

## Keçiboynuzu Meyvesi (*Ceratonia siliqua L.*) ve Sağlık

Fikret Pazır ✉, Yüksel Alper

Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, İzmir

Geliş Tarihi (Received): 12.04.2016, Kabul Tarihi (Accepted): 10.09.2016

✉ Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): fikret.pazir@gmail.com (F. Pazır)

☎ 0 232 311 30 22 📠 0 232 342 75 92

### ÖZ

Keçiboynuzu (*Ceratonia siliqua L.*) besleyici değeri yüksek bir meyvedir ve ekonomik olarak değer taşımaktadır. Türkiye’de ve dünyada keçiboynuzu meyvesi genellikle Akdeniz ikliminin hakim olduğu, Akdeniz’e kıyısı olan bölgelerde yetişmektedir. Bu meyveden çoğunlukla keçiboynuzu pekmezi, keçiboynuzu unu, gam (locust bean gum), diyet lifi ve biyoaktif bir bileşen olan D-pinitol üretilmektedir. Keçiboynuzu meyvesi ve pekmezi içerdiği %52-62 toplam şeker miktarı ile enerji içeriği yüksek gıdalardır. Bunun yanı sıra yüksek mineral madde içeriğine sahip olup, özellikle de potasyum (843-1215 mg/kg), kalsiyum (251-361 mg/kg), fosfor (85-681 mg/kg) ve magnezyum (63-326 mg/kg) açısından zengindir. 3944.7 mg/kg toplam fenolik madde içeren keçiboynuzu meyvesinin lif içeriği ise 258.3 g/kg’dır. Keçiboynuzu meyvesinin kardiyovasküler ve gastrointestinal hastalıklar üzerine olumlu etkilerinin olduğu saptanmıştır. Aynı zamanda, başta çağımızın hastalığı olan diyabet ve birçok çeşitli hastalığa karşı etkili olduğu bilinen D-pinitol üretiminde kullanılabilen doğal bir hammadde olması nedeniyle keçiboynuzu değerli, katma değeri yüksek bir meyvedir. Bu çalışmanın amacı, keçiboynuzu meyvesiyle ilgili bilgileri derleyerek, ileride yapılacak çalışmalara katkı sağlamaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Keçiboynuzu (*Ceratonia siliqua L.*), Fenolik madde, Diyet lifi, D-pinitol, Diyabet

### Carob Fruit (*Ceratonia siliqua L.*) and Health

#### ABSTRACT

Carob bean (*Ceratonia siliqua L.*) is a nutritive fruit, and also it has an important economic potential. Generally, this fruit can be found in the coasts of the Mediterranean where the Mediterranean climate characteristics can be seen. Carob has been used for the production of syrup (molasses), powder, gum (locust bean gum), dietary fiber and D-pinitol, a bioactive compound. Carob fruit and carob syrup contain 52-62% total sugar, which means high caloric content. In addition to this, carob fruit is high in mineral content, and especially potassium (843-1215 mg/kg), calcium (251-361 mg/kg), phosphorus (85-681 mg/kg) and magnesium (63-326 mg/kg) are its major minerals. Carob fruit itself is a natural source of dietary fiber (258.3 g/kg) and total phenolic content (3944.7 mg/kg). Carob fruit has been found to have positive effects on gastrointestinal and cardiovascular diseases. Moreover, carob is a fruit with a high added value because it is used as a natural raw material for the production of D-pinitol, which is known to be effective against a variety of different diseases including diabetes. The aim of this study is to review literature on carob fruit for the contribution to future studies.

**Keywords:** Carob bean (*Ceratonia siliqua L.*), Phenolic matter, Dietary fibre, D-pinitol, Diabetes

## GİRİŞ

Keçiboynuzu (*Ceratonia siliqua* L.) *Leguminosae* (*Fabaceae*-Baklagiller) familyasından *Caesalpinaceae* alt familyasına ait ve antik çağlardan bugüne var olan, çevresel ve ekonomik olarak önem taşıyan bir bitkidir. Kök yapısı sayesinde yetiştiği alanlarda erozyon gibi afetleri de önlemektedir [1]. Dünyada keçiboynuzu çoğunlukla Akdeniz ikliminin görüldüğü İspanya, İtalya, Fas, Portekiz, Yunanistan, Kıbrıs ve Türkiye gibi ülkelerde yetişmektedir.

Keçiboynuzu ağacının hem yabani tipi hem de aşılı tipi mevcuttur. Keçiboynuzunun (Şekil 1) içeriğinin ve fiziksel özelliklerinin uzun yıllardan beri birçok araştırmacı tarafından incelendiği bilinmektedir [1-6]. Ağırlık olarak %90 meyve eti, %10 çekirdekten oluşan keçiboynuzunun kimyasal kompozisyonu bitkinin çeşidine, yetiştiği bölgeye ve hasat zamanına bağlı olarak değişim göstermektedir [1]. Keçiboynuzu kuru madde bazında %52-62 toplam şeker içerdiği ve bu toplam şekerin de%34-35 sakaroz, %7.8-9.6 glikoz, %10.1-12.2 fruktoz olduğu belirlenmiştir. Buna ek olarak 100 g keçiboynuzu 25.83 g diyet lifi, 4.18 g protein, 0.69 g yağ içermektedir [7].



Şekil 1. Keçiboynuzu meyvesi

Keçiboynuzu mineral madde açısından zengin bir meyvedir. Potasyum (827 mg/100g), kalsiyum (348 mg/100 g), magnezyum (54 mg/100g), fosfor (79 mg/100 g), sodyum (35 mg/100g), selenyum (5 mg/100 g), demir (2.9 mg/100g) ve bakır (0.6 mg/100g) keçiboynuzunda bulunmakta olan minerallerdir [8].

Minerallerce zengin olmanın yanı sıra keçiboynuzunda 24 çeşit fenolik bileşen bulunmaktadır. Fenolik maddelerden bazıları mirisetin ramnosit (%9.8), kuersetin ramnosit (%10.23), metil gallat (% 1.03), sinamik asit (%1.5), mirisetin glikozit (%1.58) ve gallik asittir (%41.7). Toplam fenolik madde miktarının (3944.7 mg/kg kuru maddede) büyük bir çoğunluğunu gallik asit oluşturmaktadır [9]. Keçiboynuzu ağacının yapraklarının antioksidan özelliklerinin ve toplam fenolik madde miktarını incelenmiş ve yaprakların da fenolik madde kaynağı olduğu tespit edilmiştir [10].

Keçiboynuzu meyvesinin biyoaktif bileşen olan D-pinitolün önemli kaynaklarından biri olduğu

bilinmektedir. Bu konuda birçok araştırma yapılmıştır. D-pinitol miktarı ise kuru maddede %10.2–11'dir [11]. Türkiye'de yetişen aşılı ve yabani keçiboynuzları üzerinde gerçekleştirilen araştırmada [12], D-pinitol miktarının aşılı tip 28.04-60.00 g/kg kuru maddede olduğunu, yabani keçiboynuzlarında ise 27.08-74.69 g/kg kuru madde olduğu belirlenmiştir. Keçiboynuzundan D-pinitol ekstrakte edilerek bu bileşeni içeren çeşitli gıda takviyeleri ve ilaçlar üretilmektedir [10].

Ülkemizde keçiboynuzu, meyve olarak tüketilmesinin yanı sıra pekmez haline getirilerek veya keçiboynuzu unu olarak da tüketilmektedir. Keçiboynuzu pekmezi besleyici özellikleri ve enerji değeri yüksek bir gıda olması nedeniyle tercih edilen bir üründür. Çekirdeklerinden ayrılmış keçiboynuzu öğütülerek keçiboynuzu unu elde edilmektedir. Bu ürün teobromin ve kafein içermemesi buna ek olarak yüksek oranda şeker içermesi nedeniyle gıda sanayiinde kakao ikamesi olarak kullanımı yaygındır [5]. Çekirdekleri ise gam üretiminde kullanılmaktadır. Bu meyveden aynı zamanda renksiz şeker şurubu ve biyoaktif bir bileşen olan D-pinitol eldesi çalışmaları da mevcuttur.

## KEÇİBOYNUZU MEYVESİ ve SAĞLIK İLİŞKİSİ

Keçiboynuzu meyvesi ve bu meyveden üretilen ürünler çok uzun zamandır çeşitli amaçlarla tüketilmektedir.100 g çekirdeksiz keçiboynuzu tüketildiğinde 293 kcal enerji sağlamaktadır [7]. Şeker içeriği yüksek bir gıda olan keçiboynuzu, içerdiği yüksek miktarda suda çözünmeyen diyet lifi dolayısıyla glikemik indeksi düşük gıdalar sınıfında yer almaktadır [13].

Diyet lifince zengin bir diyetin obezite, kardiyovasküler ve gastrointestinal hastalıklar gibi çağımızda sıkça rastlanan rahatsızlıklar üzerine önleyici ve iyileştirici etkileri bulunmaktadır [14]. Gelişmiş ülkelerde kalp ve damar hastalıklarının neden olduğu ölümlerin sayısı gün geçtikçe artmaktadır. Beslenme düzeninde düzenli olarak yer alan diyet lifi, kalp ve damar hastalıklarında önemli bir risk kaynağı olan kolesterol seviyesini düşürülmektedir [15]. Yüksek kolesterole sahip gönüllü hastalar üzerinde yürütülen bir araştırmada, hastaların normal diyetine ilave olarak 6 hafta süreyle çeşitli gıdalar içine karıştırılarak keçiboynuzu lifi verilmiş ve bu süreç sonucunda, LDL ve toplam kolesterolde lif verilen hasta grubunda, plasebo grubuna göre düşüş gözlemlenmiştir [16]. Keçiboynuzunun kolesterol seviyesi üzerine etkisinin incelendiği bir diğer çalışmada ise, içerisinde 5 g keçiboynuzu içeren bir gıda takviyesi hastalara verilmiş ve 6 haftalık araştırma süresi sonunda hastaların LDL ve toplam kolesterol seviyelerinde düşme saptanmıştır [17]. Keçiboynuzundan elde edilmiş ve polifenollerce zengin diyet lifinin, yüksek kolesterol seviyesine sahip insanlar üzerinde etkisini araştırdığı klinik bir çalışmada, diyet lifi verilen grupta diyet lifi verilmeyen guruba göre toplam kolesterol ve LDL kolesterol seviyelerinde düşüş olduğu gözlemlenmiştir [18]. Keçiboynuzunun içerdiği diyet lifi sayesinde, kolon sağlığı ve kolondaki hücrelerin gelişimi üzerinde olumlu etkilere sahip olduğu bilinmektedir [19-22].

Doğal besinleri içeren bir beslenme düzeninden gelen potasyum, insanlarda kalp ve damar hastalıkları riskini azalttığı bilinmektedir. Özellikle inme vakası üzerine olumlu etkisi olduğunu kanıtlayan çalışmalar mevcuttur [23]. Keçiboynuzu mineral maddelerce zengin olup içeriğinde en fazla potasyum içermektedir [8].

Fenolik maddelerce zengin keçiboynuzunda miktarca en fazla bulunan fenolik madde gallik asittir. Bitkilerde bulunan doğal bir fenolik madde olan gallik asit, etkili bir antioksidan olup özellikle yağların oksidasyonunu yavaşlatmada çok etkilidir [9, 24]. Keçiboynuzu özütünün, karaciğer hücreleri üzerinde etil alkolün neden olduğu oksidatif strese karşı etkisi fareler üzerinde araştırılmış ve keçiboynuzu ekstraktının koruyucu etkisi olduğu tespit edilmiştir [25]. Keçiboynuzu meyvesinin ve yaprağının ekstraktlarının antioksidatif özelliği sayesinde, diğer çalışmalara ek olarak böbrek hücrelerinde de koruyucu etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir [26].

Keçiboynuzu unu veya pekmez kullanılarak, çeşitli gıdaların özelliklerinin iyileştirilmesi veya zenginleştirilmesi üzerine çalışmalar da mevcuttur [27-31]. Keçiboynuzu unu ile makarna, tarhana, yoğurt üretiminde kullanılacak süt gibi ürünler zenginleştirilmiş ve bu ürünlerin kalite kriterleri incelenmiştir. Araştırmalar sonucunda, son üründe antioksidan miktarının arttığı ve duysal kalite kriterlerinde kötü yönde bir değişim olmadığı tespit edilmiştir [27, 29, 30].

Keçiboynuzu ekstraktının bazı mikroorganizmalar üzerindeki antimikrobiyal etkisi üzerine gerçekleştirilen çalışmada, tüketime hazır olarak üretilen patates salatası ve ton balığı örneklerinde, keçiboynuzu ekstraktının özellikle *S. aureus*'un iki tip suşu üzerinde etki gösterdiği tespit edilmiştir [32]. Çocuklarda, bakteri ve virüs kaynaklı diyarede, keçiboynuzu unu ve pekmezinin kullanımının diyare süresini kısalttığı tespit edilmiştir [33, 34].

Keçiboynuzu içeriği dolayısıyla çok çeşitli faydaları olan bir gıdadır [35]. Keçiboynuzu ununun ticari olarak üretimi ve bunun üzerine yapılan çalışmalar, faydalarının gün geçtikçe ortaya çıkmasıyla artmaktadır [36]. Keçiboynuzunun sağladığı bu yararların yanı sıra, keçiboynuzunda bulunan biyoaktif bir bileşen olan D-pinitol adlı bileşiğin de insan sağlığı üzerine etkilerinin araştırıldığı ve ortaya konulduğu çalışmalar mevcuttur. Özellikle diyabet hastalığında D-pinitolün kullanılabilirliği araştırılan konuların başlıcasıdır.

Diyabet (*Diabetes mellitus*), karbonhidrat ve yağ metabolizması ile ilgili, genellikle genetik ve çevresel etkenlerin rol oynadığı metabolik bir rahatsızlıktır ve iki tipi (Tip 1, Tip 2) mevcuttur. Diyabetin en yaygın rastlanan tipi olan Tip 2 diyabette, Tip 1'den farklı olarak pankreas insülini üretmekte ancak vücut bu insüline karşı direnç göstermektedir. Tip 1 diyabette ise insülin hormonu çok az salgılanmakta veya hiç salgılanmamaktadır [37].

İnsülin, kan plazmasındaki glikoz seviyesini düzenleyen ve vücutta gerçekleşen hücre büyümesi, elektrolit

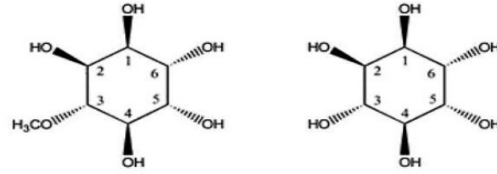
dengenin sağlanması, plazma- doku ve yağ metabolizmalarının düzenlenmesi gibi önemli faaliyetler üzerinde etkili bir hormondur [38].

Keçiboynuzu meyvesinde bulunan bir biyoaktif bileşen olan D-pinitol ise, insan metabolizmasında insülin gibi davranarak kan plazmasındaki glikozu düşürme ve dengeleme özelliğine sahiptir [11].

D-pinitol, Şekil 2'de görüldüğü gibi, (C<sub>7</sub>H<sub>14</sub>O<sub>6</sub>, 3-O-Methyl-D-chiro-inositol), D-chiro-inositolün monometillendirilmiş hali ve aynı zamanda bir siklitol olup adını ilk izole edildiği çam ağacından almaktadır [39]. İnsan diyetinin normal bir bileşeni olmakla birlikte keçiboynuzuna ek olarak çam ağacı, karanfil, soya vb. bitkilerde bulunmaktadır [40-42].

Çeşitli metotlarla elde edilen D-pinitol ve türevlerinin ağız ve damar yoluyla alınabileceği gibi enteral yolla da tatbik edilmesi mümkündür. Bu yollardan alınan D-pinitolün vücutta doğrudan metabolize edilebildiği görülmüştür [38].

D-pinitol içeren gıda takviyeleri katı veya sıvı formlarda olabilirler. Tablet, kapsül, bar, toz formlar katı; dispersiyon, emülsiyon, su bazlı oral-damar veya enteral solüsyonlar ise sıvı olarak üretilebilecek takviyelere örnektir [38].



Şekil 2. Pinitol ve D-chiro inositolün kimyasal yapısı [11]

D-pinitolün insülin etkisinin incelendiği çalışmada [37], fareler üzerinde araştırılmıştır. Kullanılan fareler normal, obez-diyabetik, STZ (streptozotosin ile indüklenmiş) diyabetik olarak gruplandırılmışlardır. On gün boyunca 100 mg/kg D-pinitol oral olarak tatbik edilmiştir. Test süresi boyunca 6 saat aralıklarla kan örnekleri alınmıştır. Belirtilen zaman aralıkları sonunda kan plazmasındaki glikoz miktarları ölçülen fare gruplarında en çok düşüşün STZ-diyabetik farelerde olduğu saptanmıştır. Araştırma sonucunda, STZ-diyabetik farelerde D-pinitol akut ve kronik olarak insülin gibi davrandığı ve plazmadaki glikoz miktarını düşürdüğü görülmüştür.

D-pinitol ile ilgili yürütülen araştırma [43] Kore'de gerçekleştirilmiş ve 30 tane Tip 2 diyabet hastası üzerinde D-pinitolün etkisi araştırılmıştır. Hasta grubu ikiye bölünmüş plasebo grubuna D-pinitol içermeyen, diğer gruba ise 600 mg D-pinitol içeren preparatlar 13 hafta boyunca verilmiştir. Hastalardan beslenmelerine her zaman olduğu gibi devam etmeleri istenmiştir. Araştırmaların sonucunda, D-pinitol tatbik edilen hasta grubunun LDL kolesterol seviyesinde kontrol grubuna göre bir düşüş belirlenmiştir. Hastalarda 13 hafta sonunda plazma glikoz miktarı değişimi ve kan lipid profili olumlu yönde değişmiştir. Buna bağlı olarak, D-

pinitolün Tip 2 diyabet ve kardiyovasküler hastalıklarda tedavi edici ve önleyici etkisi olduğu ortaya konmuştur.

D-pinitolün bazı kanser tipleri üzerine ve polikistik yumurtalık (over) sendromu üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmalar da mevcuttur [44, 45]. Ancak, D-pinitolün diyabet üzerine etkisinin net olarak ortaya konulamadığı çalışmalar da mevcut olup [46] tüm araştırmacıların D-pinitol üzerine yapılan çalışmaların artırılarak derinleştirmesini desteklediği çalışmalarında belirtilmektedir.

## SONUÇ

Keçiboynuzu meyvesi Türkiye'de ve dünyada yetişen ve yetiştirilen şeker içeriği yüksek bir meyvedir. Zengin şeker içeriğinden kaynaklanan enerji verici özelliğinin yanı sıra yüksek miktarda diyet lifi içermesi, mineral madde ve fenoliklerce zengin olması gibi özellikleriyle yetişkin ve çocuk beslenmesinde önemli bir yere sahiptir. İçeriğindeki D-pinitol ile diyabet gibi tüm dünyayı etkileyen bir hastalık üzerinde etkili ürünler üretilebilecek potansiyele sahiptir. Ayrıca özellikle gıda sanayisi olmakla beraber çoğu farklı alanda kullanımı yaygın olan bir katkı maddesi olan gam, keçiboynuzu çekirdeklerinden üretilmektedir. Bu durum hem çekirdeğinin hem de meyvenin kendisinin ekonomik açıdan değerli olduğunu göstermektedir. Dünya genelinde toplumların beslenme ve sağlık konusunda bilinçlenmesi buna bağlı olarak doğal ve mümkün olduğunca işlenmemiş ürünlere olan ilgiyi arttırmıştır. Keçiboynuzu da bu tanıma gerek yetiştirme gerek keçiboynuzundan üretilen ürünlerin üretim koşullarıyla tam olarak uyum sağlamaktadır. Keçiboynuzu meyvesinin ve bu meyveden üretilen ürünlerin tüketimi, üretimi desteklenmeli ve keçiboynuzu meyvesi hakkında yapılan araştırmalar detaylandırılmalı ve çoğaltılmalıdır.

## KAYNAKLAR

- [1] Battle, T., Tous, J., 1997. Carob Tree (*Ceratonia siliqua* L.): Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops 17, International Plant Genetic Resources Institute, Via Delle Sette Chiese 142, 00145 Rome, Italy, 91p.
- [2] Karkacier, M., Artık, N., 1995. Keçiboynuzunun (*Ceratonia siliqua*) fiziksel özellikleri, kimyasal bileşimi ve ekstraksiyon koşulları. *Gıda* 20: 131-136.
- [3] Avvallone, R., Plessi, M., Baraldi, M., Monzari, A., 1997. Determination of chemical composition of carob (*Ceratonia siliqua*): proteins, fat, carbohydrates and tannins. *Journal of Food Composition and Analysis* 10: 166-172.
- [4] Bengoechea, C., Romero, A., Villanueva, A., Moreno, G., Alaiz, F., Guerrero, A., Puppo, M. C., 2008. Composition and structure of carob (*Ceratonia siliqua* L.) germ proteins. *Food Chemistry* 107: 675-683.
- [5] Yousif, A., K., Alghzawi, H., M., 2000. Processing and characterization of carob powder. *Food Chemistry* 69: 283-287.
- [6] Karababa, E., Coşkun, Y., 2013. Physical properties of carob bean (*Ceratonia siliqua* L.): An industrial gum yielding crop. *Industrial Crops and Products* 42: 440-446.
- [7] www.turkomp.gov.tr/food/376 (Erişim Tarihi: 11.04.2016)
- [8] www.nutritiondata.self.com (Erişim Tarihi: 11.04.2016)
- [9] Owen, R.W., Haubner, R., Hull, W.E., Erben, G., Spiegelhalder, B., Bartsch, H., 2003. Isolation and elucidation of the major individual polyphenols in carob fiber. *Food and Chemical Toxicology* 41: 1727-1738.
- [10] Hajaji, E.H., Lachkar, N., Alaoui, K., Cherrah, Y., Farah, A., Ennabili, A., Bali, E.B., Lachkar M. 2010. Antioxidant properties and total phenolic content of three varieties of carob three leaves from Morocco. *Records of Natural Products* 4(4): 193-204
- [11] Camero, B.M., Merino, C.S., 2004. Method of obtaining D-pinitol from carob extracts. U.S Patent No 6,699,511 B2.
- [12] Karhan, M., Gubbuk, H., Turhan, İ., Öziyici, Tavukcuoğlu, R., Akgül, H., Uçgun, K., 2010. Türkiye'de yetişen keçiboynuzu (*Ceratonia siliqua* L.) tiplerinin biyoaktif bir molekül olan D-pinitol içeriği üzerine çevre koşulları ve bileşim unsurlarının etkisi. TÜBİTAK Projesi Proje No: 107O650.
- [13] Santos, L.M., Tulio, T.L., Campos, F.L., Dorneles, R.M., Krüger, C.C.H., 2015. Glycemic response to carob (*Ceratonia siliqua* L.) in healthy subjects and with the in vitro hydrolysis index. *Nutr. Host.* 31(1): 482-487.
- [14] Anderson, W., J., Baird, P., Davis Jr.H.R., Ferreri, S., Knudtson, M., Koraym, A., Waters V., Williams, L.C., 2009. Health benefits of dietary fiber. *Nutrition Reviews* 67(4): 88-205.
- [15] Köksel, H., Özboy, Ö., 1993. Besinsel liflerin insan sağlığındaki rolü. *Gıda* 18(5): 309-314.
- [16] Zunft, F.J.H., Lüder, W., Harde, B., Graubaum, J.H., Koebnick, C., Grünwald, J., 2003. Carob pulp preparation rich in insoluble fibre lowers total and LDL cholesterol in hypercholesterolemic patients. *European Journal of Nutrition* 42(5): 235-242.
- [17] Zunft, F.J.H., Lüder, W., Harde, B., Haber, B., Graubaum, H.J., Gruenwald, J., 2001. Carob pulp preparation for treatment of hypercholesterolemia. *Advances in Therapy* 18(5): 230-236.
- [18] Ruiz-Roso, B., Quintela, J.C., Fuente, E., Perez-Olleros, L., 2010. Insoluble carob fiber rich in polyphenols lowers total and LDL cholesterol in hypercholesterolemic subjects. *Plant Foods Human Nutrition* 65: 50-56.
- [19] Klenow, S., Gleib, M., Haber, B., Owen, R., Pool-Zobel, B.L., 2008. Carob fiber compounds modulate parameters of cell growth differently in human HT29 colon adenocarcinoma cells than in LT97 colon adenoma cells. *Food and Chemical Toxicology* 46(4): 1389-1397.
- [20] Ferguson, L.R., 2005. Does a diet rich in dietary fibre really reduce the risk of colon cancer? *Digestive and Liver Disease* 37: 139-141.
- [21] Klenow, S., Gleib, M. 2009. New insight into the influence of carob extract and gallic acid on hemin induced modulation of HT29 cell growth parameters. *Toxicology in Vitro* 23: 1055-1061.

- [22] Klenow, S., Jahns, F., Pool-Zobel, L.B., Gleis, M., 2009. Does an extract of carob (*Ceratonia siliqua* L.) have chemopreventive potential related to oxidative stress and drug metabolism in human colon cells? *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 57: 2999-3004.
- [23] Iso, H., Stampfer, J.M., Manson, E.J., Rexrode, K., Hennekens, H.C., Colditz, A.G., Speizer, E.F., Willett, C.W., 1999. Prospective study of calcium, potassium and magnesium intake and risk of stroke in women. *Stroke* 30: 1772-1779.
- [24] Kumazawa, S., Taniguchi, M., Suzuki, Y., Shimura, M., Kwon, M., Nakayama, T., 2002. Antioxidant activity of polyphenols in carob. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 50: 373-377
- [25] Souli, A., Sebai, H., Chehimi, L., Rtibi, K., Tounsi, H., Baubaker, S., Sakly, M., El-Benna, J., Amri, M., 2013. Hepatoprotective effect of carob against acute ethanol- induced oxidative stress in rat. *Toxicology and Industrial Health* doi:10.1177/0748233713475506 .
- [26] Ahmed, M.M., 2010. Biochemical studies on nephroprotective effect of carob (*Ceratonia siliqua* L.) growing in Egypt. *Nature and Science* 8(3): 41-47.
- [27] Sęczyk, L., Świeca, M., Gawlik-Dziki, U., 2016. Effect of carob (*Ceratonia siliqua* L.) flour on the antioxidant potential, nutritional quality, and sensory characteristics of fortified durum wheat pasta. *Food Chemistry* 194(1): 637-642.
- [28] Tsatsaragkou, K., Gounaropoulos, I., Mandala, I., 2014. Development of gluten free bread containing carob flour and resistant starch. *Food Science and Technology* 58: 124-129.
- [29] Atasoy, F.A., 2009. The effects of carob juice concentrates on the properties of yogurt. *International Journal of Dairy Technology* 62(2): 228-233.
- [30] Çağlar, A., Erol, N., Elgün, S.M., 2013. Effect of carob flour substitution on chemical and functional properties of tarhana. *Journal of Food Processing and Preservation* 37: 670-675.
- [31] Tsatsaragkou, K., Yiannopoulos, S., Kontogiorgi, A., Poulli, E., Krokida, M., Mandala, I., 2012. Mathematical approach of structural and textural properties of gluten free bread enriched with carob flour. *Journal of Cereal Science* 56: 603- 609.
- [32] Tassou, C.C., Drosinos, E.H., Nychas, J.E., 1997. Short Communication: Weak antimicrobial effect of carob (*Ceratonia siliqua*) extract against food-related bacteria in culture media and model food systems. *World Journal of Microbiology & Biotechnology* 13: 479-481
- [33] Akşit, S., Çağlayan, S., Cukan, R., Yaprak, İ., 1998. Carob bean juice: a powerful adjunct to oral rehydration solution treatment in diarrhea. *Pediatric and Perinatal Epidemiology* 12: 176-181
- [34] Loeb, H., Vandenplas, Y., Würsch, P., Guesry, P., 1989. Tannin rich carob pod for the treatment of acute-onset diarrhea. *Journal of Pediatric Gastroenterology* 8: 480-485.
- [35] Nasar-Abbas, M.S., Huma, Z., Vu, T., Khan, K.M., Esbenshade, H., Jayasena, V., 2016. Carob kibble: a bioactive- rich food ingredient. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 15: 63-72.
- [36] Ayaz, A.F., Torun, H., Glew, H.R., Bak, D.Z., Chuang, T.L., Presley, M.J., Andrews, R., 2009. Nutrient content of carob pod (*Ceratonia siliqua* L.) flour prepared commercially and domestically. *Plant Food and Human Nutrition* 64: 286-292.
- [37] Ortmeyer, H., Huang, L., Zhang, L., Hansen, B., 1992. Chiro inositol deficiency and insulin resistance: Acute effects of D-chiroinositol administration in streptozotocin- diabetic rats, normal rats given a glucose load, and spontaneously insulin resistant rhesus monkeys. *Endocrinology* 132: 646-651.
- [38] Ostlund, R.E., Sherman, W.R., 1996. Pinitol and derivatives thereof for the treatment of metabolic disorders. U.S. Patent No: 5,550,166.
- [39] Anderson, A.B., 1952. Pinitol from sugar pines tumpwood. *Ind. Eng. Chem.* 45: 593-596
- [40] Do, Q.M.K., 2007. Isolation and physiological activities of pinitol in *Lespedeza Cuneata*. Master's Thesis, Korea.
- [41] Ichimura, K., Kohata, K., Koketsu, K., Shimamura, M., Ito, A., 1998. Identification of Pinitol as a main sugar constituent and changes in its content during flower bud development in carnation (*Dianthus caryophyllus* L.). *Journal of Plant Physiology* 152: 363-367.
- [42] Chul-Shin, Y., Jeon, Y.J., Kim, J.J., 2003. Method of recovering pinitol or chiro inositol in high yield from soy fractions. U. S. Patent No 0186401 A1
- [43] Kim, J.I., Kim, J.C., Kang, M.J., Lee, M.S., Kim, J.J., Cha, I.J., 2005. Effects of Pinitol isolated from soybeans on glycemic control and cardiovascular risk factors in Korean patients with type 2 diabetes mellitus: a randomized controlled study. *European Journal of Clinical Nutrition* 59: 456-458.
- [44] Rengarajan, T., Nandakumar, N., Balasubramanian, M., 2012. Protective efficacy of dietary D-pinitol on hepatic and renal tissues during experimental breast cancer in rats challenged with 7,12-dimethylbenz (a) anthracene: A biochemical approach. *Biomedicine & Aging Pathology* 2: 85-93.
- [45] Nestler, J.E., Jakubowicz, J.D., Reamer, P., Gunn, R.D., Allan, G., 1999. Ovulatory and metabolic effects of D-chiro-inositol the polycystic ovary syndrome. *The New England Journal of Magazine* 340: 1314-1320.
- [46] Davis, A., Christiansen, M., Horowitz, J.F., Hellerstein, K.M., Ostlund, E.R., 2000. Effect of pinitol treatment on insulin action in subjects with insulin resistance. *Diabetes Care* 23: 1000-1005.