

Extruder İle Pişirme Yönteminin Gıda Bileşim Öğeleri Üzerine Etkisi (*)

Dr. Nevzat ARTIK

Ank. Ü. Zir. Fak. Gıda Bilimi ve Teknolojisi Anabilim Dalı — ANKARA

1. Giriş

Gıdalara uygulanan diğer ısıl işlemler gibi ekstruder ile pişirme yönteminde yararlı ve zararlı etkileri birlikte söz konusudur. Bu yöntemin yararlı etkisi; gıdanın özelliklerini olumsuz etkileyen faktörlerin elemine edilmesi; olumsuz etkisi ise, proteinler ile şekerler arasında oluşan MAILLARD tepkimesidir. Anılan tepkime ile proteinlerin besleyici niteliği azalmaktadır. Ayrıca ısıl işlem nedeniyle vitamin kayıpları söz konusu olmaktadır (BJORCK ve ASP, 1982).

Extruder ile pişirme yönteminde gıda yüksek sıcaklıkta kısa süre tutulmakta (HTST), böylece gıda bileşim öğelerinin kaybı minimum düzeye indirilmektedir. Bu yüzden ekstruder aygıtı özellikle soya proteini ile ilgili araştırmalarda çok kullanılmaktadır.

Bu çalışmada; yurdumuzda çok yeni olan ekstruder pişirme yönteminin klasik ısıl işlemler ile (kaynatma, kurutma, sterilize ve pastörize) karşılaştırılması ve bu yöntemin gıda bileşim öğeleri üzerine etkileri incelenmeye çalışılmıştır. Konunun yeni olması nedeniyle ön-

celikle araştırmalarda yaygın olarak kullanılan tek ve çift vidalı ekstruder aygıtları ile ilgili bazı özelliklerin sunulması uygun görülmüştür.

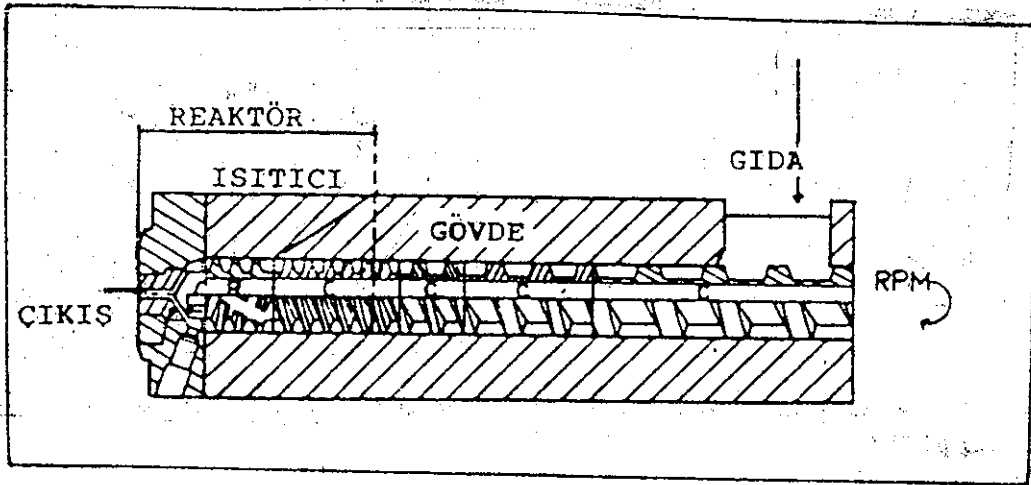
2. EXTRUDER AYGITININ ÖZELLİKLERİ

Tek ve çift vidalı ekstruder aygıtlarının ana kısımları şöyle sıralanabilir (ARTIK, 1985).

- Buhar cıdarlı prekonduyoner,
- Yüksek devirli mikser,
- Extruder (pres),
- Horizontal soğutucu ve
- Öğütücüdür.

Araştırmalarda çok çeşitli ekstruder aygıtları kullanılmakla birlikte genellikle çift vidalı ekstruder aygıtı tercih edilmektedir. Tek vidalı ekstruder aygıtı genellikle çalışma alanının sınırlı olması nedeniyle az tercih edilmektedir. Çift vidalı ekstruder aygıtının şematik görünümü şekil 1 de verilmiş durumdadır.

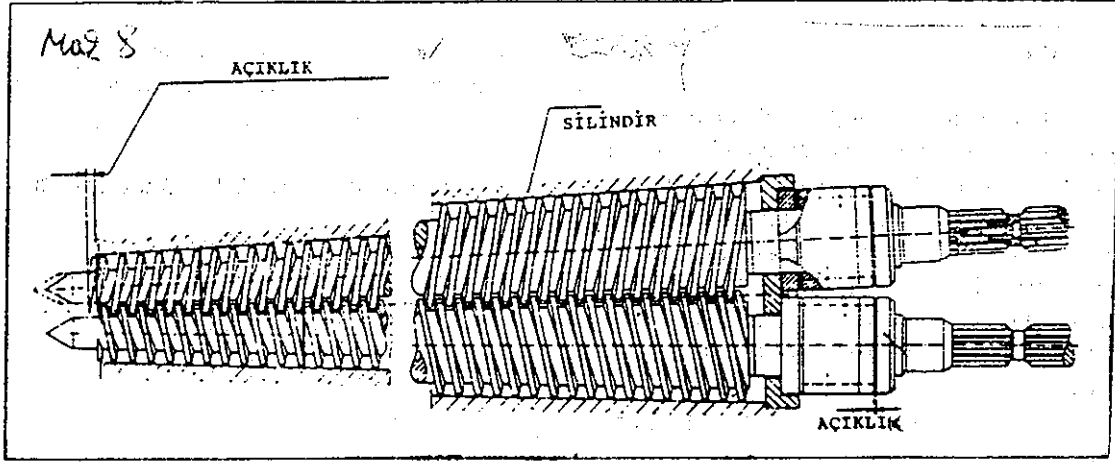
(*) Bu çalışma 23/6/1986 tarihinde Kyoto Univ. Food Research Institute 611'de (JAPAN) Seminer Olarak Sunulmuştur.



Şekil 1. Çift Vidalı Extruder Aygıtı (Creusot Loire BC 45)
C = Bir vida parçası, R = Çıkışa yardımcı vida parçası.

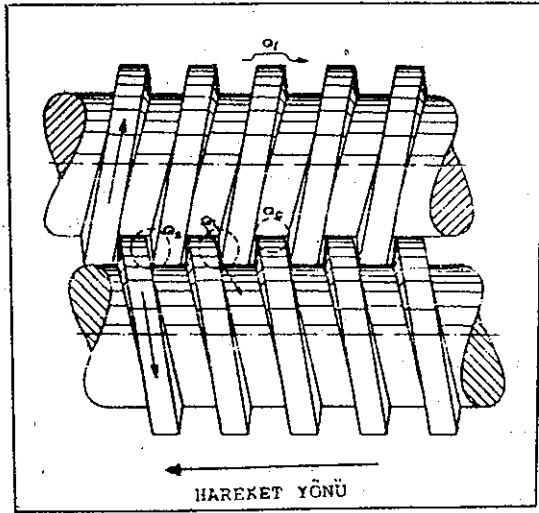
Şekil 1'de görülen vida, iç içe geçmiş iki vidadan oluşur. Birbirine ters istikamette belli bir açıklıkta hareket etmektedir-

ler. Çift vidalı bir set ile ilgili önemli parçalar şekil 2 de gösterilmiştir.

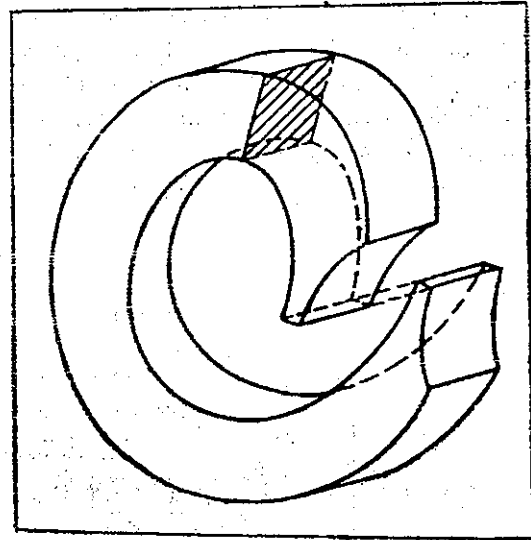


Şekil 2. Çift Vidalı Extruder Vida Seti
(Çincinnatlı)

Çift vidalı extruder aygıtının vida dönüş tarzı ve «C» şeklindeki bir vida parçası Şekil 3 ve 4 de sunulmuştur.



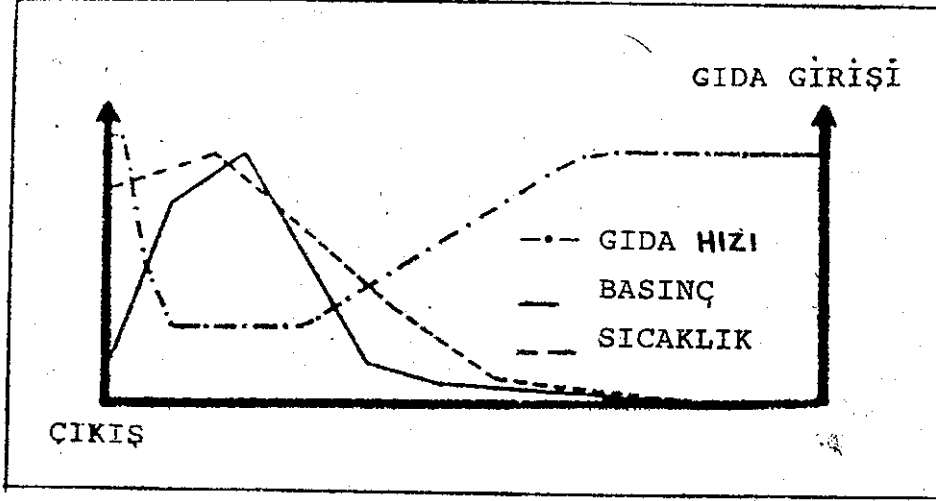
Şekil 3. Çift Vidalı Extruder Vida Dönüş Şekli



Şekil 4. «C» Şeklindeki bir Vida Parçası

Extruder aygıtının çalışmasında geçerli olan 3 parametre; basınç, sıcaklık ve gıdanın

hareket hızıdır. Anılan parametrelerin değişimi ile ilgili grafik şekil 5 de gösterilmiştir.



Şekil 5. Extruder Parametrelerinin Değişimi

Şekil 5 den anlaşılacağı üzere başlangıçta gıdanın hızı çok yüksek, çıkışa doğru azalma ve çıkış anında tekrar yükselme olmaktadır. Basınç ve sıcaklık başta düşük, belli süre sonra artmaktadır. Basıncın çıkış bölümünde azalmasına karşın sıcaklık yüksektir.

Tek ve çift vidalı ekstruder ile çalışma gıda özellikleri ile yakından ilişkilidir. Tek ve çift vidalı ekstruder cihazları arasında bazı farklılıklar söz konusudur. Bu farklılıklar Tablo 1 de gösterilmiştir.

Tablo 1. Tek ve Çift Vidalı Extruder Aygıtlarının Farklılıkları (STOLP ve JANSEEN, 1982)

EXTRUDER ÖZELLİĞİ	TEK VİDALI EXTRUDER	ÇİFT VİDALI EXTRUDER
Taşınma Mekanizması	Metal ile Gıda Arasında Sürtünme	Pozitif Yer Değiştirme
1 kg Ürün İçin Harcanan Enerji	900 - 1500 KJ kg ⁻¹	400 - 600 KJ kg ⁻¹
Isı Dağılımı	Büyük Sıcaklık Farkı	Küçük Sıcaklık Farkı
Kuruluş Maliyeti	Düşük	Yüksek
Nem (%) Min.	10	8
Nem (%) Max.	30	95

Extruder aygıtı ile çalışmada değişken çalışma koşulları söz konusudur. Anılan bu koşullar şu şekilde sıralanabilir :

- 1 — Extruder tipi,
- 2 — Gıda sıcaklığı (tG) (°C),
- 3 — Hazne sıcaklığı (tH) (°C),
- 4 — Nem (%),

- 5 — Besleme Oranı (g/dak⁻¹),
- 6 — Vida Hızı (rpm),
- 7 — Çıkış çapı (cm),
- 8 — Kalış Süresi (tK) (dak. veya s),
- 9 — Basınç (MPa) ve
- 10 — Torque (Nm) (Basınç oluşturan kuvvet).

3. EXTRUDER İLE PIŞİRME YÖNTEMİNİN GIDA BİLEŞİMİ ÜZERİNE ETKİSİ

Extruder pişirme yönteminin gıda bileşim öğelerine olan etkisi ayrı ayrı ele alınarak incelenmeye çalışılacaktır.

3.1. Proteinlere Etkisi

Genellikle düşük sıcaklık uygulamaları ile sebze proteinlerinin sindirilme özellikleri artmaktadır. Bu artış; proteaz inhibitörlerinin inaktive edilmesi ve fiziksel özelliklerin iyileşmesi ile gerçekleşmektedir. Yüksek sıcaklık bunun tam aksi proteinlerin sindirilme özelliğini azaltır. Kükürt içeren amino asitler sıcaklıktan kolay etkilenecek okside olurlar. İnvert şeker, lizin miktarını azaltmaktadır. Azalış Maillard tepkimesi ile oluşmaktadır (HURRELL ve CARPENTER, 1977). Proteinin besleyici özelliği tek vidalı ekstruder aygıtı ile pişirmede azalmaktadır. Bu sonuca soya fasülyesinden çocuk maması üretiminde yapılan bir denemede varılmıştır (JANSEN ve ARK, 1978). Çift vidalı ekstruder aygıtında geniş nem sınırları içinde çalışma söz konusu olduğundan bu konu üzerinde geniş bilgiye rastlanmamıştır (LINKO ve ARK, 1982).

3.1.1. Proteaz İnhibitörlerinin İnaktivasyonu

Protein miktarının fazlalığı ve dengeli amino asit bileşimi nedeniyle soya fasülyesi insan beslenmesinde çok önemli yeri olan bir bitkisel protein kaynağıdır. Bununla birlikte, soya fasülyesinin içermiş olduğu proteaz inhibitörlerinin inaktive edilmesi gereklidir. Anılan inhibitörler proteolitik enzimlerin etkisini engelleyerek proteinin sindirilmesini güçleştirmektedir (KROGDAHL ve HOLM, 1979). Proteaz İnhibitörleri direkt buhar teması ile inaktive edilmektedir (HORAN, 1966). Günümüzde birçok araştırmacı, tam yağlı soya ununun ekstruder ile pişirilmesi konusunda çalışmaktadır (MUSTAKAS ve ARK, 1970). Pişirme işleminden önce soya unu, hazırlık amacıyla kuru olarak ısıtılır. Tripsin inhibitörlerinin (TI) parçalanması ekstruder sıcaklığı ve gıda nemi ile yakından ilişkilidir. Anılan parametrelerdeki artış (TI) parçalanmasını artırmaktadır. MUSTAKAS ve ARK. (1970) tarafından gerçekleştirilen araştırmada yüksek protein kalitesi (PER = 2.15), hazne sıcaklığı (tH) 153°C, nem % 20

ve kalış süresinin (tH) 2 dakika olduğu koşulda elde edilmiştir. Bu koşulda tripsin inhibitörlerinin inaktivasyonu % 89 olarak gerçekleşmiştir. Diğer bir çalışmada plastik laboratuvar tipi ekstruder kullanılmış ve hazne sıcaklığının (tH) 139 - 167°C, nemin % 15 - 30 ve kalış süresinin 0.5 - 2 dakika olduğu şartlarda tripsin inhibitörlerinin % 57 oranında inaktive edildiği saptanmıştır (LORENZ ve ARK, 1980). Belirtilen sonuçlar göstermektedir ki, tripsin inhibitörlerinin inaktive olması nedeniyle soya ürünleri için ekstruder ile pişirme yöntemi idealdir. Bu yöntem ile soya ürünlerinde optimum protein kalitesi elde edilebilmektedir.

3.1.2. Maillard Tepkimesi (Enzimatik olmayan esmerleşme)

Extruder ile pişirmede yüksek sıcaklık ve düşük nem kombinasyonu nedeniyle Maillard tepkimesi oluşmaktadır (LEA ve HANNAN, 1949). Bu tepkime indirgen şeker ve serbest amino asit grupları arasında oluşmakta ve proteinin sindirilme özelliği azalmaktadır. Klasik kuru ısı işlemler (kavurma, pişirme), sterilize ve ekstruder ile pişirme yöntemine oranla fazla olasılıkla bu tepkimeyi oluşturmaktadır. Su aktivitesinin (aw) 1,0 e yakın olduğu durumlarda esmerleşme tepkimesi iyice artmaktadır (ADRIAN, 1974).

Extruder yöntemi ile pişirme ile lisinde % 32 - 80 oranında kayıp olduğu saptanmıştır (BEAUFRAND ve ARK, 1978). Bu sonuç; hazne sıcaklığı (tH) 170°C, nem % 10 - 14 ve vida hızı 60 rpm olduğu koşulda gözlenmiştir. Bu denemede indirgen şeker ve sıcaklık yüksek, nem oranı düşük tutulmuştur. Lizin kaybı sıcaklıkla ilgilidir. Nem ve sıcaklık birlikte artarsa kayıp oranı da yükselmektedir. Yapılan bir araştırmada darı üzerinde çalışılmış; gıda sıcaklığı (tG) 181 - 187°C ve nemin % 12 - 25 olduğu durumda lizin azalışı maksimum düzeye ulaşmıştır (KÖHLER, 1981).

3.2. Yağlara Etkisi

Extruder ile pişirme esnasında yağların besleyici özelliklerine birçok reaksiyon etkili olmaktadır. Bunlar, oksidasyon, cis - trans izomerizasyonu ve hidrojenasyondur. Pişirme sonucunda yağ miktarında azalma saptanmıştır (FABRIANI ve ARK, 1968). Buğday ve mısır

ile yapılan bir denemede hammaddedeki yağ miktarının ancak % 40 - 45'i eter ile ekstrakte edilebilmektedir (NIERLE, 1980). Değişik solventlerle ekstrakte edilebilir yağ miktarı artırılmamıştır (tH = 120 - 180°C, nem % 12 - 18 ve vida hızı 110 rpm).

Monogliseritler ve serbest yağ asitleri pişirme sırasında amiloz ile kompleks oluşturmaktadırlar (MERCIER, 1980). Bu yüzden organik solventlerle ekstrakte güçleşmektedir. Yağ miktarı azalışının diğer bir açıklama tarzı, buhar destilasyonu ile yağların ısıl bozulmaya uğramasıdır. Ancak ekstruder ile pişirme, de HTST nedeniyle ısıl bozulma olmamaktadır (NIELSEN, 1976). Yağ miktarında ekstruder pişirme yöntemi ile % 10 - 15 azalma olmaktadır.

3.3. Karbonhidratlara Etkisi

Ekstruder pişirme yöntemi ile sakkarozun hidrolize olduğu birçok araştırmacı tarafından saptanmıştır (CHIANG ve JOHNSON, 1977; NOGUSHI ve ARK, 1982). ANDERSON (1981)'e göre sakkaroz früktoz ve glükoz miktarında azalma olmaktadır. Yapılan denemede nişasta, gluten ve buğday kepeği karışımı kullanılmış ve toplam şeker oranında % 70 - 80 azalma olduğu saptanmıştır. Şeker azalması Maillard tepkimesi ile açıklanmaktadır. Pişirme ile nişastada amiloz hidrolizi söz konusudur.

3.4. Vitaminlere Etkisi

B grubu vitaminler ekstruder ile pişirme yönteminde önem taşırlar. Çünkü bu yöntemin uygulandığı hububat ürünlerinin hemen hepsi anılan vitamin grubu için kaynak teşkil etmektedirler. Bu nedenle özellikle çocuklar için hazırlanan gıdaların pişirmeden önce B grubu vitaminlerce zenginleştirilmesi gerekmektedir. Önce ilave ile muhtemel mikroorganizma bulaşması da önlenmiş olmaktadır.

3.4.1. B grubu vitaminler

Bu konuda riboflavin ve tiamin üzerinde daha çok araştırma yapılmıştır. Soya unu ile yapılan bir araştırmada tiamin, niacin ve riboflavin ekstruder pişirme yönteminde ısıya dayanıklılık göstermiştir (MUSTAKAS, 1964). Bu çalışmada hazne sıcaklığı (tH) 139 - 153°C, nem % 9 - 12 ve kalış süresi (tK) 1 dakikadır. Aynı araştırmacı aynı numune üzerinde de-

ğişik bir çalışmada minimum ve maksimum proses koşullarını denemiş (Plastik ekstruder tH = 139 - 167°C, nem % 15 - 30 ve tK = 0.5 - 2 dak) ve pişirme sonunda tiaminin % 79 korunduğunu saptamıştır. Yine bu araştırma ile tiamin varlığı ile değişken proses koşullarının ilişkisinin olmadığı sonucuna varılmıştır. BEETNER ve ARK. (1974) e göre tiamin ve riboflavin korunma oranının % 54 ve % 92 olduğu ortaya konmuştur. Tiamin, vida hızı arttıkça daha çok azalmış, nemden ise etkilenmemiştir. Oysa riboflavin kaybı artan nem ve vida hızına bağlı olarak artmıştır.

MAGA ve SIZER (1978) Brabender plastik model PLV 500 ekstruder ile hazne sıcaklığı (tH) 70 - 160°C, nem % 25 - 59, vida hızı 100 rpm, kalmış süresi 0.5 - 2.25 dak. koşullarında çalışmışlar ve tiaminin bu koşullarda stabil olduğunu ortaya koymuşlardır. Niacin stabilitesinin ekstruder pişirme yönteminde yüksek olduğu diğer bir araştırmada ispatlanmıştır (DE MUELENAERE ve BUZZARD, 1969). Tiamin kaybı ile proses koşulları direkt ilişkilidir. Niacin, pyridoksin ve folik asit ekstruder ile pişirme yönteminde kayba uğramamaktadır.

3.4.2. Askorbik Asit

Klasik pişirme yöntemleri ile askorbik asitin (C vit.) büyük bir bölümü oksidasyon nedeni ile kaybolmaktadır. Mısır, soya karışımı ekstruder ile pişirildiğinde % 80 dolayında C vitamini azalışı saptanmıştır (LORENZ ve ARK, 1980). Mısır, soya ve fıstık karışımı su ile kaynatıldığı zaman 7 dakika sonunda % 79 C vitamini kaybı ortaya çıkmaktadır. Oysa aynı karışım ekstruder ile ısıtıldığında kayıp oranı % 33 olmaktadır (DE MUELENAERE ve BUZZARD, 1969). Bu örnek, askorbik asit kaybını önlemek için ekstruder ile pişirmenin ideal bir yöntem olduğunu göstermektedir. Askorbik asit ekstruder ile pişirmeden önce ilave edilirse kayıp % 57 - 66 arasında gerçekleşmektedir. Basınç ile C vitamini kaybı arasında ilişki saptanamamıştır.

MAGA ve COHEN (1978) patates jipsi üzerindeki araştırmalarında Brabender plastik ekstruder kullanmışlar (tH = 135 - 177°C, nem % 20, rpm 40 - 200) ve C vitamini kaybının % 9 - 57 arasında değiştiğini saptamışlardır.

3.4.3 Yağda Çözünen Vitaminler

Kaynatma ile 2 dakika sonunda mısır, soya, fıstık karışımında karoten kaybı en yüksek düzeye ulaşmaktadır. Maksimum kayıp kaynatma ile % 25 düzeyindedir. Oysa extruder pişirme ile kayıp % 53 dolayındadır (DE MUELENAERE ve BUZZARD, 1969).

LEE ve ARK. (1978) yaptıkları denemede pişirmeden önce mısıra değişik A vitamini formları eklemişler (B karoten, retinol, retinyl acetate veya palmitate) ve pişirme sonundaki kayıp oranlarını saptamışlardır. Bu çalışmada WENGER X5 tip extruder kullanılmış, hazne sıcaklığı (tH) 130°C ve devir sayısı 700-1000 rpm olarak araştırma yürütülmüştür. Anılan A vitamin formları yüksek vida hızına karşı stabilite göstermişlerdir. Pişirme sonunda yapılan analiz ile retinolun % 83-94, palmitatin % 52-94 oranında korunduğu ortaya konmuştur. Bunun yanında β karotenin % 26 oranında korunduğu ve % 74 oranında kayba uğradığı gözlenmiştir.

Tokoferol (E vitamini) korunması değişik ürünlerde % 100 oranında tespit edilmiştir (JANSEN, 1979). Değişik vitaminlerin extruder pişirme yönteminin çalışma koşullarından etkilenme şekilleri Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2. Vitaminlerin Extruder Pişirme Yönteminin Çalışma Koşullarından Etkilenme Şekilleri (BJORCK ve ASP, 1982).

Extruder Çalışma Koşulları	Vitamin Etkilenme		Şekli	
	Thiamin	Riboflavin	Askorbik Asit	Vitamin A
Sıcaklık	-0	+0	-	0
Nem	+	-0	-*	
Vida Hızı	-0	-	-	+
Çıkış Çapı	+0	0	+	
Basınç			0	

+ Artış; - Azalış; 0 Etkisiz; * Yüksek sıcaklık

Tablonun açıklanması; örneğin, sıcaklık artışı ile thiamin miktarında azalma olacak veya artışın etkisi olmayacaktır. Diğer vitaminlerin etkilenme şekli aynı tarzda ifade edilebilir.

SUMMARY

The Effect of Extrusion Cooking on Food Composition

Like other process for heat treatment of food, extrusion cooking may have both beneficial and undesirable effects on food composition. Beneficial effects include destruction of antinutritional factors. On the other hand Maillard reactions between protein and sugars reduce the nutritional value of the protein. Heat labile vitamins may be lost to varying extents.

KAYNAKLAR

- ADRIAN, J. (1974). Nutritional And Physiological Consequences Of Maillard Reaction. World Review Of Nutrition And Dietetics, 19, 71 - 122.
- ANDERSSON, Y., HEDLUND, B., JONSSON, L. ve SVENSSON, S. (1981). Extrusion Cooking Of High-fiber Cereal Product With Crispbread Character. Cereal Chem, 58 (5), 370 - 4.
- ARTIK, N. (1985). Soya Fasülyesinden Konsantre Protein Üretimi ve Soya Ürünlerinin Bileşim Unsurları. Gıda, Yıl 10, Sayı 5, 293 - 310.
- BEAUFRAND, M.J., DE LA GUÉRIVIERE, J.F., MONNIER, C. ve POUILLAIN, B. (1978). Influence Du Procédé De Cuisson Extrusion Sur La Disponibilité Des Proteines. Ann. Nutr. Aliment., 32, 353 - 64.
- BEETNER, G., TSAO, T., FREY, A. ve HARPER, J. (1974). Degradation Of Thiamine And Riboflavin During Extrusion Processing. J. Food Sci., 39, 207 - 8.
- BJORCK, I. ve N.G. ASP (1982). The Effects Of Extrusion Cooking On Nutritional Value. Ext. Cook. Symp. Prague.
- CHIANG, B - Y. ve JOHNSON, J.A. (1977). Gelatinization Of Starch In Extruded Products. Cereal Chem., 54 (3) 436 - 43.
- DE MUELENAERE, H.J.H. ve BUZZARD, J.L. (1969). Cooker Extruders In Service Of World Feeding. Food Technol., 23, 345 - 51.
- FABRIANI, G., LINTAS, C. ve QUAGLIA, G.B. (1968). Chemistry Of Lipids In Processing And Technology Of Pasta Products. Cereal Chem., 45, 454 - 63.

- HORAN, F.E. (1966). Defatted And Full-fat Soy Flours By Conventional Processes. Proc. Int. Conf. Soybean Protein Foods Peoria, Illinois, USDA, ARS, 71 (35), P. 129.
- HURRELL, R.F. ve CARPENTER, K.J. (1977). Maillard Reactions In Foods. In: Physical Chemical Biological Changes In Food Caused by Thermal Processing, eds T. Hotem And O. Kvale, Applied Science Publishers Ltd, London, pp. 168-84.
- JANSEN, G.E., HARPER, J. ve O'DEEN, L. (1978). Nutritional Evaluation Of Blender Foods Made With Low-cost Extruder Cooker. J. Food Sci., 43, 912-16.
- JANSEN, G.R. (1979). Nutritional Aspects Of The LEC Program At Colorado State Univ. In: Low-cost Extrusion Cookers, eds D.E. Wilson and R.E. Tribelhorn, Colorado State Univ. Fort Collins, pp. 121-41.
- KOHLER, F. (1981). Veränderung Der Ernährungsphysiologischen Und Physikalischen Eigenschaften Von Getreidemahler Zougnissen Durch Extrusion Unter Besonderer Berücksichtigung Proteinangereicherter Produkte. (Disertation) Institute Für Lebensmittel-technologie, Berlin.
- KROGDAHL, A. ve HOLM, H. (1979). Proteinase Inhibitorer i Soyabonner. Naringsforsk, 1, 2-11.
- LEA, C.H. ve HANNAN, R.S. (1949). The Effect Of Activity Of Water, Of PH And Of Temperature On The Primary Reaction Between Casein And Glucose. Biochim. Biophys. Acta., 3, 313-25.
- LEE, T.-C., CHEN, T., ALID, G. And CHICHESTER, C.O. (1978). Stability Of Vitamin A And Provitamin A In Extrusion Cooking. Processing AICHE Symp. Sec., 74 (172), 192-5.
- LINKO, P., COLONNA, P. ve MERCIER, C. (1982). High Temperature, Short Time Extrusion Cooking. In: Advances In Cereal Science And Technology. Vol: IV, Ed: Y. Pomeranz American Association Of Cereal Chemists Inc., St Paul, pp. 145-235.
- LORENZ, K., JANSEN, G.R. ve HARPER, J. (1980). Nutrient Stability Of Full-fat Soy Flour And Corn-soy Blends Produced By Low-cost Extrusion. Cereal Foods World 25 (4), 161-2, 171-2.
- MAGA, J.A. ve COHEN, M.E. (1978). Effect Of Extrusion Parameters On Certain Sensory, Physical And Nutritional Properties Of Potato Flakes. Lebensm. Wiss. Technol. 11 (4), 195-7.
- MAGA, J.A. ve SIZER, C.E. (1978). Ascorbic Acid And Thiamin Retention During Extrusion Of Potato Flakes. Lebensm. Wiss. Technol., 12 (1), 13-16.
- MERCIER, C., CHARBONNIERE, R., GREBAUT, J. ve DE LA GUERIVIERE, J.F. (1980). Formation Of Amylose-lipid Complexes by Twin-screw Extrusion Cooking Of Manioc Starch. Cereal Chem., 57 (1), 4-9.
- MUSTAKAS, G.C., GRIFFIN, E.L., ALLEN, L.E. ve SMITH, O.B. (1964). Production And Nutritional Evaluation Of Extrusion Cooked Full-fat Soybean Flour. J. Am. Oil Chem. Soc., 41, 607-14.
- MUSTAKAS, G.C., ALBRECHT, W.J., BOOKWALTER, G.N., MCGHEE, J.E., KWOLEK, W.F. ve GRIFFIN, E.L. (1970). Extruder Processing To Improve Nutritional Quality, Flavor And Keeping Quality Of Full-fat Soy Flour. Food Techn., 24, 1290-6.
- NIELSEN, E. (1976). Whole Seed Processing By Extrusion Cooking. J. Am. Oil Chem. Soc. 53, 305-9.
- NIERLE, W., ELBAYA, A.W., SEILER, K., KRETZDORFF ve WOLFF, J. (1980). Veränderungen Der Getreideinhaltsstoffe Während Der Extrusion Mit Einem Doppelschecken Extruder. Getreide Mehl, Brot., 34, 73-8.
- NOGUSHI, A., MOSSO, K., AYMARD, C., JEUNINK, J. ve CHEFTEL, J.C. (1982). Maillard Reactions During Extrusion Cooking Of Protein-Enriched Biscuits. Lebensm. Wiss. Techn., 15 (2), 105-10.
- STOLP, W.Z. ve JANSEEN, L.P. ve B.M. (1982). Engineering Aspects Of Single And Twin Screw Extrusion Cooking Of Biopolymers. Ext. Cook, Syp. Prague.