

BÖLÜM 8

EKSTRÜZYON BALIK YEMİ ÜRETİMİNDE SICAKLIĞIN ETKİLERİ

Kutsal GAMSIZ¹
Ali Yıldırım KORKUT²

GİRİŞ

Dünya nüfusunun hızla artması beraberinde büyük gıda sorunlarını ortaya çıkarmaktadır. Değişen iklim şartları, azalan tarımsal ve kırmızı et üretimi yeni gıda üretim alanları bulunmasını zorunlu kılmaktadır. Kapladığı alan itibari ile daha geniş alanlardan yararlanmayı sağlayan su ürünleri yeni gıda alanları yaratılmasında ilk sırada yer almaktadır. Çeşitli nedenler ile su ürünleri avcılığının giderek azalması yetiştiriciliğin önemini daha da arttırmıştır. Son yıllarda su ürünleri yetiştiriciliği en hızlı büyüyen gıda üretim sektörlerinden biri olup, sürdürülebilir beslenme için vazgeçilmez bir konuma ulaşmıştır ve nerdeyse zorunlu bir gıda üretim yöntemi haline gelmiştir (1, 2). Bununla birlikte su ürünleri yetiştiriciliği özellikle gelişmekte olan ülkeler için yalnızca gıda üretimi için değil aynı zamanda istihdam, kırsal kalkınma ve ekonomik gelir açısından da önemli bir faaliyet alanı oluşturmaktadır (3).

Balık yetiştiriciliği üretim yöntemine, üretim sistemine, yetiştirilen türe ve kullanılan yem türüne bağlı olarak değişen birçok biyolojik, çevresel ve teknik faktörlerden etkilenmektedir. Balık yetiştiriciliğinde kullanılan yemler üretim maliyetlerinin %50–70’ini oluşturması ve yetiştiricilikte en fazla kullanılan dış girdi olması nedeni ile hem ekonomik hem de çevresel açıdan en kritik faktördür (4). Yemin besinsel bileşimi balık tarafından sindirimini, fiziksel dayanıklılığı, besinsel kaliteyi, balık büyümesini, yem dönüşüm oranını (FCR), balık sağlığını ve çevreye yapılan etkinin düzeyini belirlemektedir (5, 6).

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Yetiştiricilik Bölümü, kutsal.gamsiz@ege.edu.tr, ORCID iD: 0000-0003-3277-9488

² Prof. Dr., Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Yetiştiricilik Bölümü, ali.korkut@ege.edu.tr, ORCID iD: 0000-0002-1096-5725

ekstrüzyon teknolojisi bitkisel proteinler, mikroalgler, böcek unları ve tek hücreli proteinler gibi alternatif protein kaynaklarının daha verimli kullanılmasına olanak tanır. Bu balık unu ve balık yağı gibi sınırlı deniz kaynaklarına olan bağımlılığı azaltarak endüstrinin çevresel etkisini hafifletir (2, 9, 18).

Gelecekteki araştırmaların önemli bir yönü ekstrüzyonun enerji verimliliğini artırmak olacaktır. Düşük enerji tüketimli çift vidalı sistemler, ısı geri kazanım teknolojileri ve adaptif kontrol sistemleri üzerine yapılan çalışmalar, üretim süreçlerinin sürdürülebilirliğini güçlendirecektir (20, 29). IoT tabanlı sensör sistemleri sıcaklık, nem ve basınç verilerini gerçek zamanlı olarak analiz ederek üretim işlemi sırasında değişkenler stabil kalmasını sağlamaktadır (1). Ayrıca üretimlerinde akıllı mikrokaplama teknikleri kullanılan vitamin ve pigmentlerin kayıpları en aza inerken bu yöntemler bu ürünlerin yemde ve metabolizmada kontrollü salınım özelliklerine sahip olmasını sağlayacaktır (27).

Bitkisel, böcek ve mikroalg kökenli proteinlerin ekstrüzyon sürecindeki değişimleri yemlerde yoğun olarak kullanılan balık unu proteinlerinden farklılık göstermektedir. Bu nedenle bu yeni hammaddelerin ısıya dayanıklılık özelliklerinin araştırılması ve termal geçiş analizleri (DSC, TGA) gibi yöntemlerle karakterizasyonu gelecekte yem optimizasyonunun temelini oluşturacaktır (17).

Sonuç olarak ülkemizde su ürünleri yetiştiriciliği büyük bir hızla gelişmekte ve adından dünyada da söz ettirmektedir. Aynı şekilde yem üretimimizde gelişmekte ve yğun olarak üretimde kullanılmaktadır. AB ülkelerine tek ihraç edilebilen hayvansal ürün olan balıklar için bu çok önemlidir ve ülke ekonomisine önemli katkıları bulunmaktadır. Bu nedenle, modern balık yemi üretimi, yalnızca besleme bilimi değil aynı zamanda mühendislik, termodinamik, biyokimya ve sürdürülebilirlik bilimi ile birlikte ele alınmalıdır. Gelecekte enerji verimliliği yüksek, çevre dostu ve biyolojik olarak optimize edilmiş yemlerin geliştirilmesi hem ekonomik hem ekolojik anlamda su ürünleri sektörünün başarısını belirleyecektir.

KAYNAKLAR

1. FAO. The State of World Fisheries and Aquaculture 2022: Towards Blue Transformation. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2022
2. Naylor, R. L., Troell, M., Little, D. C., Hardy, R. W., Bush, S. R., Shumway, S. E., Lumchenco, J., Cao, L., Klingler, D., Buschmann, A. H. A 20-year retrospective review of global aquaculture. *Nature*, 2021. 591(7851), 551–563.
3. Subasinghe, R., Soto, D., & Jia, J. Global aquaculture and its role in sustainable development. *Reviews in Aquaculture*, 2009, 1(1), 2–9.
4. Tacon, A. G. J., & Metian, M. (2008). Global overview on the use of fish meal and fish oil in industrially compounded aquafeeds: Trends and future prospects. *Aquaculture*, 285(1–4), 146–158.
5. Korkut, A. Y., Kop, A., Saygı, H., Göktepe, Ç., Yedek, Y., Kalkan, T. General evaluation of fish feed production in Turkey. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 2017. 17 (1), 223–229.
6. Glencross, B. D., Bailly, J., Berntssen, M. H., Hardy, R., MacKenzie, S., & Tocher, D. R. Risk assess-

- ment of the use of alternative animal and plant raw material resources in aquafeeds. *Aquaculture*, 2019. 12, 5692.
7. Halver, J.E. and Hardy, R.W. Fish Nutrition. In: Sargent, J.R., Tocher, D.R. and Bell, G., Eds., *The Lipids*, 3rd Edition, Academic Press, California, 182-246. 2002
 8. Gatlin, D. M., Barrows, F. T., Brown, P. B., Dabrowski, K., Gaylord, G., Hardy, R. W., Herman, E. M., Gongshe, H., Krogdahl, A., Nelson, R., Overturf, K., Sealey, W. M., Skonberg, D. I., Souza, E. J., Stone, D., Wilson, R., Wurtele, E. S. Expanding the utilization of sustainable plant products in aquafeeds. *Aquaculture Research*, 2007. 38(6), 551–579.
 9. Turchini, G. M., Trushenski, J. T., & Glencross, B. Thoughts for the future of aquaculture nutrition: realigning perspectives to reflect contemporary issues related to judicious use of marine resources in aquafeeds. *North American Journal of Aquaculture*, 2018. 81(1), 13–39.
 10. Riaz, M. N. *Extruders in food applications*. 225 pp, CRC Press. 2000
 11. Zhou, Z., Ringø, E., Olsen, R., and Song, S. Dietary effects of soybean products on gut microbiota and immunity of aquatic animals: a review. *Aquacult. Nutr.* 2018. 24, 644–665. doi: 10.1111/anu.12532
 12. Camire, M. E., Camire, A., & Krumhar, K. Chemical and nutritional changes in foods during extrusion. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 1990. 29(1), 35–57. DOI: 10.1080/10408399009527513
 13. Sørensen, M. A review of the effects of ingredient composition and processing conditions on the physical qualities of extruded high-energy fish feed as measured by prevailing methods. *Aquaculture Nutrition*. 2012. 18(3), DOI: 10.1111/j.1365-2095.2011.00924.x
 14. Korkut, A.Y., Hoşsu, B., Kop, A. F. *Balık Besleme ve Yem Teknolojisi II*. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, No:54, Ders Kitabı Dizini No: 23, İzmir. 2004
 15. NRC (National Research Council). *Nutrient Requirements of Fish and Shrimp*. National Academies Press. 2011
 16. Hardy, R. W. Utilization of plant proteins in fish diets: effects of global demand and supplies of fishmeal. *Aquaculture Research*, 2010. 41(5), 770–776. DOI: 10.1111/j.1365-2109.2009.02349.x
 17. Henry, M., Gasco, L., Piccolo, G., & Fountoulaki, E. Review on the use of insects in the diet of farmed fish: Past and future. *Animal Feed Science and Technology*, 2015. 203, 1–22.
 18. Hua, K., Cobcroft, J. M., Cole, A. J., Condon, K., Jerry, D. R., Mangott, A. H., Praeger, C., Vucko, M. J., Zeng, C., Zenger, K., Strugnell, J. M. The future of aquatic protein: implications for protein sources in aquaculture diets. *One Earth*, 2019. 1(3), 316–329. DOI: 10.1016/j.oneear.2019.10.018
 19. Tocher, D. R.. Omega-3 long-chain polyunsaturated fatty acids and aquaculture in perspective. *Aquaculture*, 2015. 449, 94–107. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2015.01.010
 20. Altan, A., McCarthy, K. L., & Maskan, M. Extrusion cooking of barley flour and process parameter optimization by using response surface methodology. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2008. 88(9), 1648-1659. DOI: 10.1002/jsfa.3262
 21. Steffens, W. *The Principles of Fish Nutrition*. E. Horwood, Halsted Press, John Wiley & Sons Inc. 384 pp. 1989.
 22. Lovell, R. T. *Nutrition and Feeding of Fish*. Springer. DOI:10.1007/978-1-4615-4909-3. 1989
 23. Wenger. *Extruders Systems. State of the Extruders for Pet Foods and Aquatic Feeds*. Identification Catalogue. Belgium. 1996
 24. Wani, S. A., Muzaffar, K., Kumar, P. Physical and functional characteristics of extrudates prepared from fenugreek and oats. *Food Science & Technology, Cogent Food & Agriculture*, 2016. 2: 1178058. doi:10.1080/23311932.2016.1178058
 25. Agarwal, S., Chauhan, E. S. Extrusion processing: The effect on nutrients and based products. *The Pharma Innovation Journal*; 2019. 8(4): 464-470.
 26. Sule, S., Okafor, G. I., Momoh, O. C., Gbaa, S. T., Amonyeze, A. O. Applications of food extrusion technology. *MOJ Food Processing & Technology*. 2024. 12 (1), 74-84.
 27. Bordoloi, R., Ganguly, S. Extrusion Technique In Food Processing And A Review On Its Various Technological Parameters. *Ind. J. Sci. Res. and Tech.* 2014. 2(1):1-3

28. Singh, S., Gamlath, S., & Wakeling, L. Nutritional aspects of food extrusion: A review. *International Journal of Food Science & Technology*, 2007. 42(8), 916–929.
29. Guy, R. *Extrusion Cooking: Technologies and Applications*. Woodhead Publishing. ISBN, 978-1855735590. 2001
30. New, M. *Feed and Feeding of Fish and Shrimp*. ADCP/REP/87/26. 235-245 pp. Rome, 1987
31. Payne, J., Ratting, W., Smith, T., Winowski, T., (Ed. MacMahon, M.) *Peletleme El Kitabı*. Karma Yem Sanayi Üretim Sorumluları İçin Bilgi Klavuzu. Çev. Hasan Rüştü Kutlu. Uzmar İlaç San. Tic. Ltd. Şti. Ankara, 1996