

BESİNİN İÇERİĞİ, İŞLEME VE PIŞIRMA YÖNTEMLERİNİN GLİSEMİK İNDEKS ÜZERİNE ETKİSİ

Meryem SABAN GÜLER¹, Saniye BİLİCİ¹

¹Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Ankara

ÖZET

Besinlerin glisemik indeksi, besinin içeriğine, işleme ve pişirme yöntemlerine bağlı olarak değişir. Pişirme, besin öğelerinin biyoyararlılığını ve besinlerin sindirilebilirliğini artırmanın yanı sıra lezzet gelişimi ve besinlerin tüketilebilir hale gelmesi için önemli bir süreçtir. Besinlere uygulanan ön işlemler, pişirme ve depolama besinlerin glisemik indeksini değiştirebilmektedir. Yüksek glisemik indeksli besinler bazı kronik hastalıklarla ilişkili bulunurken, düşük glisemik indeksli besinler birçok kronik hastalığın önlenmesinde önemli rol oynamaktadır. Bu nedenle, glisemik indeks ve glisemik yanıtlar insan sağlığı açısından üzerinde sıklıkla durulan konular arasında yer almaktadır. Bu derlemede, besinlerin glisemik indeksini etkileyen faktörler değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Glisemik indeks, glisemik yük, glisemik yanıt, pişirme yöntemleri

THE EFFECTS OF CONTENT, PROCESSING AND COOKING METHODS OF FOOD ON THE GLYCEMIC INDEX

ABSTRACT

The glycemic index of foods changes depending on the content, processing and cooking methods of food. Cooking is an important process for increasing the bioavailability of nutrients and the digestibility of foods as well as for the flavor development and easy consumption of foods. Pretreatments applied to foods, cooking and storage can change the glycemic index of foods. While foods with high glycemic index are related to some chronic diseases, foods with low glycemic index play an important role in preventing many chronic diseases. For this reason, glycemic index and glycemic responses are among the frequently emphasized subjects in terms of human health. In this review, the factors affecting the glycemic index of foods were evaluated.

Key Words: Glycemic index, glycemic load, glycemic response, cooking methods

İletişim/Correspondence:
Meryem SABAN GÜLER
Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, ANKARA

E- posta:meryemsaban@gmail.com
Geliş tarihi/Received: 08.11.2017
Kabul Tarihi/ Accepted: 25.12.2017

sindirilebilirliğinin artması ile oluşacak glisemik yanıtı etkilemektedir (11,12).

Piştirme yöntemi, derecesi, kullanılan suyun hacmi ve çığ besinlerde başlangıç nem içeriği nişastanın jelatinleşme ölçüsünü belirlemekte, doğrudan sindirilebilirlik ve glisemik yanıt ile ilişkilendirilmektedir (13,14).

Bu derlemede, besinlerin içeriği, işleme, piştirme, piştirme sonrası soğutma ve depolamanın GI ve glisemik yanıtta meydana getirdiği değişiklikler değerlendirilmiştir.

GİRİŞ

Güncel beslenme rehberleri diyetin karbonhidrat içeriğinin toplam enerjinin %45-60/65'ini oluşturmasını önermektedir (1,2,3). Son yıllarda glisemik indeksi (GI) yüksek ve karbonhidrat içeriği fazla olan besinlerin tüketiminin sağlık riskleri üzerine etkileri konusunda pek çok çalışma yapılmaktadır. Öte yandan, düşük GI'li besinlerin, glisemik kontrolü sağlaması, tokluğu geliştirmesi, kan lipit düzeylerini düşürmesi ve kolon fermentasyonunu artırması gibi insan sağlığı üzerinde olumlu etkileri olduğu vurgulanmıştır (4-7).

Glisemik indeks; besinlerin nişasta yapısı, çeşidi, olgunluk düzeyi, şeker ve posa içeriği ile asiditesi gibi doğal özelliklerine bağlı olarak besinlerin hazırlanması, pişirilmesi ve depolanması sırasında değişikliğe uğramaktadır (8-10). Besinlere pişirilmeden önce herhangi bir hazırlama, piştirme ve saklama işleminin uygulanması besin öğelerinin sindirimini etkileyerek GI'sini değiştirmektedir. Besinlerin hazırlanmasında ve üretiminde yapılan parçalama, doğrama ve yoğurma gibi işlemler, besinin partikül büyüklüğünü azaltarak içerisindeki nişastayı hidrolize daha duyarlı hale getirmekte ve nişastanın

Glisemik İndeks, Glisemik Yük ve Glisemik Yanıt

Jenkins ve ark. (15) tarafından karbonhidratlı besinlerin kan şekerini yükseltme potansiyeli olarak tanımlanan GI, aynı birey tarafından tüketilen 50g karbonhidrat içeren bir test besininin iki saat içerisinde oluşturduğu kan glikoz artış alanının, aynı miktarda karbonhidrat içeren referans bir besinin oluşturduğu kan glikoz alanına göre yüzde olarak ifadesidir.

Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO), besinlerdeki karbonhidratların fizyolojik etkilerinin besinin GI'sine bağlı olarak düşük, orta ve yüksek GI'li besinler olarak üç grupta sınıflandırmaktadır (9,16).

Glisemik yük (GY) kavramı ise diyet karbonhidrat miktarını ve kan şekerini yükseltme eğilimini yansıtmaktadır (4,17). Bir günde yenen karbonhidrat miktarının oluşturduğu toplam yük olan GY değeri matematiksel olarak besinde bulunan karbonhidrat miktarının o besinin GI'si ile çarpılıp daha sonra 100'e bölünmesi ile hesaplanmaktadır (5,11). Besinlerdeki GI ve GY sınıflaması Tablo 1'de özetlenmiştir.

Glisemik indeksin metabolik etkileri glikozun ince bağırsaktan emilim oranı ve hızı ile ilişkilidir (18). Düşük GI'ye sahip besinler yüksek GI'li besinlere göre bağırsaktan daha yavaş emilmektedir. Bu nedenle yemek sonrası kan glikozunda ve insülin seviyesinde daha yavaş yükselme ile daha düşük glisemik yanıt oluşturmaktadırlar (6,8,19). Düşük GI'li bir besine eşdeğer

karbonhidrat içeren yüksek GI'li bir besin, postprandiyal dönem boyunca, glikoz eğrisi altında daha büyük bir alana neden olmaktadır. Yüksek GI'li besin alımı, düşük GI'li besin alımına göre geç postprandial süre boyunca (2-3 saat) daha düşük kan glikoz konsantrasyonları ile sonuçlanabilmektedir (20).

Tablo 1: Glisemik indeks ve glisemik yük sınıflaması (16)

| | Glisemik indeks | Glisemik yük |
|---------------|------------------------|---------------------|
| Düşük | <55 | 0-10 |
| Orta | 55-69 | 11-19 |
| Yüksek | >70 | >20 |

Gastrointestinal motilite, sindirim ve emilim oranı ile besinde bulunan nişastanın özellikleri (amilozun amilopektine oranı, nişastanın jelatinleşme derecesi vs.), parçacık boyutu, posa, yağ ve proteinlerin varlığı gibi iç faktörler ile besinleri depolama, pişirme yöntemi ve yeniden ısıtma gibi uygulanan ısıl işlemlerin tümünün glisemik ve insülinemik yanıtlar ile yakından ilişkili olduğu bildirilmektedir (13,21,22).

Düşük GI'li besinler, karbonhidratların sindirim ve emilim oranını azalttığından, azalmış insülin ihtiyacı, glisemik kontrolün sağlanması, tokluğun geliştirilmesi, sağlıklı yetişkinlerde, diyabet ve hipertrigliseridemili hastalarda düşük kan lipit düzeyleri ve artan kolon fermentasyonu gibi birçok

sağlık yararları vardır. Tüm bu faktörler tip-2 diyabet, obezite, koroner kalp hastalığı ve çeşitli kanser formları gibi birçok kronik hastalıkların önlenmesinde önemli rol oynamaktadır (7,14).

Besinlerin Glisemik İndeks Değerleri

Besinlerin fiziksel ve kimyasal özellikleri besinin GI değerlerini etkilemektedir (18). İki benzer besinin farklı bileşenlere sahip olması veya farklı yöntemlerle işlenmesi, karbonhidrat sindiriminde ve dolayısıyla GI değerlerinde önemli farklılıklarla sonuçlanmaktadır. Ayrıca aynı besinin yetiştiği bölgedeki botanik değişiklikler de GI'yi etkilemektedir (23). Örneğin beyaz pirincin GI'si ekmek (GI: 100) referans alındığında düşük GI'den yüksek GI'ye doğru geniş bir aralıkta sınıflandırılabilir (24,25). Tablo

2’de bazı besinlerin Gİ değerleri verilmiştir.

Besinlerin enerji yoğunluğu ve makro besin profili Gİ’yi etkilemektedir (26). Karma bir öğünün glisemik etkisi içeriğindeki, yağ, protein ve karbonhidrat miktarına da dayanır bu nedenle karma öğünler Gİ ölçümü için uygun değildir (17). Pişirme ile Gİ değişebileceğinden, besinlerin Gİ sıralaması yanıltıcı olabilir.

Glisemik İndeksi Etkileyen Etmenler

Besinin Gİ’si; besinin nişasta içeriği, yapısı ve çeşidine, olgunluk düzeyine, içerdiği şeker, posa ve lipit içeriğine, öğünün asit içeriğine, işleme ve pişirme yöntemine bağlı olarak değişiklik göstermektedir (6,8,9,13,14).

1. Nişasta yapısı

Nişastadaki amiloz-amilopektin oranının yükselmesi ile Gİ düşmektedir. Bu durum amilozun amilopektine göre hem daha hızlı retrograde olması hem de lipitlerle sindirilemeyen kompleksler (amiloz-lipit kompleksi) oluşturmasından kaynaklanmaktadır (11,18). Amilozun zincir uzunluğunun amilopektinin zincir uzunluğundan daha büyük olması nedeniyle amilozun α -amilaz ile hidrolizi sonucu daha az glikozun ortaya çıkması besinin Gİ’sini düşürmektedir (14). Ayrıca işleme sırasında tam olmayan jelatinleşme ve nişasta granüllerinin sınırlı düzeyde şişmesi ile yüksek amilozlu nişastanın enzime erişebilirliği engellenmektedir (9).

Tablo 2: Bazı besinlerin glisemik indeks değerleri (26)

| Yüksek karbonhidratlı yiyecekler | | Kahvaltılık tahıllar | | Meyve ve meyve ürünleri | | Sebzeler | |
|----------------------------------|----|-----------------------|----|-------------------------|----|-------------------------|-----|
| Beyaz buğday ekmeği | 75 | Mısır gevreği | 81 | Çiğ elma | 36 | Haşlanmış patates | 78 |
| Tam buğday ekmeği | 74 | Buğday taneli bisküvi | 69 | Çiğ portakal | 43 | Patates püresi | 87 |
| Mayasız buğday ekmeği | 70 | Yulaf ezmesi | 55 | Çiğ muz | 51 | Patates kızartması | 63 |
| Haşlanmış beyaz pirinç | 73 | Hazır yulaf lapası | 79 | Çiğ ananas | 59 | Haşlanmış havuç | 39 |
| Haşlanmış esmer pirinç | 68 | Pirinç lapası | 78 | Çiğ mango | 51 | Haşlanmış tatlı patates | 63 |
| Tatlı mısır | 52 | Darı püresi | 67 | Çiğ karpuz | 76 | Haşlanmış kabak | 64 |
| Beyaz spagetti | 49 | Müslü | 57 | Çiğ hurma | 42 | Yeşil muz | 55 |
| Kepekli spagetti | 48 | | | Çilek reçeli/jölesi | 49 | Sebze çorbası | 48 |
| Kuskus | 65 | | | Elma suyu | 41 | | |
| | | | | Portakal suyu | 50 | | |
| Süt ve süt ürünleri | Gİ | Baklagiller | Gİ | Atıştırmalıklar | Gİ | Şekerler | Gİ |
| Tam yağlı süt | 39 | Nohut | 28 | Çikolata | 40 | Fruktoz | 15 |
| Yağsız süt | 37 | Kuru fasulye | 24 | Patlamış mısır | 65 | Glikoz | 103 |
| Dondurma | 51 | Mercimek | 32 | Patates cipsi | 56 | Sükroz | 65 |
| Yoğurt | 41 | Soya fasulyesi | 16 | Meşrubat/soda | 59 | Bal | 61 |
| Soya sütü | 34 | | | | | | |
| Pirinç sütü | 86 | | | | | | |

2. Besinlerin çeşidi ve olgunluk düzeyi

Besinlerin toplam nişasta içeriği Gİ belirlemede önemlidir. Örneğin patatesten, bitkisel çeşitlerine bağlı olarak toplam nişasta miktarı değişkenlik göstermekte, bu da farklı patates çeşitlerinde Gİ farklılıklarına neden olmaktadır (27,28).

Besinler olgunlaştıkça, amiloz miktarı çok az artarken amilopektin belirgin oranda artmaktadır. Daha az olgun besinlerde amilopektinin düşük derecede dallanması nişastanın jelatinleşmeye karşı daha fazla direnç göstermesi ile ilişkilendirilmekte ve bu durum gastrointestinal sistemde, nişasta hidrolizinin daha düşük bir hızda olmasına yol açmakta ve böylece besinin Gİ

değerleri azalmaktadır (14). Ayrıca, besinlerin olgunlaşmasıyla birlikte içeriklerindeki nişasta fruktoza dönüşmektedir. Meyvelerde bulunan nişastanın Gİ değeri fruktoza göre yüksektir. Bu nedenle, olgun meyvelerde artan fruktoz miktarı meyvenin Gİ değerinin de azalmasına neden olmaktadır (10).

3. Besinin içerdiği karbonhidrat çeşidi

Besinlerin içerdiği karbonhidrat çeşidi Gİ için önemli bir unsurdur (7). Farklı besinlerde bulunan nişastaların Gİ'si, onların zincir uzunluğu tarafından değil,

enzimatik sindirime duyarlılığı tarafından belirlenir. Örneğin beyaz ekmeğin ve makarna aynı zincir uzunluğuna sahip olmasına rağmen, ekmeğin GI'sinin daha fazla olması; ekmekte bulunan nişastanın tersiyer yapısı ve çözünürlüğü nedeniyle pankreatik ve tükürük amilazlarına daha fazla maruz kalması ile açıklanabilir (9). Monosakkaritlerin GI'si ise polisakkaritlere kıyasla hızlı emildiklerinden fazladır ve monosakkaritler kan glikoz seviyesini polisakkaritlere göre daha hızlı artırmaktadırlar (29).

4. Posa içeriği

Suda çözünen pektinler, β -glukanlar, gamlar ve pentozanlar gibi bulunduğu sistemin viskozitesini arttıran posa çeşitleri besinin mideden ince bağırsağa geçişini yavaşlatarak ve enzimlerin substrata ulaşmasını engelleyerek sindirimi ve emilim hızını azaltmakta ve böylece besinin GI değeri azalmaktadır (30,31). Lignin, selüloz ve hemiselüloz gibi çözünmez posaların ise, gastrik boşalma üzerine çok az etkisi varken, glikoz emilimine etkisi olmadığından, GI üzerine etkisi bulunmamaktadır (9,32).

5. Asidite

Besinlerin asiditesinin yüksek olması gastrik boşalmayı yavaşlatarak ve glikoz yanıtını etkileyip karbonhidratların sindirim hızını azaltarak besinin GI değerini azaltmaktadır. Tüketim sırasında besinlere eklenen sirke, limon suyu gibi lezzet vericilerin ilavesinin besinin GI'sini azalttığı bildirilmektedir (10,12). Yapılan bir çalışmada sadece yüksek GI'ye sahip besinlere sirke ilavesinin, tip 2 diyabetli bireylerde tokluk glisemik etkiyi azalttığı, ekmeğin

hazırlamada ekşi maya kullanımının da GI'yi düşürdüğü belirtilmektedir (6,33).

6. Lipit

Yağlar gastrik boşalmayı geciktirerek glisemik yanıtı ve enzimatik sindirime karşı dirençli amiloz-lipit kompleksi oluşumu ile karbonhidratların sindirilebilirliğini azaltmaktadır (34). Amiloz-lipit kompleksi hem endojen olarak hem de besinlerin işlenmesi sırasında ilave lipit varlığında oluşabilmektedir (35). Amiloz-lipit etkileşimi ile amiloz zincirleri yapısal olarak spiralden heliks yapıya geçmekte ve bu da yağ asitlerinin amilozun helikal kavitesine nüfuz etmesine neden olmaktadır. Bu termal olarak kararlı ve suda çözülmeyen nişasta oluşturmada ve nişastanın sindirilebilirliği azalmaktadır (14,18). Yüksek amilozlu nişasta ilavesinde monogliseritler, trigliseridler, serbest yağ asitleri ve fosfatidler kompleksler oluşturabilmektedir (36). Bu komplekslerin oluşumunda düşük nem içeriği, yüksek sıcaklık, yüksek viskozite gibi etkenler etkili olmaktadır (14,35). Lau ve ark. (37) yaptıkları bir çalışmada, ekmeğe yağ ilavesi yapılmasının glisemik yanıtı önemli ölçüde azalttığını, karbonhidrat açısından zengin besinlerin pişirilmesi sırasında fonksiyonel yağların ilavesi gibi basit diyet müdahalelerinin glisemik kontrolü iyileştirmede etkili ve pratik bir strateji olabileceğini bildirmişlerdir.

7. Enzim inhibitörleri

Fitik asit, polifenoller ve baklagillerin tohumunda bulunan lektinler gibi enzim inhibitörleri, nişastanın in vitro sindirimini inhibe etmekte ve GI'yi düşürmektedir. Hem amilazlar hem de

intestinal maltaz aktivitesi tanik asit tarafından inhibe edilmektedir. Fitik asit de nişastanın sindirimini inhibe ettiği için fitat içeriğindeki artış nişastanın sindirilebilirliğini azaltmaktadır (8,30). Ayrıca, tam tahılların hücre duvarı ve tohumlarını kaplayan fibröz doku, karbonhidratların parçalanmasını sağlayan sindirim enzimlerinin besine ulaşımını yavaşlatarak, fiziksel bir engel oluşturmaktadır. Bu nedenle, birçok tam tahıllı ve baklagil ürünleri daha düşük Gİ'ye sahiptir (6).

8. Besinleri işleme yöntemleri

Besinlerin işlenmesi, besin öğelerinin sindirimini büyük ölçüde etkilemektedir (38,39). Besin işleme, Gİ değerlerini etkileyen önemli bir süreçtir. Besinlerin hazırlanmasında ve üretiminde yapılan parçalama, doğrama ve yoğurma gibi işlemler, besinin partikül büyüklüğünü azaltarak içerisindeki nişastayı hidrolize daha duyarlı hale getirmektedir (12). Besinlerin işlenmesinde; besinin kendine has özellikleri, uygulanan işlemin özellikleri, lipid ve protein matriksi nişastanın içeriğini ve yapısını değiştirerek Gİ ve GY'yi etkilemektedir (30,31). Fiziksel işlemin ve kimyasal modifikasyon işlemlerinin nişastanın Gİ'sini etkilediği bildirilmektedir (22,38). İşlenmiş besinler için katkı maddesi olarak kullanılan kimyasal modifiye nişastanın Gİ değeri modifikasyon sırasında önemli ölçüde azaltılabilmektedir (40). Kimyasal modifikasyonlar, ince bağırsakta nişasta sindirim oranı ve derecesini etkileyebilmektedir. Modifiye nişasta için modifikasyon derecesi arttıkça sindirilemeyen nişasta düzeyi yükselmekte ve Gİ değeri azalmaktadır (14,38).

Ham nişasta granülleri düşük sindirim oranına sahiptir. Pişirmeyle nişasta sindirilebilir hale gelmekte ve nişastanın sindirilebilirliği ve oluşan glisemik yanıt değişmektedir (41). Örneğin, olgunlaşmamış patates konservesi haşlanmış olgun patates ile karşılaştırıldığında Gİ değerinde azalma olduğu belirlenmiştir (42).

Nişastalı ürünler için daha fazla verim, daha iyi depolama ve daha fazla tahıl hacmi sağlaması nedeniyle bazı ülkelerde yarı haşlama yöntemi uygulanmaktadır. Bu yöntemde nişasta tanelerinin retrogradasyonu ve ardından jelatinizasyonunu sağlamaktadır. Amilozun retrogradasyonuna neden olan bu işleme yöntemi, dirençli nişasta oluşumu ile Gİ'yi azaltmaktadır (24,43). Sağlıklı yetişkinlerde yapılan bir çalışmada, Sri Lanka pirinçlerine uygulanan yarı haşlama ile Gİ değerinin %10'a kadar azaltılabileceği saptanmıştır (44). Yarı haşlama yönteminin Gİ'yi azaltma potansiyeli, besinin cinsi, kullanılan haşlama tekniği, pişirme koşulları, besinin taze veya kurutulmuş olmasına bağlı olarak değişiklik göstermektedir (13,39).

Nişastalı besinlerin pişirilmeden önce ıslatma işlemi, pişirme ile tanelerin uzaması, estetik olarak daha hoş bir ürün eldesi, tahılları öğütme öncesi yumuşatma, pişirme öncesi tane sertliğini azaltmak gibi çeşitli nedenlerle uygulanan bir işlemdir (13). Aynı zamanda ıslatma yarı haşlama işleminin de bir adımıdır. Islatma işlemi nişasta granüllerinin genişlemesine ve daha iyi jelatinizasyona olanak sağlamaktadır. Böylece besinin sindirilebilirliği artar ve Gİ'si yükselir. Islatma sıcaklığı ve nem içeriği, pişmiş besinlerin sindirim özelliklerini etkilemektedir (45,46). Farklı sıcaklıklarda (25°C ve 50°C)

ıslatılan, kahverengi pirincin sindirilebilirliğini inceleyen bir çalışmada, eşit nem içeriğine sahip pirinçlerden 50°C'de ıslatılanın 25°C'de ıslatılan pirinçlere göre daha kolay sindirilebilir olduğu saptanmıştır. Ayrıca kendi ıslatma suyu ile pişirilen pirincin, distile su ile pişirilene kıyasla daha sert, daha yapışkan, daha yüksek dirençli nişasta içeriği ve daha az Gİ değerlerine sahip olduğu bulunmuştur. ıslatma esnasında çözünür maddelerin pirincin dokusunu etkileyerek, pirincin daha sert yapıda olmasına neden olduğu ve sindirilebilirliğinin azaldığı vurgulanmaktadır (43). Lin ve ark. (47) pişirmeden bir gece önce 1:1,5 (pirinç:su) oranında ıslatma işleminin, pişirme sonrası pirinçte Gİ değerini artırdığı belirtilmiştir. ıslatma işleminin Gİ'yi artırdığı ve bu nedenle bazı besinlerde ıslatma işleminin yapılmaması önerilmekle birlikte besinin son Gİ değerinin ıslatma sonrası yapılan pişirme işlemi ile de değişebileceği göz önünde bulundurulmalıdır (43,45,47).

9. Pişirme İşlemi

Besinlerdeki nişasta içeriği pişirme sırasında oluşacak Gİ değişiklikleri için ana unsurdur. Çiğ nişasta granüller içinde kapsüllenmekte ve sindirim enzimlerinin ulaşılabilirliğini engellemektedir (3,48). Nişasta sulu ortamda ısıtıldığı zaman, hidrojen bağlarının kırılması sonucu açığa çıkan hidroksil gruplarına su molekülleri bağlanarak jelatinizasyona uğramaktadır. Nişasta granüllerinin çözünürlüğünün artması ve granüllerin su çekerek şişmesi ile sonuçlanır (11,35). Çoğu nişasta, ısı koşullarına ve bitkisel yapılarına bağlı olarak 60°C-80°C'de jelatinleşmektedir. Isısının artması ile şişme hacmi azalmakta ve jelatinizasyon

sınırlanmaktadır (49). Jelatinize nişasta enzimatik bozulmaya karşı hassastır. Jelatinizasyon ince bağırsakta sindirim ve emilime yardımcı olur. Besinlerdeki nişasta, endojen enzimler (pankreatin ve amiloglukosidaz) tarafından enzimatik hidrolizi sırasında ince bağırsaktan geçiş hızına bağlı olarak hızlı sindirilebilir nişasta, yavaş sindirilebilir nişasta ve dirençli nişasta olmak üzere 3 şekilde sınıflandırılmaktadır (14,46).

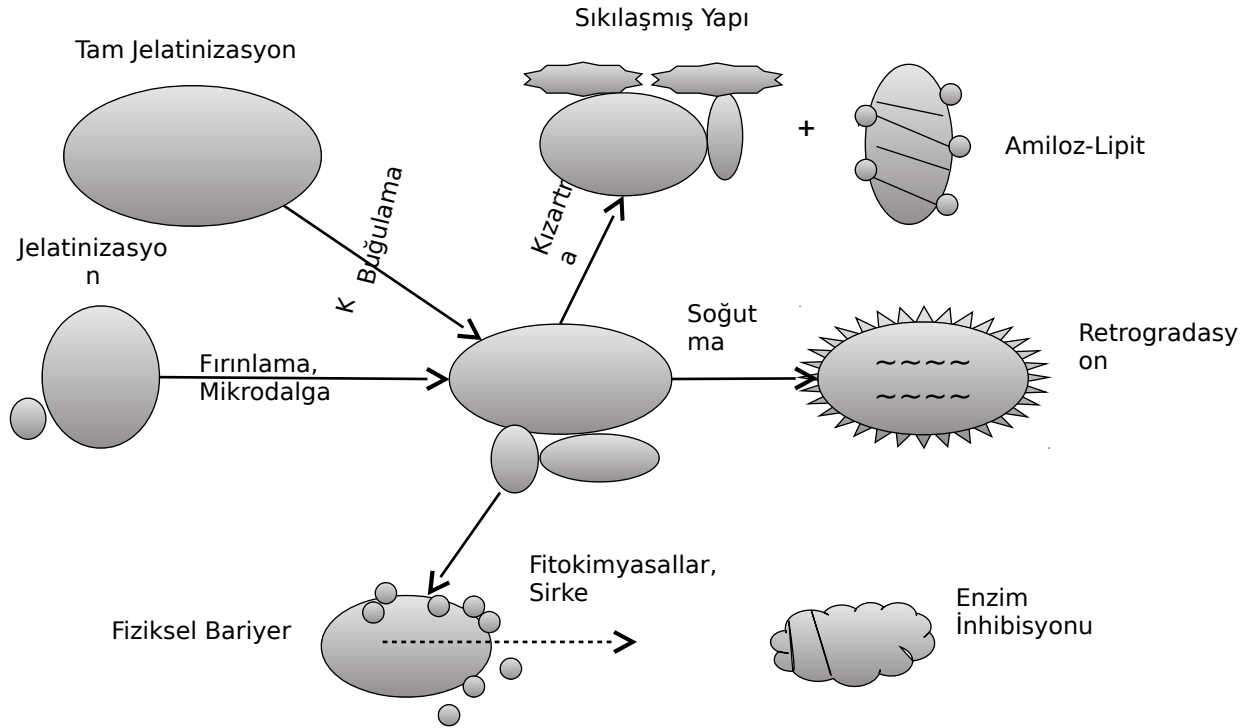
Pişirme yöntemi, pişirme derecesi, pişirmede suyun hacmi ve çiğ besinlerde başlangıç nem içeriği nişastanın jelatinleşme ölçüsünü belirler ve bu da doğrudan sindirilebilirlik ve glisemik yanıt ile ilişkilidir (18,30,36). Genel olarak ısı işlem uygulanmasının pişirme sırasında, jelatinleşme ve dirençli nişasta oluşumu gibi nişastanın modifikasyonu, nişastanın özelliklerini daha kolay ya da daha zor hidrolize olma yönünde değiştirmektedir. Ayrıca, pişirme işlemi sırasında besinin iç yapısında meydana gelen değişiklikler enzimlerin nişasta üzerine etkilerini zorlaştırabilir veya kolaylaştırabilir (50). Farklı pişirme yöntemlerinin nişastada meydana getirdiği değişiklikler ve enzimler üzerine etkileri şekil 1'de gösterilmiştir. (Şekil 1)

Farklı su ve pirinç oranları kullanılarak (2:1, 3:1, 4:1) elektrik ocağında pişirilen kahverengi pirinçlerin yapısal değişikliklerini inceleyen bir çalışmada, su pirinç oranı 2:1 olan pişirme ile diğer oranlarda pişirme yöntemleri karşılaştırıldığında, pirinçlerdeki sertlik, çignenebilirlik ve bütünlük önemli derecede yüksek, fakat jelatinleşme derecesi daha düşük bulunmuştur. Ayrıca farklı pişirme yöntemleri ve farklı su, pirinç oranı kullanılarak (elektrikli ocakta 3:1, mikrodalga fırında 4:1,

buharda pişirme 1:1,25) pirinçler pişirilmiş ve en düşük jelatinizasyon derecesinin buharda pişirme yönteminde olduğu gözlenmiştir (51). Başka bir çalışmada ise sadece beş dakika kaynatılan pirincin az şişkin ve tane yapıları bozulmamış olduğu gözlenirken (daha düşük Gİ), 15 dakika kaynatılmış tanelerin daha fazla şişmiş, yapılarının bozulmuş ve bölünmüş olduğu (daha yüksek Gİ) tespit edilmiştir (13).

Kızartma yöntemi ile gevrek yapıda kabuk oluşumu kızartılmış besinlerin en hoş giden özelliklerinden biridir. Besine yağın nüfuz etmesi ile ilişkili bu yapının oluşumu, ısıtılmış yağın sıcaklığı, kızartma süresi, kullanılan yöntem (derin yağda, az yağda, ev tipi/endüstriyel tip kızartma vb.), besinin ağırlığı ve yüzey

alanının kızartma yağının hacmine oranı, besinsel özellikler ve yağ kaynağı gibi pek çok faktörden etkilenmektedir (48). Kızartma esnasında, besinlerin iç kısmında bulunan hücreler içindeki su, nişastanın tam jelatinleşmesine yol açmakta; yüzeyde ise, yüksek sıcaklık, amiloz-lipit kompleksi (dirençli nişasta) oluşmasına neden olmaktadır. Ayrıca, hücre içindeki suyun hızlı bir şekilde buharlaştığı ve hücre dehidratasyonunun gerçekleştiği kızarmış yüzeyin, enzimler ve nişasta arasındaki reaksiyon için bir engel olabileceği bildirilmektedir. Bunun aksine, kaynatma işlemi sırasında besinin hücre yapısının bozulması ve hücre içi nişastanın tamamen jelatinize olması, nişastanın sindirimini kolaylaştırmaktadır (50,52).



Şekil 1: Farklı pişirme yöntemlerinin nişastada meydana getirdiği değişiklikler ve enzimler üzerine etkileri

Fırınlama işlemi ve derin yağda kızartma işleminin, besinin su kullanılabilirliğini sınırlandırdığı ve bu nedenle kızartılmış ve fırında pişirilmiş patatesin, çığ ve haşlanmış patates ile karşılaştırıldığında toplam nişasta miktarının daha az olduğu belirtilmekte, dirençli nişasta miktarının da kızartma işleminden hemen sonra azaldığı ancak besinin soğuması esnasında retrogradasyona uğraması nedeniyle artış gösterdiği bildirilmektedir (14,48). Nicel olarak, çığ patateste, jelatinleşme derecesi arttıkça dirençli nişasta miktarı azalmaktadır. Kaynatma işlemi sırasında yeterli su varlığında nişastanın tam jelleştinasyonu ile dirençli nişasta miktarı azalarak sindirilebilirliği artmaktadır. Ezilmiş ve haşlanmış patates; kızartılmış, mikro dalga fırında veya geleneksel yöntemle fırınlanmış patatesten, jelatinleşme derecesinin etkileri nedeniyle daha yüksek Gİ değerine sahiptir (50).

Yapılan bir çalışmada kaynatma, mikrodalga, fırında pişirme ve derin yağda kızartma sonrası patateste dirençli nişasta içeriğinin sırasıyla; 2,9%, 7,3%, 6,2% ve 9,1% olduğu saptanmıştır (53). Farklı pişirme yöntemleri kullanılarak pişirilen patateslerde yapılan başka bir çalışmada, dirençli nişasta içeriğinin haşlanmış patateste %1,2, kızartılmış patateste %6,6 olarak tespit edilmiştir. Gİ değerlerinin ise haşlanmış patateste 99,6, ezilmiş patateste 107,5 bulunurken, fırınlanmış patateste bu değer 67,8, cipsler için 74,3 ve kızartılmış patateste 56,6 olarak saptanmıştır. Patatesin dirençli nişasta içeriği arttıkça Gİ değerinde azalma olduğu belirtilmektedir (52). Soh ve ark. (42) yaptığı bir çalışmada, pontiac cinsi patatesin farklı pişirme yöntemleri ile pişirilmesi sonrası Gİ değerleri, haşlanmış patateste 88,

mikrodalgada 91, fırın patateste 93 bulunurken, konserve haline getirilmiş patatesin mikrodalga ile pişirilmesi sonucu Gİ değeri 65 olarak bulunmuştur. Çalışmada, haşlanmış patatesin püre haline getirilip tüketilmesi ile Gİ değerinin arttığı belirtilmiştir.

Farklı pirinç çeşitlerinin pişirilmesi ile Gİ ve insülin yanıtını incelemek amacıyla 19-35 yaşları arasında, normal BKİ değerlerine sahip 8 sağlıklı gönüllü üzerinde yapılan bir çalışmada, pişirme işlemi ile besinin Gİ değerinin arttığı ve bu artışın insülin yanıtını da artırdığı belirlenmiştir (25). Bu çalışmaya benzer olarak Hindistan ve Pakistan'dan alınan Basmati cinsi pirinç çeşidinde farklı pişirme yöntemlerinin etkilerinin incelendiği bir çalışmada Basmati pirincinin hem mikrodalga hem de pirinç ocağında pişirilmesinden sonra Gİ sınıflaması orta (Gİ değerleri mikrodalgada 56±12, pirinç ocağında 64±12), Hindistan'dan alınan pirinç örneğinde, her iki pişirme yöntemiyle de Gİ düşük (Gİ değerleri mikrodalgada 43±28, pirinç ocağında 54±8) bulunmuştur. Çalışmada Gİ değerleri arttıkça GY'nin de arttığı saptanmıştır. Ayrıca Pakistan'dan alınan pirinç çeşitlerinde pirinç ocağı ile pişirilme sonrası tüketimden 45 dk sonra en yüksek kan glikozu gözlenirken, mikrodalga ile pişirilme sonrası tüketimde en yüksek kan glikozu 30. dk'da gözlenmiştir. Hindistan'dan alınan pirinç örneklerinde her iki pişirme yöntemi sonrası en yüksek kan glikoz seviyesi 30. dk'da görülmüştür (54). Ranawana ve ark. (39) yaptıkları bir çalışmada, 10 dakika pişirilen beyaz basmati pirincinin Gİ değeri düşük, 25 dakika pişirilen kahverengi ve beyaz basmati pirincinin Gİ değeri ise daha yüksek bulunmuştur.

10. Pişirme Sonrası Soğutma ve Depolama

Piştirilmiş yiyecekler, tüketimden önce daha düşük bir sıcaklıkta depolanabilmektedir. Isıl işlemler sonrası depolanan besinlerdeki nişastanın sindirilebilirliği depolama sıcaklığından önemli ölçüde etkilenir (55). Soğutma ve depolama sırasında meydana gelen retrogradasyon, dirençli nişasta içeriğini artırmakta ve pişmiş besinin Gİ değerinin azalmasına neden olmaktadır (11,28). Pişirme sırasında amiloz ile amilopektin moleküllerinin oluşturduğu jel yapı soğudukça yavaş yavaş bozularak orijinal nişastadan farklı yarı kristalize yapıya dönüşmekte ve viskozitede artış olmaktadır. En yüksek kristalleşme oranları 4°C'de gözlenmektedir (56). Soğutma ve depolama sırasında, polimer ve su arasındaki fazın ayrılması (sinerezis) su kaybında artışla büzülmeye neden olmaktadır (35,36). Kısa süreli depolamada amiloz retrogradasyona uğrarken, amilopektinin yan zincirlerinin yeniden kristalleşmesi çok daha yavaş meydana gelmektedir. Amiloz molekülleri, amilopektin moleküllerinden daha kısa sürede retrogradasyona uğramaktadır (22,41). İşlenmiş besinlerde amilozun retrogradasyonu, yapışkanlık, su çekme yeteneği ve sindirilme ile ilgili özelliklere olumlu katkıda bulunurken, amilopektinin retrogradasyonu ise muhtemelen ekmek ve pastacılık ürünlerinin bayatlamasının önemli bir belirleyicisidir (35). Tekrarlayan ısıtma ve soğutma işlemi, giderek daha dirençli nişasta oluşumuna neden olmakta, sindirimi ve emilimi geciktirmekte ve glisemik yanıt azalmaktadır (12,22).

Yapılan bir çalışmada, sıcak kırmızı patates (Gİ:89) tüketiminin, soğuk kırmızı patates (Gİ:56) tüketimine göre %40 oranında daha fazla kan glikozunu yükselttiği gösterilmiş ve piştirilmiş, dondurulmuş ve tüketilmeden önce ısıtılmış, patates kızartmasının pişirildikten hemen sonra tüketilene göre daha az Gİ değeri olduğu bulunmuştur (27). Başka bir çalışmada, pişirildikten sonra hemen tüketilen, fırında pişirilen (Gİ:72) ve fırında kızartılan (Gİ:73) beyaz patateslerin Gİ değerleri, önceden pişirilen ve ısıtılan patateslerden (Gİ:59–64) daha fazla olduğu saptanmıştır. Çalışmada tüketimden önce patateslerin pişirilmesi ve tekrar ısıtılmasının, pişirildikten hemen sonra tüketilmesine kıyasla daha düşük bir glisemik yanıtına neden olduğu sonucuna varılmıştır (14). Depolamanın nişasta yapısına etkisini inceleyen bir çalışmada, haşlanmış patatesin 4°C'de 24 saat depolanmasından sonra, dirençli nişasta içeriği %1,2'den %4,6'ya ve kızarmış patatesin ise aynı derece ve sürede depolandıktan sonra dirençli nişasta içeriği %1,2'den %5,2'ye yükseldiği gözlenmiştir (28). Benzer olarak başka bir çalışmada haşlanmış patateste Gİ değeri 104 iken soğutulduktan sonra bu değer 76'ya düştüğü bulunmuştur. Aynı çalışmada fırında pişirilen patatesin Gİ değeri 95 bulunurken, patatesin soğutulup tekrar ısıtılması ile Gİ değeri 73 olarak saptanmıştır (57). Yapılan çalışmalarda, dirençli nişastanın içeriğin artması nedeniyle soğutma işleminin, pişirme yöntemine bakılmaksızın patatesin Gİ değerini önemli derece düşürdüğü ortaya konulmuştur. Pişmiş besinlere uygulanan soğutma işlemlerinin Gİ'nin azaltılmasında etken olduğu bildirilmektedir (11,27,28).

SONUÇ

Günlük alınan enerjinin yaklaşık yarısının karbonhidratlardan karşılanması ve karbonhidratların GI'sinin ana belirleyicisi olması nedeniyle, diyetle alınan karbonhidratların sağlık açısından önemi artmaktadır. Besinlerin GI değerleri besinin yapısı ve içeriğine, pişirme öncesi, pişirme sırası ve sonrası besinlere uygulanan işlemlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Besinlerin pişirmeye hazırlanmasında uygulanan ön işlemler besinlerin parça büyüklüğünü azaltarak nişastanın sindirilmesini kolaylaştırıp GI'yi etkilemektedir. Pişirme sonrası besinlerin düşük sıcaklıkla depolanması, soğutulmuş besinin yeniden ısıtılması ve ardından tekrarlayan soğutma ve ısıtma işlemleri daha fazla dirençli nişasta oluşumu ile sonuçlanır. Farklı pişirme yöntemlerinde ise, besinleri pişirme derecesi, pişirmede kullanılan su hacmi de farklı olacağından, besinlerdeki nişastanın sindirimi sonucu oluşan glisemik yanıt da farklı olacaktır. Kızartma yöntemi ile pişirilen besinlerin GI değerleri her ne kadar düşük olsa da fırınlama veya haşlama gibi sağlıklı pişirme yöntemlerine göre tercih edilmemeli, diyet önerilerinde bulunurken sağlıklı beslenmenin önemi vurgulanmalıdır. Haşlanmış patates gibi yüksek GI değerine sahip besinlerin GI'sini düşürmek için besinlerin soğuk tüketilmesi veya sirke, limon gibi lezzet vericilerin ilavesi ile salata şeklinde tüketimi GI'nin düşmesine yardımcı olacaktır. Ayrıca tam tahıllı ürünlerin ve baklagillerin tüketimini artırmak, ekmeğin yapımında ekşi maya kullanmak gibi basit diyet müdahaleleri GI'yi düşürmede etkilidir. Sonuç olarak

besinleri hazırlama, pişirme ve tüketim öncesi uygulanacak yöntemler ile besinlerin GI'si önemli ölçüde değişebilmektedir.

KAYNAKLAR

1. U.S. Department of Health and Human Services and U.S. Department of Agriculture. 2015–2020 Dietary Guidelines for Americans. 8th Edition. December 2015. Date: 16.02.2017. Available: <http://health.gov/dietaryguidelines/2015/guidelines/>.
2. National Health and Medical Research Council (2013) Australian Dietary Guidelines. Canberra:National Health and Medical Research Council. Date: 16.02.2017. Available: https://www.nhmrc.gov.au/files_nhmrc/file/publications/n55_australian_dietary_guidelines_0.pdf.
3. Türkiye Beslenme Rehberi TÜBER 2015, T.C. Sağlık Bakanlığı Yayın No: 1031, Ankara 2016. Erişim: https://okulsagligi.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2017_01/27102535_TYrkiye_Beslenme_Rehberi.pdf. (5.12.2017)
4. Levitan EB, Cook NR, Stampfer MJ, Ridker PM, Rexrode KM, Buring JE. et al. Dietary glycemic index, dietary glycemic load, blood lipids, and C-reactive protein. *Metabolism*. 2008; 57(3):437-443.
5. Levis SP, McGowan CA, McAuliffe FM. Methodology for adding and amending glycaemic index values to a nutrition analysis package. *Br. J. Nutr.* 2011; 105(8):1117-1132.
6. Kirpitch AR, Maryniuk MD. The 3 R's of glycemic index: recommendations, research, and the real world. *Clin. Diabetes*. 2011; 29(4):155-159.
7. Sieri S, Krogh V, Agnoli C, Ricceri F, Palli D, Masala G. et al. Dietary glycemic index and glycemic load and risk of colorectal cancer: results from the EPIC-Italy study. *Int. J. Cancer*. 2015; 136(12):2923-2931.
8. Ashwar BA, Gani A, Shah A, Wani IA, Masoodi FA. Preparation, health benefits and applications of resistant starch—A review. *Starch-Starke*. 2016; 68:287-301.
9. Frost G, Dornhorst A. Glycemic Index. In: Caballero B. editor. *Encyclopedia of Human*

- Nutrition, Third Edition, published by Academic Press, Waltham 2013 p:393-398.
10. Memis E, Sanlier N. Glisemik İndeks ve Sağlık İlişkisi. Gazi Üniversitesi Endüstriyel Sanatlar Eğitim Fakültesi Dergisi. 2009; 24:17-27.
 11. Ek KL, Brand-Miller J, Copeland L. Glycemic effect of potatoes. *Food. Chem.* 2012; 133:1230-1240.
 12. Pi-Sunyer FX. Glycemic index and disease. *Am. J. Clin. Nutr.* 2002; 76:290-298.
 13. Kaur B, Ranawana V, Henry J. The glycemic index of rice and rice products: a review, and table of GI values. *Crit. Rev. Food. Sci. Nutr.* 2016; 56(2):215-236.
 14. Nayak B, Berrios JDJ, Tang J. Impact of food processing on the glycemic index (GI) of potato products. *Food. Res. Int.* 2014; 56:35-46.
 15. Jenkins DJ, Wolever TM, Taylor RH, Barker H, Fielden H, Baldwin JM. et al., Glycemic index of foods: a physiological basis for carbohydrate exchange. *Am. J. Clin. Nutr.*, 1981; 34(3):362-366.
 16. Scazzina F, Siebenhandl-Ehn S, Pellegrini N. The effect of dietary fibre on reducing the glycaemic index of bread. *Br. J. Nutr.* 2013; 109(7):1163-1174.
 17. Augustin LS, Kendall CW, Jenkins DJ, Willett WC, Astrup A, Barclay AW. et al. Glycemic index, glycemic load and glycemic response: An International Scientific Consensus Summit from the International Carbohydrate Quality Consortium (ICQC). *Nutr. Metab. Cardiovasc. Dis.* 2015; 25(9):795-815.
 18. Raigond P, Ezekiel R, Raigond B. Resistant starch in food: a review. *J. Sci. Food Agric.* 2015; 95(10):1968-1978.
 19. Jenkins DJ, Kendall CW, Augustin LS, Franceschi S, Hamidi M, Marchie A. et al. Glycemic index: overview of implications in health and disease. *Am. J. Clin. Nutr.* 2002; 76(1):266S-273S.
 20. Opperman AM, Venter CS, Oosthuizen W, Thompson RL, Vorster HH. Metaanalysis of the health effects of using the glycaemic index in meal-planning. *Br. J. Nutr.* 2004; 92(3):367-381.
 21. McGill CR, Kurilich AC, Davignon J. The role of potatoes and potato components in cardiometabolic health: a review. *Ann. Med.* 2013; 45(7):467-473.
 22. Boers HM, ten Hoorn JS, Mela DJ. A systematic review of the influence of rice characteristics and processing methods on postprandial glycaemic and insulinaemic responses. *Br. J. Nutr.* 2015; 114(7):1035-1045.
 23. Foster-Powell K, Holt SH, Brand-Miller JC. International table of glycemic index and glycemic load values: 2002. *Am. J. Clin. Nutr.* 2002; 76(1):5-56.
 24. Shobana S, Kokila A, Lakshmipriya N, Subhashini S, Ramya Bai M, Mohan V. et al. Glycaemic index of three Indian rice varieties. *Int. J. Food. Sci. Nutr.* 2012; 63(2):178-183.
 25. Miller JB, Pang E, Bramall L. Rice: a high or low glycemic index food? *Am. J. Clin. Nutr.* 1992; 56(6):1034-1036.
 26. Atkinson FS, Foster-Powell K, Brand-Miller JC. International tables of glycemic index and glycemic load values: 2008. *Diabetes Care.* 2008; 31(12):2281-2283.
 27. Fernandes G, Velangi A, Wolever TM. Glycemic index of potatoes commonly consumed in North America. *J. Am. Diet. Assoc.* 2005; 105(4):557-562.
 28. Monro J, Mishra S, Blandford E, Anderson J, Genet R. Potato genotype differences in nutritionally distinct starch fractions after cooking, and cooking plus storing cool. *J. Food. Comp. Anal.* 2009; 22:539-545.
 29. Aune D, Chan DS, Lau R, Vieira R, Greenwood DC, Kampman E. et al. Carbohydrates, glycemic index, glycemic load, and colorectal cancer risk: a systematic review and meta-analysis of cohort studies. *Cancer. Causes. Control.* 2011; 23(4):521-535.
 30. Miao M, Jiang B, Cui SW, Zhang T, Jin Z. Slowly digestible starch--a review. *Crit. Rev. Food. Sci. Nutr.* 2015; 55(12):1642-1657.
 31. Russell WR, Baka A, Bjorck I, Delzenne N, Gao D, Griffiths HR. et al. Impact of Diet Composition on Blood Glucose Regulation. *Crit. Rev. Food. Sci. Nutr.* 2016; 56(4):541-590.
 32. Mudgil D, Barak S. Composition, properties and health benefits of indigestible carbohydrate polymers as dietary fiber: A review. *Int. J. Biol. Macromol.* 2013; 61:1-6.
 33. Liatis S, Grammatikou S, Pouliou KA, Perrea D, Makrilakis K, Diakoumopoulou E. et al. Vinegar reduces postprandial hyperglycaemia in patients with type II

- diabetes when added to a high, but not to a low, glycaemic index meal. *Eur. J. Clin. Nutr.* 2010; 64(7):727-732.
34. Lehmann U, Robin F. Slowly digestible starch—its structure and health implications: a review. *Trends. Food. Sci. Technol.* 2007; 18:346-355.
 35. Wang S, Copeland L. Molecular disassembly of starch granules during gelatinization and its effect on starch digestibility: a review. *Food. Funct.* 2013; 4(11):1564-1580.
 36. Ai Y, Jane JJ. Starch: Structure, Property, and Determination. In: Caballero B, Finglas PM, Toldra F. editors. *Encyclopedia of Food and Health*, published by Academic Press, Oxford, 2016 p:165-174.
 37. Lau E, Zhou W, Henry CJ. Effect of fat type in baked bread on amylose-lipid complex formation and glycaemic response. *Br. J. Nutr.* 2016; 115(12):2122-2129.
 38. Van Boekel M, Fogliano V, Pellegrini N, Stanton C, Scholz G, Lalljie S. et al. A review on the beneficial aspects of food processing. *Mol. Nutr. Food. Res.* 2010; 54(9):1215-1247.
 39. Ranawana D, Henry C, Lightowler H, Wang D. Glycaemic index of some commercially available rice and rice products in Great Britain. *Int. J. Food. Sci. Nutr.* 2009; 60:99-110.
 40. Chung HJ, Shin DH, Lim ST. In vitro starch digestibility and estimated glycemic index of chemically modified corn starches. *Food. Res. Int.* 2008; 41:579-585.
 41. Lynch D, Liu Q, Tarn T, Bizimungu B, Chen Q, Harris P. et al. Glycemic index—a review and implications for the potato industry. *Am. J. Potato. Res.* 2007; 84:179-190.
 42. Soh N, Brand-Miller J. The glycaemic index of potatoes: the effect of variety, cooking method and maturity. *Eur. J. Clin. Nutr.* 1999; 53(4):249-254.
 43. Han JA, Lim ST. Effect of Presoaking on Textural, Thermal, and Digestive Properties of Cooked Brown Rice. *Cereal. Chem.* 2009; 86(1):100-105.
 44. Pathiraje P, Madhujith W, Chandrasekara A, Nissanka S. The effect of rice variety and parboiling on in vivo glycemic response. *Trop. Agric. Res.* 2011; 22(1):26-33.
 45. Kale S, Jha S, Jha G, Sinha J, Lal S. Soaking induced changes in chemical composition, glycemic index and starch characteristics of basmati rice. *Rice. Sci.* 2015; 22(5):227-236.
 46. Chang UJ, Hong YH, Jung EY, Suh H. Rice and the glycemic index. In: Watson RR, Preedy V, Zibadi S. editors. *Wheat and Rice in Disease Prevention and Health: Benefits, risks and mechanisms of whole grains in health promotion*, published by Academic Press, Oxford, 2014 p:357.
 47. Lin MHA, Wu MC, Lu S, Lin J. Glycemic index, glycemic load and insulinemic index of Chinese starchy foods. *World. J. Gastroenterol.* 2010; 16(39):4973-4979.
 48. Goni I, Bravo L, Larrauri JA, Calixto FS. Resistant starch in potatoes deep-fried in olive oil. *Food. Chem.* 1997; 59:269-272.
 49. Tester RF, Debon SJJ. Annealing of starch — a review. *Int. J. Biol. Macromol.* 2000; 27(1):1-12.
 50. Tian J, Chen J, Ye X, Chen S. Health benefits of the potato affected by domestic cooking: A review. *Food. Chem.* 2016; 202:165-175.
 51. Daomukda N, Moongngarm A, Payakapol L, Noisuwan A. Effect of cooking methods on physicochemical properties of brown rice. In: 2nd international conference on environmental science and technology (IPCBE), published by IACSIT Press, Singapore, 2011 p:V1-1- V1-4.
 52. Garcia-Alonso A, Goni I. Effect of processing on potato starch: in vitro availability and glycaemic index. *Food/Nahrung.* 2000; 44(1):19-22.
 53. Thed S, Phillips R. Changes of dietary fiber and starch composition of processed potato products during domestic cooking. *Food. Chem.* 1995; 52:301-304.
 54. Gunathilaka M, Ekanayake S. Effect of different cooking methods on glycaemic index of Indian and Pakistani basmati rice varieties. *Ceylon. Med. J.* 2015; 60(2):57-61.
 55. Niba LL. Processing effects on susceptibility of starch to digestion in some dietary starch sources. *Int. J. Food. Sci. Nutr.* 2003; 54(1):97-109.
 56. Kaur L, Singh J. Starch: Modified Starches. In: Caballero B, Finglas PM, Toldra F. editors. *Encyclopedia of Food and Health*, published by Academic Press, Oxford, 2016 p:152-159.
 57. Tahvonen R, Hietanen R, Sihvonen J, Salminen E. Influence of different

processing methods on the glycemic index

of potato (Nicola). *J. Food. Comp. Anal.*
2006; 19:372- 378.