ed energia) belirtilen 0.8 g/kg (protein/kg vücut ağırlığı) referans değerinden başlayarak, sportif aktivite ile önemli ölçüde artmaktadır. Ayrıca, sporculardan bağımsız olarak, tüketici tercihinin et bazlı gıdalardan bitki bazlı gıdalara kademeli olarak kaymasıyla, potansiyel bitki bazlı proteinlere rağbet bulunmaktadır. Bu amaçla, düşük proteinli diyetleri tamamlayan iyi dengelenmiş esansiyel amino asit içerdiklerinden, tahıllar potansiyel bir protein kaynağı olarak tercih edilmektedir. Bunun yanında, hayvansal kaynakları elde etmek bitki bazlı olanlardan daha maliyetlidir (Ranganathan, 2020). Bu bakımdan nüfus artışıyla başa çıkarken yüksek kaliteli gıda üretimi sağlayabilen diğer sürdürülebilir ve etkili kaynaklara yönelmek ilgi çekici olmuştur.

Belirli beslenme ihtiyaçları ve aynı zamanda gıda trendleri arasına giren yüksek proteinli makarnanın ticari segmenti son yıllarda büyümektedir. İrmiğin alternatif bileşenlerle değiştirilmesi de dahil olmak üzere yeni makarna formülasyonları geliştirilmektedir ve bu formülasyonlarda protein ikamesi olarak soya fasulyesi, bezelye, fasulye, nohut unları veya izolatları, ayrıca peynir altı suyu proteinleri, kazein ve süt tozu gibi süt ürünleri kullanılabilir (Verardo ve ark., 2011; Marconi ve Messia., 2012; Foschia ve ark., 2017). Özellikle, baklagiller zengin bir besin kaynağı (protein, mineraller, lif) (Asif ve ark., 2013) olarak tercih edilmektedir ve karbon ve su ayak izini azaltarak çevresel olarak sürdürülebilir ürünler geliştirmek amacıyla kullanılmaktadır (Boukid ve ark., 2019). Bu nedenlerle baklagillerin gıda üretimine entegre edilmesine artan bir ilgi vardır. Baklagillerin proteinleri kükürt amino asitleri ve triptofan bakımından nispeten düşük olmasına rağmen, yüksek lizin içeriğine sahiptirler. Sonuç olarak, baklagiller ve tahıllar besinsel olarak tamamlayıcıdır. Makarnanın hazırlanmasında irmiğin kısmen baklagil unları ile değiştirilmesi, protein biyolojik değerinin ve amino asit CS'nin iyileştirilmesini sağlamaktadır (Messia ve ark., 2021).

Hosta (2012), çalışmasında pirinç ununa farklı oranlarda bezelye, nohut ve kırmızı mercimek unu ile hazırladığı erişte örneklerinde tat açısından en beğenilen ürünün mercimek unu katkılı erişte olduğunu belirlemiştir. Makarnanın esansiyel aminoasit içeriğini arttırmak amacıyla et ürünleri, baklagil (*Leguminosae* L.) unu ve bitkisel protein izolatları kullanıldığında katkı maddelerinin optimum miktarları et için ağırlıkça %15, %10 bezelye ve mercimek unu, %7.5 soya unu olarak bulunmuştur. Makarna hamuruna eklenen zenginleştirici bileşenlerin makarna kalitesi üzerinde olumlu etkisi olduğu tespit edilmiştir. Makarnaların protein içeriğini %1.59-8.19, biyolojik değeri %6-16, amino asit bileşiminin fayda katsayısını 0.2-0.26, protein sindirilebilirliğini %11-24 ve günlük protein alım seviyesini %31.4-12.5 artırdığı belirlenmiştir (Galina ve ark., 2019). Yapılan bir çalışmada protein miktarı artırılmış makarna için optimum formülasyon %45.41 irmik, %24 bezelye proteini izolatı, %18 yulaf unu, %5 soya proteini izolatı, %5 peynir altı suyu proteini izolatı ve %2 gluten olarak bulunmuştur. Optimize edilmiş formülasyonda, protein içeriği, kontrole kıyasla 2.9 kattan fazla arttığı tespit edilmiştir (Rousta ve ark., 2020).

Materyal ve Yöntem

Materyal

Çalışma kapsamında protein kaynağı olarak izole bezelye proteini (Fuwell, İstanbul), pirinç protein tozu (Naturiga, İstanbul) ve soya proteini (Protein Ocean, İstanbul) kullanılmıştır. Makarnalık irmik Konya'da faaliyet gösteren bir fabrikadan temin edilmiştir. Analizlerde kullanılacak olan kimyasallar analitik saflıkta seçilmiştir.

Yöntem

Makarna Üretimi

Kontrol makarna örnekleri Brennan ve Tudorica (2008)'nin belirttiği metoda göre yaklaşık 100:30 irmik/su oranı kullanılarak hazırlanmıştır. İrmik ile yer değiştirme esasına göre %20 protein ilavesi (soya protein izolatı, bezelye protein izolatı, pirinç protein izolatı) gerçekleştirilmiştir. Makarna üretimi laboratuvar ölçekli makarna cihazı ile gerçekleştirilmiş olup, kısa kesme makarnalar üretilmiştir. Makarna ingredientleri (1500 g kuru miks + ~ 500 mL su), irmiğin su hidrasyonu sağlanana kadar (yaklaşık 15 dk) pilot makarna ünitesinin (La Monferrina P3) yoğurucu kısmında karıştırılarak daha ekstrüde edilip kesilmiştir. Makarnalar daha sonra makarna kurutma makinesinde kurutulmuştur.

Renk Ölçümü

Ham madde ile pişmiş ve pişmemiş makarna örneklerinin renk değerleri Minolta CR-400 (Konica Minolta, Inc., Osaka, Japonya) cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Makarna örneklerinde toplam renk farklılıklarının belirlenmesi için aşağıdaki formül kullanılmıştır (Zardetto ve Rosa, 2009):

$$\Delta E = (\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2)^{1/2}$$



Ağırlık ve Hacim Artışı

Ağırlık artışının belirlenmesi için 20 gr makarna 250 mL kaynayan saf su içerisinde optimum pişme süresince pişirilecek ve çiğ ve pişmiş örneklerdeki ağırlık farkı % olarak belirlenmiştir. Hacim artışının belirlenmesi için örnekler aynı ağırlık artışı testinde olduğu gibi pişirilip süzülecek ve 2 dk bekletildikten sonra içerisinde saf su bulunan ölçü silindire koyulup taşırdıkları suyun hacmi belirlenmiştir (Özkaya ve Kahveci, 1990).

Suya Geçen Kuru Madde

20 g makarna 250 mL saf su içerisinde optimum pişme süresince pişirilip süzümüştür. Süzüntü suyu kurutma dolabında 135°C’de kurutulurak, suya geçen kuru madde miktarı (%) hesaplanmıştır (Kahveci ve Özkaya, 1989).

İstatistiksel Analiz

Çalışma tesadüf parseller deneme desenine göre yürütülmüştür, elde edilen veriler varyans analizine tabi tutularak önemli bulunan farklılıklar Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile belirlenmiştir. İstatistik hesaplamalar SAS paket programları ile gerçekleştirilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Ham Madde ve Makarna Örneklerinin Renk Değerleri

Makarna örneklerinin üretiminde kullanılan hammaddelere ait renk değerleri Çizelge 1’de verilmiştir. Makarna örneklerinde verildiği gibi bezelye protein izolatının b* değeri diğer protein izolatlarından yüksek bulunmuştur. İrmik ve pirinç protein izolatlarının parlaklık değerleri istatistiksel olarak benzer bulunurken pişirme sonrası pirinç protein izolatı ilaveli makarnaların parlaklık değeri daha koyu bulunmuştur.

Çizelge 1. Hammaddelerin renk değerleri ¹

² Protein çeşidi	L*	a*	b*	Ton açısı	Doygunluk
İrmik	89.01±0.1a	-2.41±0.33b	23.06±0.26b	23.19±0.22b	264.01±0.1b
Soya	86.87±0.04b	0.26±0.01a	16.28±0.14c	16.28±0.14c	90.95±0.04a
Bezelye	83.6±0.14c	0.27±0.02a	25.67±0.61a	25.67±0.61a	90.59±0.14a
Pirinç	88.48±0.7a	-0.09±0.01a	10.45±0.23d	10.45±0.23d	269.47±0.7c

¹Aynı satırdaki farklı harfler ortalamaların P<0.05 seviyesinde farklı olduğunu gösterir. ²Her bir protein çeşidi %20 oranında ilave edilmiştir.

Çeşitli protein izolatları ilaveli makarna örneklerinin renk değerleri Çizelge 2’de verilmiştir. Hue angle a* ve b* değerlerinden hesaplanmaktadır. Bu nedenle a* ve b* değerlerini etkileyen herhangi bir faktör aynı zamanda hue angle değerini de etkilemektedir. Hue angle (ton açısı) değerindeki değişiklikler enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarıyla ilgilidir (Sacchetti et al. , 2016). Soya ve pirinç protein izolatları chroma değerini (doygunluk) etkilememiş ancak bezelye protein izolatı kullanan makarna örneklerinin chroma değerinin diğerlerine göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Bezelye protein izolatı ilavesiyle en yüksek b* değeri belirlenmiştir dolayısıyla C* (doygunluk) ve H° (ton açısı) değerleride yüksek bulunmuştur.

Çizelge 2. Makarna örneklerinin renk değerleri¹

² Protein çeşidi	L*	a*	b*	Ton açısı	Doygunluk
Kontrol	58.08±0.75b	-2.45±0.11c	11.09±0.35c	11.36±0.36c	11.36±0.36c
Soya	58.08±0.75b	-1.24±0.06b	14.41±0.22b	14.46±0.21b	14.46±0.21b
Bezelye	62.12±0.96a	-0.94±0.01ab	17.58±1a	17.61±1.01a	17.61±1.01a
Pirinç	54.8±0.8c	-0.78±0.12a	15.87±0.48ab	15.88±0.48ab	15.88±0.48ab

¹Aynı satırdaki farklı harfler ortalamaların P<0.05 seviyesinde farklı olduğunu gösterir. ²Her bir protein çeşidi %20 oranında ilave edilmiştir.

Makarna ağırlık artışı değerleri %138.7 ile %173.53 arasında değişmiş olup ortalama %157.20 olarak belirlenmiştir (Çizelge 3).Farklı protein çeşitleri ile ağırlık artışları kontrol grubuna göre bir miktar azalmış bu azalma nişasta granülüne su girişinin sınırlandıran bir protein ağı oluşumundan kaynaklanmış olabilir (Liu ve ark., 2016). Bunun yanı sıra, makarna örneklerindeki ağırlık artışı değerlerindeki azalmanın proteinden kaynaklı nişasta-lipit kompleksi oluşumu ile ilişkilendirildiği bilinmektedir (Desai ve ark., 2019). Protein izolatlarından soya protein izolatı en fazla ağırlık artışı sağlamıştır.

Makarna örneklerinin hacim artışı değerleri %139.26-165.81 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 3). Makarnaların hacim artış değerlerine protein çeşidine göre değerlendirildiğinde %20 soya protein izolatı ilaveli makarna örneklerinin hacim artışı değeri (%165.81), %20 pirinç protein izolatı ilaveli makarna örneklerinin hacim artışı değerlerinden (%139.26) daha yüksek bulunmuştur. Soya protein izolatı en fazla hacim artışı sağlarken en düşük hacim artışını pirinç protein izolatı sağlamıştır. Ancak bu değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (P>0.05). Makarnanın iyi bir pişme kalitesi, nişastanın tutulumunu sağlayan protein miktar ve kalitesi ile ilişkilendirilmektedir (Chillo ve ark., 2010).



Çizelge 3. Makarna örneklerinin pişme testi ve sıklık değerine ait sonuçlar¹

² Protein çeşidi	Ağırlık artışı (%)	Hacim artışı (%)	SGMM (%)	Sıklık
Kontrol	173.53±6.93a	161.76±6.93a	5.9±0.12b	1506.88±2.2b
Soya	165.36±0.92ab	165.81±12.65a	7.73±0.3a	1559.1±26b
Bezelye	138.7±2.4c	158.18±2.57a	6.43±0.05b	2208.57±17.2a
Pirinç	151.23±4.56bc	139.26±13.09a	8.2±0.41a	1784.18±12.08b

¹Aynı satırdaki farklı harfler ortalamaların P<0.05 seviyesinde farklı olduğunu gösterir. ² Her bir protein çeşidi %20 oranında ilave edilmiştir.

Çizelge 3'te yaş makarna örneklerine ait suya geçen kuru madde miktarı (SGMM) değerlerinin %5.9-8.2 arasında değiştiği gösterilmiştir. Örneklerin protein izolatu çeşitleri olarak değerlendirildiğinde %20 pirinç proteini izolatu ilaveli makarna örneklerinin SGKM (%8.2), %20 bezelye proteini izolatu ilaveli makarna örneklerinin SGKM değerinden (%6.3) daha yüksek bulunmuştur. Bezelye tohum izolatu diğer izolatlara göre düşük bir SGKM değeri verse de istatistiksel olarak kontrol örneği ile benzer niteliktedir. Kaliteli bir makarna için SGMM değerlerinin, makarnanın kuru ağırlığının %8'ini geçmemesi gerektiği (Lacko-Bartošová, 2014) soya ve bezelye protein izolatları ilaveli makarna örneklerinin de sınırlar içerisinde olduğu görülmektedir (Çizelge 3). Bu sebeple, soya ve bezelye protein izolatları ilavesi ile elde edilen makarnaların pişme özelliklerinin olumsuz etkilemediği sonucuna varılmıştır.

Makarna örneklerine ait sıklık değerleri 1506.88-2208.57 g arasında değişim göstermiştir (Çizelge 3). Kontrol grubu yaş makarna örneklerine göre soya ve pirinç protein izolatları ilavesi sıklık değerleri üzerinde kontrol örneğine benzer değerler gösterirken sıklık değerlerini çok fazla artırmamıştır. Ayrıca belirlenen artış değerleri istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (P>0.05). Lu ve ark. (2009) tarafından belirtildiği gibi serbest lipidlerin veya bunların belirli bir içerikte alt bölümlerinin eklenmesiyle pişirme sırasında nişasta-lipit komplekslerinin oluşmasıyla makarna sıklık değerlerini arttırmasına sebep olmaktadır. %20 Bezelye protein izolatının eklenmesiyle elde edilen yaş makarna örneklerinin sıklık değerinin artması nişasta-lipit komplekslerinin oluşumuna bağlanabilir.

Sonuçlar

Çalışmada, soya, bezelye ve pirinç protein izolatları % 20 oranlarında kullanılmıştır. İzolatlar kuru madde üzerinden irmik oranları azaltılarak eklenmiştir. Kontrol örneklerine göre ağırlık artışları çok az düşüş göstermiştir. Soya protein izolatu ilaveli makarna örneklerinde küçük bir hacim artışı görülmesine karşın suya geçen kuru madde miktarı sadece bezelye protein izolatu ilaveli örnekte en yüksek bulunmuştur. Protein izolatları ilaveli makarna örneklerindeki hacim artış miktarları ise istatistiksel olarak benzer bulunmuştur. Suya geçen kuru madde miktarları baz alındığında soya ve bezelye protein izolatları kaliteli makarna üretim için uygun özellik gösterirken, pirinç protein izolatu ile elde edilen makarnaların suya geçen kuru madde miktarının kuru ağırlığın %8'i geçmesi sebebiyle kaliteli makarna üretimi için arzu edilen kriterlere uymayabilir. Makarna örneklerine ait L*, b*, doygunluk indeksi ve ton açısı değerleri bezelye protein izolatu ilavesi ile daha yüksek belirlenirken, a* değerleri ise kontrol örneğinde ile daha yüksek tespit edilmiştir. Bezelye protein izolatu ilaveli makarna örneklerinin parlaklık değeri hem kontrol örneğine göre hem de soya ve pirinç protein izolatu ilaveli makarna örneklerinden daha parlak olarak belirlenmiştir. Dolayısıyla, bezelye protein izolatu makarnaların satın alınabilirliğini arttırabilmektedir.

Kaynaklar

- Asif, M., Rooney, L. W., Ali, R., & Riaz, M. N. (2013). Application and opportunities of pulses in food system: a review. *Critical reviews in food science and nutrition*, 53(11), 1168-1179. <https://doi.org/10.1080/10408398.2011.574804>
- Boukid, F., Zannini, E., Carini, E., & Vittadini, E. (2019). Pulses for bread fortification: A necessity or a choice?. *Trends in Food Science & Technology*, 88, 416-428. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.04.007>
- Desai, A. S., Brennan, M. A., & Brennan, C. S. (2019). Influence of semolina replacement with salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) powder on the physicochemical attributes of fresh pasta. *International Journal of Food Science & Technology*, 54(5), 1497-1505. <https://doi.org/10.1111/ijfs.13842>
- FAO/WHO. Dietary protein quality evaluation in human nutrition. FAO Food Nutr. Pap. 2013, 92, 1-66
- Foschia, M., Horstmann, S. W., Arendt, E. K., & Zannini, E. (2017). Legumes as functional ingredients in gluten-free bakery and pasta products. *Annual review of food science and technology*, 8(1), 75-96. <https://doi.org/10.1146/annurev-food-030216-030045>
- Gull, A., Prasad, K., & Kumar, P. (2018). Nutritional, antioxidant, microstructural and pasting properties of functional pasta. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 17(2), 147-153. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2016.03.002>



- Hosta H. G. (2012). Farklı Baklagil Unları ile Zengileştirilmiş Glutensiz Pirinç Eriştelerinin Kalite ve Bazı Besinsel Özelliklerin İncelenmesi (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi), Hacettepe Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara
- Kamali Roust, L., Ghandehari Yazdi, A. P., & Amini, M. (2020). Optimization of athletic pasta formulation by D-optimal mixture design. *Food Science & Nutrition*, 8(8), 4546-4554. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1764>
- Kaur, G., Sharma, S., Nagi, H. P. S., & Dar, B. N. (2012). Functional properties of pasta enriched with variable cereal brans. *Journal of food science and technology*, 49, 467-474. <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0294-3>
- Lacko-Bartov, M. A. G. D. A. L. E. N. A. (2014). Noodle quality of winter wheat cultivated in sustainable farming systems. *Journal of Central European Agriculture*. <https://doi.org/10.5513/jcea.v15i2.2644>
- Liu, T., Hamid, N., Kantono, K., Pereira, L., Farouk, M. M., & Knowles, S. O. (2016). Effects of meat addition on pasta structure, nutrition and in vitro digestibility. *Food Chemistry*, 213, 108-114. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.06.058>
- Lu, Q., Guo, S., & Zhang, S. (2009). Effects of flour free lipids on textural and cooking qualities of Chinese noodles. *Food Research International*, 42(2), 226-230. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2008.11.007>
- Marconi, E., & Messia, M. C. (2012). Pasta made from non traditional raw materials: Technological and nutritional aspects. In *Durum wheat chemistry and technology* (pp. 201-211). AACC International, Inc.. <https://hdl.handle.net/11695/45881>
- Messia, M. C., Cuomo, F., Falasca, L., Trivisonno, M. C., De Arcangelis, E., & Marconi, E. (2021). Nutritional and technological quality of high protein pasta. *Foods*, 10(3), 589. <https://doi.org/10.3390/foods10030589>
- Nilusha, R. A. T., Jayasinghe, J. M. J. K., Perera, O. D. A. N., & Perera, P. I. P. (2019). Development of pasta products with nonconventional ingredients and their effect on selected quality characteristics: A brief overview. *International Journal of Food Science*, 2019(1), 6750726. <https://doi.org/10.1155/2019/6750726>
- Özkaya, H., & Kahveci, B. (1989). Differences in the chemical composition of some wheat varieties following their use in making bulgur.
- Özkaya, H., & Kahveci, B. (1990). Analyses methods of cereals and cereal products. Association of Food Technology, Ankara, Turkey.
- Ranganathan, J.; Vennard, D.; Waite, R.; Dumas, P.; Lipinski, B. Shifting Diets for a Sustainable Food Future. Available online http://www.indiaenvironmentportal.org.in/files/file/Shifting_Diets_for_a_Sustainable_Food_Future.pdf (accessed on 6 December 2020).
- Sacchetti, G., Ioannone, F., De Gregorio, M., Di Mattia, C., Serafini, M., & Mastrocola, D. (2016). Non enzymatic browning during cocoa roasting as affected by processing time and temperature. *Journal of Food Engineering*, 169, 44-52. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2015.08.0>
- Shermatovich, S. E., Pulatovich, R. D., & Narbaevich, B. U. (2020). Methods of Forming Pasta and Reducing the Amount of in the Finished Product While in Creasing the Efficiency of the Drying Process by Frying in Oil. *Austrian Journal of Technical and Natural Sciences*, (3-4), 10-14.
- Simonato, B., Tolve, R., Rainero, G., Rizzi, C., Sega, D., Rocchetti, G., ... & Giuberti, G. (2021). Technological, nutritional, and sensory properties of durum wheat fresh pasta fortified with *Moringa oleifera* L. leaf powder. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 101(5), 1920-1925. <https://doi.org/10.1002/jsfa.10807>
- Verardo, V., Gómez-Caravaca, A. M., Messia, M. C., Marconi, E., & Caboni, M. F. (2011). Development of functional spaghetti enriched in bioactive compounds using barley coarse fraction obtained by air classification. *Journal of agricultural and food chemistry*, 59(17), 9127-9134. <https://doi.org/10.1021/jf202804v>
- Wang, S., Wang, J., Yu, J., & Wang, S. (2016). Effect of fatty acids on functional properties of normal wheat and waxy wheat starches: A structural basis. *Food Chemistry*, 190, 285-292. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.05.086>
- Zardetto, S., & Dalla Rosa, M. (2009). Effect of extrusion process on properties of cooked, fresh egg pasta. *Journal of Food Engineering*, 92(1), 70-77. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2008.10.027>

