

HUBUBAT ENDÜSTRİSİ ARTIK VE YAN ÜRÜNLERİ

WASTE AND BY PRODUCTS OF CEREAL INDUSTRY

Özen ÖZBOY, İlibilge SALDAMLİ

Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Beytepe, ANKARA

ÖZET: Hububat endüstrisi artıkları genel olarak tahılların ön hazırlık işlemlerinde, değirmencilik ve depolama basamaklarında ortaya çıkan karışımlardır. Ayrıca nişasta endüstrisinde, biracılıkta ve ekmekçilikte ortaya çıkan diğer bazı artıklar da bu gruba girmektedir. Bu makalede yukarıda sözü edilen ve önemli kaynak kaybına yol açan bu artıkların değerlendirilmesi ve kullanım olanakları ele alınmış ve bunlarla ilgili bazı bilgiler aktarılmıştır.

ABSTRACT: The wastes and by-products of cereal industry, are mixtures that generally form during the pretreatment processes, milling and storage stages of cereals. Moreover, the wastes of starch, brewing and baking industries are also included in this group. In this article, the evaluation and utilization facilities of the wastes mentioned above, which cause a remarkable loss of resources, have been discussed and some related information has been quoted.

GİRİŞ

Günümüzde endüstri artıklarının değerlendirilmesi konusu büyük bir önem kazanmıştır. Bunun nedenleri hızla artan dünya nüfusuna karşın üretimin benzer hızda artmaması ve kaynakların rasyonel kullanılmasından ortaya çıkan kayıplardır. Gıda sektöründe yer alan ve büyük miktarlarda artık oluşturan endüstrilerin başında süt, meyve-sebze, et ve yağ endüstrileri gelmektedir. Ancak daha sınırlı miktarda artık oluşturan, fakat gelişmekte olan ülkelerde tüketimi ve üretimi halen en fazla yer tutan hububat endüstrisi artıklarının değerlendirilmesi de gün geçtikçe önem kazanmakta ve bu konuda yapılan çalışmalarda artış gözlenmektedir. Bu makalede hububat endüstrisinde özellikle ekonomik değeri yüksek olan bazı artıklar ve değerlendirilme şekilleri konu edilmiştir.

DEĞERMENCİLİK VE HUBUBAT DEPOLAMADA ORTAYA ÇIKAN ARTIKLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Hububatın Öğütülmesi Sırasında Ortaya Çıkan Artıklar

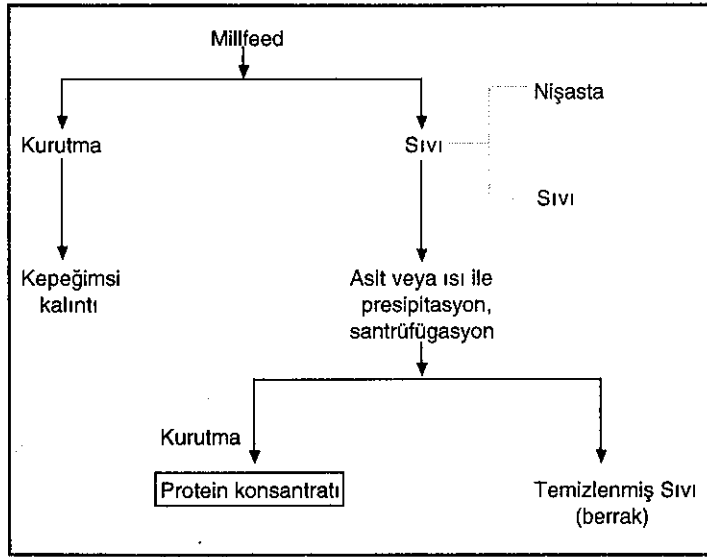
Bilindiği gibi buğdaydan öngörülen ekstraksiyon değerine bağlı olarak farklı tipte unlar üretilmektedir. Un bir tanenin %72'lik bölümünü temsil etmektedir. Kalan %28'lik bölümü ise "millfeed" şeklinde adlandırılmakta olup, geleneksel olarak hayvan yemi biçiminde değerlendirilen bir yan üründür. Millfeed'in içeriği buğday kepeği, middlings, mill run, shorts (razmol), red dog (bonkalite) ve germ meal (embriyo)'den oluşmaktadır. A.B.D.'de millfeed ürünlerinin bileşimi öğütme ve eleme işlemlerinde modifikasyonlar yapılarak Millfeed Standartlarına uygun hale getirilmektedir. Çizelge 1'de bazı millfeed bileşenlerine ait protein, yağ ve ham lif değerleri verilmiştir (D'APPOLONIA, 1979).

Bilindiği gibi buğday, beyaz un üretimi için öğütülürken bir çok besin öğelerini kaybetmektedir. Millfeed'in vitamin, mineral ve protein içeriği aynı buğdaydan elde edilen undan genellikle daha fazladır (WAGGLE ve ark., 1967; D'APPOLONIA ve YOUNG, 1978). Ancak millfeed proteininin sindirilebilirlik değeri una kıyasla daha düşük olup formüle edilmiş yemlerin %5-10'unu oluşturmaktadır. Bu nedenle iyi bir besin kaynağı olarak rasyonların bileşimine girmektedir (D'APPOLONIA, 1979). Millfeed'in protein konsantrasyonu olarak insan beslenmesinde kullanımı konusunda yoğun çalışmalar yapılmaktadır. Şekil 1'de millfeed'den yaş öğütme ile protein ekstraktı üretim akım şeması verilmiştir. Anılan şekilden de izleneceği gibi proses sonunda çok değerli ürünler geri kazanılmaktadır. Elde edilen protein konsantratının çeşitli unlara %10 düzeyinde eklenmesi durumunda elde edilen hamurların farinograf absorpsiyon değerini değiştirmedeği ancak yoğurma ve ekmek özelliklerinin protein konsantratının üretiliş yönteminden etkilendiği görülmektedir (BETSCHART ve ark. 1975).

Çizelge 1. Millfeed Standardına Göre Ürünün Bileşimi (D'APPOLONIA, 1979).

Ürün	Min. Protein (%)	Min. Yağ (%)	Max. lif (%)
Kepek	13.5	2.5	12.0
Germ	25.0	7.0	4.0
Middlgs	14.0	3.0	9.5
Mill run	14.0	3.0	9.5
Bonkalite	15.0	2.0	4.0
Razmol	15.0	3.5	7.0

protein presipitatu içerecek şekilde hazırlanmıştır. Elde edilen örnekler Honduras'da "Pan de Vida" adı altında tüketilmekte olup, Pan American Health Service tarafından da üretimi desteklenmektedir. Bir başka çalışmada da buğday ve diğer hububatın kepek ve embriyolarından, nişasta ve proteini ayırabilen modifiye bir yaş öğütme yöntemi geliştirilmiştir (BATEY ve ark., 1982). Bu prosesle artıklardan hem yakıt hem de genel amaçlı kullanımlara uygun etanol üretimi için gerekli fermente olabilir karbonhidrat kaynağı elde edilebilmektedir. Protein konsantratu alkali ile muamele, santrüfugasyon, izoelektrik nokta uygulamaları ile nişastadan ayrılmakta ve dondurarak kurutma veya püskürtmeli kurutucularda işlenerek tüketime sunulmaktadır.



Şekil 1. Millfeed'den Yaş İşleme ile Protein Konsantratu Üretim Akım Şeması

nitelikte bir ürün elde edilmiştir. Yapılan bir başka çalışmada ise beyaz pirinç (i), kırık pirinç (ii), ve pirinç tozu (iii) gibi artıklar protein içeriği ve amino asit profili açısından incelenmiştir. (iii) örneklerinin protein, albumin, globulin, lisin ve S-amino asitler bakımında en yüksek konsantrasyona sahip oldukları saptanırken, aynı öğeler açısından (i) örneğinin en düşük olduğu bulunmuştur. Çalışmalar yapay hububat üretimine yöneltilmiş ve (ii) örneği +%5.7 kazein, (ii) örneği + %10.7 kazein ve (iii) örneği + %10.3 kazein karışımları hazırlanmıştır. Elde edilen formülasyonların kaynama sırasında protein ve nişasta kayıpları, kuru ve pişmiş hububatların amino asit profili, enzimatik parçalanmaları ve biyolojik değerleri incelenmiştir. (iii) örneği ile yapılan yapay hububatın görünüm ve teknolojik özelliklerinin (ii) örneğine göre daha düşük kalitede olduğu ortaya konmuştur.

Bu alanda yapılan bir başka çalışmada ise değirmen yan ürünleri ile soya proteini karışımının çerez gıdalarındaki kullanım durumu incelenmiştir. Buğday kepeği ve hububat tozu 50:50 oranında karıştırılmış ve buğday nişastası, mısır kırmısı ve izole soya proteini ile değişik kombinasyonlarda bir araya getirilmiştir. Çalışmanın sonunda millfeed'in çerez gıdalarda kullanılabileceği, ayrıca soya proteini ilavesinin ürünün protein değerini yükseltirken, tekstürünü de iyileştirdiği sonucuna ulaşılmıştır (D'APPOLONIA, 1979).

HAMMOND (1983), hububat endüstrisinin yan ürünlerini baz ile ekstraksiyon, santrüfugasyon ve protein presipitasyonu işlemlerine tabi tutmuş, elde edilen presipitatu vitamin ve mineralce zenginleştirilmiş buğday unu ekmeğine katarak ekmeği üretmiştir. Ekmekler 56'g'lık porsiyonlarda 15 g

MOLINIE (1982), buğday öğütme işleminden arta kalan yan ürünleri, %85'i 100µ'lik elekten geçecek şekilde öğütmüş ve bu ürünü %1-5 oranında ekmeğe katmıştır. Bu bulgular ışığında ekmeğin endüstriyel undan yapılan ekmeğe göre yüksek düzeyde sindirilebilir olduğu, renk, yapı, tat-koku ve raf ömrü özellikleri bakımından da iyi nitelikte olduğu bildirilmiştir. Bir başka çalışmada anılan artıklardan aerobik fermentasyon yolu ile yenilebilir nitelikte proteince zengin bir ürün elde edilmiştir (MOO-YOUNG ve ark., 1985). Bu yöntemde artıklar uygun bir sıvı besiyerinde *Neurospora sitophila* ile uygun koşullarda inkübe edilerek %30-60 oranında ham protein içeren ve fırıncılıkta kullanılabi-

Anılan formülasyonların biyolojik değer bakımından pirinçe göre daha zengin içerikte olduğu bulunmuştur. Yüksek kaliteli yapay hububat üretiminde (ii) örneğinin kullanılmasının daha uygun olduğu sonucuna varılmıştır (TOLSTOGUZOV ve ark. 1980).

SALGO ve ark. (1989), mısır, pirinç embriyosu, ayçiçeği ve kabak preskeki gibi artıklarla buğday, mısır ve pirinç karıştırarak, protein kalitesi yüksek ekstrüde (HTST) ürünler elde etmişlerdir. Bu ürünler beslenme ve fonksiyonel özellikler açısından incelenmiş ve sonuç olarak %20-40 oranlarında bu artıkları içeren ürünler kabul edilebilir nitelikte bulunmuştur. Bir grup araştırmacı pirinç kepeğine ekstrüzyon işlemi uygulamışlardır. OHTSUBO ve YANASE (1985), yağsız pirinç kepeği ile değersiz elek artığı pirinç bir arada kullanmışlardır. Elek artığının yağsız pirinç kepeğine oranı 2,5:1 olduğunda ekstrüzyon başarılı olmuş ve ürünün spesifik hacmi, sertliği ve gevrekliği teknolojik açıdan uygun bulunmuştur. WILLIAMS (1988) ise, ekstrüzyon işleminin pirinç kepeğindeki lipaz enzimi aktivitesine etkisini incelemiş ve raf ömrü uzun, gıda formülasyonlarına girebilecek bir ürün elde etmiştir. Ham pirinç kepeği yağından mumlar uzaklaştırıldıktan sonra elde edilen ürünün sıvı ortamlar için köpük önleyici (antifoaming) ajanlar olarak kullanılabilirliği incelenmiş ve ticari oleik asitle karşılaştırıldığında düşük oranlarda başarılı bulunmuştur (EL ZANATI ve ZAHER, 1990).

Bir başka çalışmada ise ARRO ve LEON (1982), pirinç kepeğini koyulaştırıcı olarak buğday unu yerine, kuru kremalı çorba miksellerinde kullanmışlar ve %30 ilave oranının en çok kabul gördüğünü saptamışlardır.

KORDONOWY ve YOUNG (1985), durum buğday kepeğini irmiğe %0-30 oranlarında katarak spagetti üretmişlerdir. Bütün örnekler pişme kalite kriterlerini karşılamış ayrıca, %10 oranında durum kepeği içeren spagettilerin duyu özellikler, protein, çözünmez besinsel lif ve fitik asit içeriği açısından, ayrıca Ca, Fe, Mg, Mn, P ve Zn gibi mineraller yönünden kontrole göre üstün olduğunu bulmuşlardır.

Hububat Tozları ve Kullanımı

Hububat tozları, hububat ön hazırlık ve işleme proseslerinde tanelerden ayrılarak havaya geçen tozumsu materyallerdir. A.A.C.C. (American Association of Cereal Chemists)'nin 1979 yılında kabul ettiği tanıma göre ise, hububat tozları hububat endüstrisinde çevre kirliliğini önleme için normal olarak aspire edilerek toplanan hububat fraksiyonlarıdır. Hububat tozlarının gösterdiği özellikler bunların boyutları, şekilleri, yoğunlukları, yüzey alanları, kimyasal bileşimleri ve mikrobiyal karakteristiklerinden önemli şekilde etkilenmektedir. Ayrıca hububat tozlarının patlayabilecek güce sahip oldukları, can ve iş güvenliği açısından ciddi problemlere yol açan hububat tozu patlamalarına (grain dust explosion) neden oldukları da bilinmektedir (LAI ve ark., 1981).

Yakın zamanlara kadar hububat tozlarının sistemdeki açıklar nedeni ile tekrar hububata karışması süregelmekteydi ancak bugün bu durumu engellemek için yollar aranmaktadır. Hububat tozlarının genellikle % kül içeriği dikkate alınmadığında ait olduğu hububatın bileşimine benzediği de bilinmektedir. Bu nedenle hububat tozları besin değerini artırıcı ve yapıyı iyileştirici bazı maddelerle karıştırıldıktan sonra, pelleting veya ekstrüzyon uygulamaları ile kolaylıkla hayvan beslenmesinde kullanılabilir. Ayrıca aerobik parçalanma yolu ile hububat tozlarının N, P ve K bakımından zengin ve toprağı iyileştirici özellikte olan ve gübrelerde kullanılacak ürünler de elde edilebilmektedir. Bununla birlikte hububat tozlarından mikrobiyolojik yöntemlerle yüksek proteinli (%19) yem üretilebilmekte, hububat tozları birikete katılabilmekte veya yakılarak enerji üretiminde de kullanılabilir (LAI ve ark., 1981).

EKMEKÇİLİK ARTIKLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Ekmek endüstrisi ikinci üretim aşamasında en fazla artık bırakan bir sektördür ve artıkları daha çok hayvan beslenmesinde kullanılmaktadır (FALLOWS ve WHEELock, 1982). TSCHUSCHNAS ve ark. (1986), bayatlamış fırıncılık ürünleri, ekmek kırıntıları ve diğer fırıncılık artıkları ile standart dışı ürünleri akışkan yatak kurutucuda kurutup, ekstrüde etmiş ve fırıncılık ürünlerinde kullanılacak bir karışım haline getirmişlerdir. BRUMMER ve MONGENSTREN (1981), bayatlamış ekmek ve ekmek kesiminde ortaya çıkan kırıntıları %3 oranında beyaz ve tam buğday unu ekmeklerine katmışlardır. Sonuçta hamur ve ekmek verimi artmış, tat ve koku bakımından da olumlu sonuçlar alınmıştır.

NIŞASTA ENDÜSTRİSİ ARTIKLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

KODET ve ark. (1985), nişasta endüstrisinin yan ürünü olarak elde edilen patates ve hububat proteinlerinin, fırıncılık ve et ürünlerinde ve emülsüfiye gıdalarda (soslar ve çorbalar vb.) kullanımının mümkün olduğunu bildirmektedirler. Bu alanda yapılan bir başka çalışmada ise mısır ve pirinç gluten suyu ile pirinç tavlama suyu, ekmeğin hamuruna katılmış ve üretilen mayasız ekmeğin hamurunun fiziksel özelliklerinin iyileştiği saptanmıştır. Ekmeklerin protein, suda çözünür protein ve aminoasit içeriklerinin de yükseldiği tespit edilmiştir (EL-SAIED ve EL-FAMA, 1981). STROLLE ve ark. (1980), patates nişastası üreten endüstrinin sıvı artıklarını evaporasyon ve püskürtmeli kurutma işlemlerine tabi tutmuşlar ve elde edilen son ürünün hayvan beslenmesinde kullanılabileceğini saptamışlardır.

BIRACILIK KÜSPESİ İLE DİĞER HUBUBAT MALTLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Biracılık artığı olan küspenin yaş olarak çevreye atılması doğada çok önemli problemlere yol açmaktadır. Bu nedenle çoğu araştırmacılar bu artığın hayvan yemi ve insan gıdası şeklinde kullanım olanaklarını incelemiştir (SCHARF ve BRAUWELT, 1991; JIRMAN ve ark. 1987).

MEUSER (1988) ve NIENFIND (1988), biracılık artığı küspeden, lifce zengin ve gıdalarda kullanılabilir bir ürün elde etmişlerdir. Yapılan bir başka çalışmada ise biracılık artığı olan küspe ve şerbetçiotu, malt tozu ve bira üretimi sırasında ayrılan diğer yan ürünlerin, fırıncılık endüstrisinde katkı maddeleri olarak kullanımı ve biogaz üretiminde kaynak olarak kullanılması konuları üzerinde durulmuştur (HUG, 1992).

Ayrıca küspeden enzimatik hidroliz uygulaması ile %60 glukoz içeren bir ürün elde edilmesi üzerinde çalışılmıştır (KHAN ve ark., 1988). Bir başka çalışmada ise küspeden protein konsantratu üretimi gerçekleştirilmiş ve proteinin yaklaşık %49'u geri kazanılmıştır (ERUIN ve ark., 1989).

BROCHETTI ve PENFIELD (1989), biracılık maltının fırıncılık ürünlerindeki kullanımı konusu üzerinde yoğunlaşmışlar ve %51.2 besinsel lif ve %26.6 protein içeren kurutulmuş maltın bazı pastacılık ürünlerinde (muffin, hush puppies, spiced dough nut vb.) %10-20 oranında kullanılabileceği sonucuna varmışlardır.

Diğer bir çalışmada ise mısır, buğday, çavdar, arpa, sorgum ve yulaf gibi hububat maltları, mısır, patates, pirinç ve buğday unu ile karıştırılıp nem içeriği %22'ye çıkarılmıştır. Karşım ekstrüde edilerek ürünün kalitesi incelenmiştir (KIM ve ark., 1989).

WU ve ark. (1987), mısır maltını değişik ekstraksiyon işlemlerine tabi tutarak farklı oranlarda spagettiyeye katmışlardır. Çalışma sonucunda pişme ağırlığı, pişme kayıpları ile tat-koku ve tekstür bakımından kabul edilebilir nitelikte ürünler elde edilmiştir. Bu amaçla optimum %10 dolayında mısır maltı kullanılabileceği sonucuna varılmıştır. Ayrıca bu yolla elde edilen spagettilerin hem besin değeri artırılmış, hem de mısır maltı için ilave bir pazar yaratılmıştır.

Yukarıda görüldüğü gibi hububat işleyen çeşitli endüstrilerin yan ürün ve artık olarak niteleyebileceğimiz kalıntıları, toplumumuzun alışkın olmadığı değerlendirme biçimlerinde tüketime katılabilmektedir. Bugüne kadar hububat endüstrisi artıklarına Türkiye'de bir artık gözü ile bakılmaması, hububatın herşeyiyle ya insan ya da hayvan gıdası olarak tüketiliyor olmasındandır. Ancak bu alanda sanayileşmenin ve yapılaşmanın getireceği artık sorunları, ülkemizde hububat endüstrisine de yansıtacaktır. Bu nedenle yukarıdaki örneklerin bu konuda çalışanlara ve araştırmacılara ışık tutacağını ummaktayız.

KAYNAKLAR

- ARRO, R.I. and LEON, S.Y., Utilization of rice bran in dry mix, *Up-Home-Economics Journal*, 10(2), 76-90.
- BATEY, J.I., GRAS, P.W., MACRITCHIE, F. and SIMMONS, D.H., 1982. Production of fermentable carbohydrate and by product protein from cereal grains by wet milling. *Food Tech. in Aust.*, 34(8), 356, 358-360.
- BETSCHART, A.A., SOUNDERS, R.M., BEAN, M.M. and KOHLER, G.O., 1975. Effects of processing on the baking quality of wet alkaline process wheat protein concentrate, *Cereal Chem.* 52, 812-815.
- BROCHETTI, D. and PENFIELD, M.P., 1980. Sensory characteristics of bakery products containing distiller's dried grain from corn, barley and rye, *J. of Food Quality*, 12(6), 413-426.
- BRUMMER, J.M. and MONGENSTERN, G., 1981. Use of bread residues in breadmaking. *Verbraucherdienst*, 26(5), 116-118.
- D'APPOLONIA, B.L. and YOUNGS, V.L., 1978. Effect of bran and high protein concentrate from oats on dough properties and bread quality, *Cereal Chem.*, 55(5), 736-743.
- D'APPOLONIA, B.L., 1979. Uses of nonflour fractions of wheat, *Cereal Foods World*, 24(8), 326-331.

- EL-SAIED, H.M. and EL-FAMA, A.H., 1981. Utilization of aqueous by products of the starch industry for improving bread quality, *Starch/Starke*, 33(5), 171-174.
- EL-ZANATI, E.M. and ZAHER, F.A., 1990. Utilization of rice bran oil to produce an antifoamer, *J. of the American Oil Chemist's Society*, 67(1), 61-63.
- ERUIN, V., ALLI, J., SMITH, J.P. and LI, Z., 1989. Extraction and precipitation of proteins from brewer's spent grain, *Canadian Institute of Food Sci. and Tech. Journal*, 22(3), 216-221.
- FALLOWS, S.J. and WHEELLOCK, J.U., 1982. By products from the UK food system. 4. The cereal industries, *Conservation and Recycling*, 5(4), 191-201.
- HAMMOND, N., 1983. Utilization of cereal protein concentrates in baked products in Central America, *Developments in Food Sci.* 5B1069-1074.
- HUG, H., 1992. Utilization of brewer's by products, *Brau-erei und Getranke, Rundschau*, 103(7/8), 123-126.
- JIRMANN, F., MEUSER, F. and NIENFIELD, H.J., 1987. Preparation of dietary fiber and protein rich fractions from brewer's spent grain, *European Patent*.
- KHAN, A.W., LAMB, K.A. and SCHREIDER, H., 1988. Recovery of fermentable sugars from the brewer's spent grains by the use of fungal enzymes, *Process Biochemistry*, 23(6), 172-175.
- KIM, C.H., MAGA, J.A. and MARTIN, J.T., 1989. Properties of extruded dried distiller's grains and flour blends, *Journal of Food Processing and Preservation*, 13(3), 219-231.
- KODET, I., DAVID, F. and TÖUFEL, A., 1985. Utilization of waste proteins from starch manufacture, *Prumysl Potravin*, 36(11), 609-611.
- KORDONOWY, R.K. and YOUNGS, V.L., 1985. Utilization of durum bran and its effects on spaghetti. *Cereal Chem.*, 62(4), 301-308.
- LAI, F.S., POMERANZ, Y., MILLER, B.S., MARTIN, C.R., AIDIS, D.F. and CHANG, C.S. 1981. Status of research on grain dust in, *Advances in Cereal Science and Technology*. Vol. 4, Ed. Pomeranz, 237-339.
- MEUSER, C., 1988. Preparations of dietary fiber from brewer's spent grain and the products prepared, *German Federal Republic Patent Application*.
- MOLINIE, A., 1982. New food products containing milling by products, *French Patent Application*.
- MOO-YOUNG, M., BURNELL, R.Z. and MITCHOELIDES, A., 1985. Process for upgrading cereal milling by products into protein rich food products, *United States Patent*.
- NIENFIND, H.J., 1988. Process for preparation of a fiber-rich, low-lipid fraction from brewer's spent grain, *German Federal Republic Patent Application*.
- OHTSUBO, K. and YANASE, N., 1985. Extrusion cooking of defatted rice bran and screen out rice, *Report of the National Food Research Institute*, 47, 105-112.
- SALGO, A., TÖRÜK, S., and SANDER, S., 1989. Microstructure of extruded mixtures of cereals and oil seed processing residues, *Food Microstructure*, 8(2), 245-252.
- SCHARF, P., BRAUWELT, A., 1991. Dewatering and drying of brewer's spent grains, *Nahrung*, 32, 1348-49, 1352-56, 65.
- STROLLE, E.O., ACETO, N.L., STABLE, P.L. and TÖRKET, K.A., 1980. Recovering useful by products from potato starch factory waste effluents-a feasibility study, *Food Tech.*, 34(2), 90-92, 94-99.
- TOLSTOGUZOV, V.B., LEMISOVA, L.V. and CHIMINOV, J.I., 1980. Artificial groats from rice processing by products, *Nahrung*, 24(10), 951-962.
- TSCHEUSCHNAS, H.D., GINSBURG, A.G. and TSCHERICH, U., 1986. Process and device for processing bakery products, *German Democratic Republic Patent*.
- WAGGLE, D.H., LAMBERT, M.A., MILLER, G.D., F. ARRELL, E.D. and DYDE, C.W., 1967. Extensive analyses of flours and millfeeds made from nine different wheat mixes. II. Aminoacids, minerals, vitamins and gross energy, *Cereal Chem.*, 44, 48-60.
- WILLIAMS, M.A., 1988. Extrusion of rice bran (In. proceedings of the world congress on vegetable protein utilization in human foods and animal feed stuffs) Conference, Singapore, Oct. (88), *American Oil Chemists Society*, 100-102.
- WU, Y.Y., YOUNG, U.L., WARNER, K. and BOSKWALTER, G.U., 1987. Evaluation of spaghetti supplemented with corn distiller's dried grains, *Cereal Chem.*, 64(6), 434-436.