

Lektin paradoksuna güncel bir bakış açısı

Elif Rabia Bakaç¹ , Başak Öney¹ 

¹ Bezm-i Alem Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, İstanbul, Türkiye

Öz

Diyet lektinleri baklagiller, mantarlar, sebzeler ve meyvelerde doğal olarak bulunan ve karbonhidratlara bağlanabilen proteinlerdir. Birçok bitkisel kaynaktan bulunan bu proteinler, antikanser antiviral ve antibakteriyel etkilere sahiptir ve bu bileşiklerin terapötik potansiyelini oluşturur. Özellikle kanser hücrelerinde apoptozu indüklemeye, bağışıklık sistemini düzenleme ve glikozilasyon farklılıklarını hedefleme özellikleri nedeniyle kanser tedavisinde umut vadeden bir faktör olarak düşünülebilirler. Ancak lektinlerin aşırı tüketimi toksik etkilere yol açabilir. Çiğ baklagiller ve buğday tohumu gibi kaynaklarda bulunan lektinler bağırsak geçirgenliğini artırabilir, mikrovillus yapılarına zarar verebilir, besin emilimini engelleyebilir ve malabsorpsiyona neden olabilir. Ancak bu bileşiklerin pişirme, fermentasyon ve filizlendirme gibi uygulamalarla besinlerde azaltılabileceği belirtilmiştir. Çalışmalar baklagilden zengin beslenmenin insülin duyarlılığını ve vücut ağırlığı kaybını artırdığını göstermektedir. Bu diyetler lektinlerin potansiyel zararlarını azaltmayı amaçlasa da besin eksikliği, erişilebilirlik ve sürdürülebilirlik gibi zorluklar da sunarlar. Bu derlemenin amacı, diyet lektinlerinin gastrointestinal sağlık, metabolik hastalıklar ve kanserle ilişkili biyolojik etkilerini güncel literatür ışığında değerlendirmek ve lektinlerin potansiyel yararları ile olası riskleri arasındaki çelişkileri beslenme ve diyetetik perspektifinden ele almaktır.

Anahtar Sözcükler: Diyet lektinleri, lektinler, lektinsiz diyet, toksik etki

A current perspective on the lectin paradox

Abstract

Dietary lectins are proteins naturally found in legumes, mushrooms, vegetables, and fruits and can bind to carbohydrates. These proteins, found in many plant sources, have anti-cancer, anti-viral, and anti-bacterial properties and constitute the therapeutic potential of these compounds. They can be considered a promising tool in cancer treatment, especially due to their properties of inducing apoptosis in cancer cells, regulating the immune system, and targeting glycosylation differences. On the other hand, excessive consumption of lectins can lead to toxic effects. Lectins found in sources such as raw legumes and wheat germ can increase intestinal permeability, damage microvilli structures, prevent the absorption of nutrients, and cause malabsorption. However, it has been stated that these compounds can be reduced in foods with applications such as cooking, fermentation, and sprouting. Studies show that legume-based diets increase insulin sensitivity and weight loss. In addition, new nutritional approaches such as lectin-free diets are ongoing. Although these diets aim to reduce the potential harms of lectins, they also present challenges such as nutritional deprivation, accessibility, and sustainability. The aim of this review is to evaluate the biological effects of dietary lectins on gastrointestinal health, metabolic diseases, and cancer, and to discuss the contradictions between their potential benefits and possible risks from a nutrition and dietetics perspective.

Keywords: Dietary lectins, lectins, lectin-free diet, toxic effect

Bu makaleye atıf için; Bakaç ER, Öney B. Lektin paradoksuna güncel bir bakış açısı. ATLJM. 2026;6(1):52-61.

Sorumlu Yazar: Elif Rabia Bakaç

e-mail: elifr.bakac@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.54270/atljm.2026.109>

Gönderim Tarihi: 10.04.2025, **Kabul Tarihi:** 20.02.2026

Giriş

Lektinler, hücre membranındaki serbest karbonhidratlara veya glikokonjugatlara seçici ve spesifik olarak bağlanabilen proteinler veya glikoproteinler olarak tanımlanmaktadır. Hayvan, alg, bakteri, mantar ve bitki kökenli olmak üzere farklı gruplara ayrılırlar (1, 2). "Lektin" terimi, karbonhidratlara seçici olarak bağlanma özelliğini yansıtmak için Latince "seçmek" anlamına gelen "legere" kelimesinden türemiştir. Bu kavramın tarihsel temeli 1888 yılında Peter Hermann Stillmark tarafından doktora tezinde hemaglütinin terimini tanımlamasıyla başlamıştır (3-5).

"Ricin" olarak bilinen bir tür hemaglütinin olan *Ricinus communis agglutinin*, toksik etkileriyle bilinmesine rağmen kırmızı kan hücrelerini aglutine edebilen ilk bitki lektini olarak sınıflandırılmıştır. Bu da "aglutinin" teriminin ortaya çıkmasına yol açmıştır (4). Karbonhidratlarla çoklu etkileşim bölgelerine sahip spesifik enzimler olan lektinler, glikokonjugatları çökeltebilir veya aglutine edebilir.(6) Bu yapılar hücre aglutinasyonuna neden olabildikleri için "aglutinin" olarak da adlandırılırlar (7).

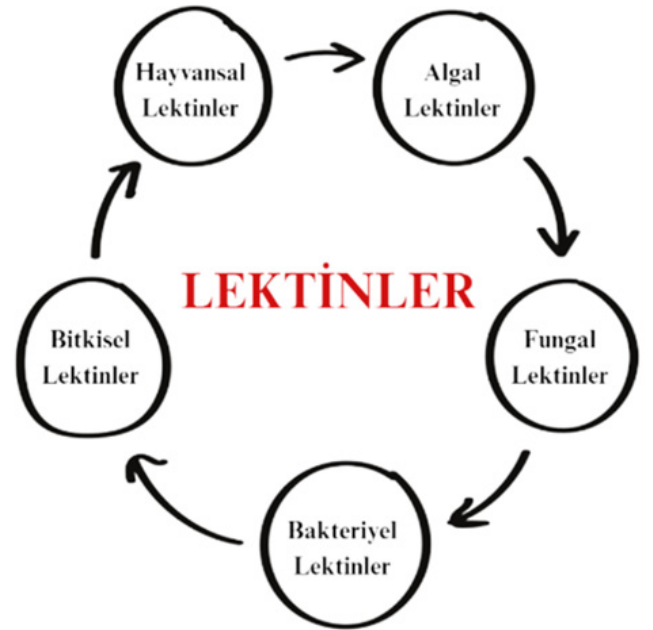
Boyd, 1945 yılında bazı lektinlerin kan gruplarına özgü olduğunu keşfetmiştir. İnsan ve hayvan eritrositlerini aglutine etme yeteneği, lektin aktivitesini belirlemek için en etkili yöntemlerden biri olarak kabul edilmektedir. Günümüzde, belirli şeker türlerine özgü kırmızı kan hücrelerini aglutine edebilen proteinler "lektin" olarak, şeker özgüllüğü belirlenemediğinde "hemaglütinin" olarak adlandırılmaktadır (8).

Boyd'un çalışmalarından bu yana lektinlerin bitki ve hayvanlarda, özellikle balık, kabuklu deniz ürünleri ve yenilebilir tahıl, fasulye ve kabuklu yemişlerde varlığı kabul edilmekte ve bu bileşiklerin yapı ve özelliklerinin kökenlerine göre değiştiği bilinmektedir (9).

Bu derlemenin amacı, diyetle alınan lektinlerin biyolojik etkilerini, gastrointestinal sağlık, metabolik hastalıklar, otoimmün/inflamatuvar süreçler ve kanser ile ilişkileri bağlamında güncel literatür ışığında bütüncül bir yaklaşımla değerlendirmektir. Ayrıca, lektinlerin potansiyel toksik etkileri ile terapötik ve koruyucu özellikleri arasındaki çelişkilerin ortaya konulması, lektinsiz diyet gibi güncel beslenme yaklaşımlarının bilimsel temellerinin sorgulanması ve beslenme-diyetetik alanında kanıta dayalı bir perspektif sunulması hedeflenmiştir.

Diyet lektinleri

Lektinler birçok gıdada farklı miktarlarda doğal olarak bulunmaktadır. Kökenlerine göre algal lektinler, fungal lektinler, bakteriyel lektinler, hayvansal lektinler ve bitkisel lektinler olarak gruplandırılabilirler (1). Domates, patates, fasulye, bezelye, havuç, soya fasulyesi, kiraz, böğürtlen, buğday tohumu, pirinç, mısır, sarımsak, yer fıstığı, mantar, avokado, pancar, pırasa, lahana, maydanoz, baharatlar ve fındık gibi bitkisel gıdalarda ve baklagillerde de bulunurlar (10). Tahıllar, baklagiller, meyveler ve yumrular gibi bitki bazlı gıdalar genellikle lektin seviyeleri yüksektir. Özellikle baklagil tohumlarının toplam protein içeriğinin yaklaşık %0,1'i ile %5'i arasında lektin içerdiği bilinmektedir (11).



Şekil 1.

Bitki - baklagil lektinleri

Bitkilerden elde edilen baklagil lektinleri antikanser, antiviral, antibakteriyel, antifungal ve insektisidal etkiler gibi birçok biyolojik aktiviteye sahip olabilir (4). Son yıllarda *Vicia cinsi*, *Phaseolus vulgaris* (adi fasulye), *Glycine max* (soya fasulyesi), *Pisum sativum* (bezelye), *Lens culinaris* (mercimek), *Vicia faba*, *Lathyrus odoratus* ve *Erythrina cinsinin* bazı türlerinden izole edilen baklagil lektinleri ayrıntılı olarak çalışılmıştır (12). Baklagil lektinleri, karbonhidratları seçici olarak bağlama yetenekleri nedeniyle biyokimya ve glikobiyoloji alanlarında önemli bir yere sahiptir. Bu lektinler, karbonhidrat tanıma alanları (CRD'ler)

adı verilen özel bölgeler içerir. CRD'ler hem basit şekerleri (monosakkaritler) hem de daha karmaşık şeker yapılarını (oligosakkaritler ve glikoproteinler) bağlayabilirler (13). Lektinlerin bağlanma mekanizması, protein yapısındaki belirli amino asitlerin karbonhidrat molekülleriyle etkileşime girmesini sağlar. Bu CRD yapısı birbirine bitişik olmayan dört döngüden oluşur ve bu bölgeler arasındaki amino asit dizilerinde büyük çeşitlilik vardır. Bu çeşitlilik lektinlerin farklı şeker türlerine karşı özgülüğünü belirler (14).

Bazı lektinler sadece basit şekerlere değil, daha karmaşık yapılara da yüksek bağlanma afinitesi gösterebilir. Örneğin, di-, tri- ve tetra-sakkaritlere bağlanma afiniteleri monosakkaritlerden daha yüksektir. Bazı çalışmalar, baklagil lektinlerinin hayvansal kaynaklı glikanlara karşı özgülüğünün bitki savunmasında önemli bir rol oynadığını öne sürmüştür (15, 16).

Lektin-karbonhidrat etkileşimlerinin özgülüğünü daha iyi anlamak için modern tekniklerin kullanılması önerilmektedir. Örneğin, mikrodizi teknolojisi lektinlerin farklı karbonhidrat yapılarına bağlanma yeteneğini daha fazla araştırmak için kullanılabilir. Bu yaklaşımlar, yeni glikokonjugat türlerinin geliştirilmesine ve lektinlerin biyoteknolojik uygulamalarda daha geniş bir şekilde kullanılmasına olanak sağlayabilir (17).

Bu bağlamda, baklagil lektinlerinin bağlanma özelliklerinin anlaşılması hem biyolojik rollerinin hem de tarım, sağlık ve biyoteknolojideki potansiyel uygulamalarının ortaya çıkarılmasına yardımcı olabilir. Özellikle, bu lektinlerin terapötik ajanlar, teşhis araçları ve pestisitler olarak kullanımına ilişkin araştırmaların önemi artmaktadır (14).

Mantar lektinleri

Mantar toksikolojisi üzerine yapılan çalışmalar, mantarlardaki lektinlerin keşfedilmesine yol açmıştır. İlk mantar lektini Ford tarafından sinek mantarında keşfedilerek rapor edilmiş ve lektin aktivitesinin mantarların toksisitesi ile ilişkili olduğu bulunmuştur (18). Mantar tüketiminin önemli bir parçası olan kültür mantarı olarak da bilinen *Agaricus bisporus*, metabolitler ve biyolojik olarak aktif bileşikler (amino asitler, basit şekerler/sakkaritler, indoller, fenolik bileşikler, yağ asitleri) açısından oldukça zengindir, steroller, statinler, vitaminler, eser elementler ve mineraller), kompleks karbonhidratlar ve proteinlerin yanı sıra *Agaricus bisporus* lektini (ABL), fitohemaglutinin-A ve -B (sırasıyla PHA ve PHB) olarak adlandırılan iki lektin türünden oluşan yapıları çalışmalarıyla tespit edilmiştir (19).

Yenilebilir türler arasında, Çörek Mantarı olarak bilinen *Boletus edulis* ve Kanlıca Mantarı olarak bilinen *Lactarius deliciosus*, toksisite ve lektin aktivitesinin yenilebilirlikle bağlantısı olmadığını kanıtlamıştır (20, 21). Bilinen mantar lektinlerinden bazıları geniş bir sıcaklık direnci ve pH toleransı yelpazesi sergilemektedir. Yenilebilir bir mantar türü olan pirinç samanı mantarı olarak da bilinen *Volvariella volvacea*'dan izole edilen bir lektinin 80°C'ye kadar ve aşırı pH'larda stabil olduğu bildirilirken, yenmeyen bir tür olan reisi mantarı olarak da bilinen *Ganoderma capense*'den elde edilen bir lektinin 100°C'de bir saat boyunca kayda değer bir termal stabilite ve 4 ila 11 arasında geniş bir pH aralığı sergilediği bildirilmiştir (22, 23). Ayrıca, mantar lektinlerinin antiproliferatif, antitümör, mitojenik, hipotansif, vazorelaksatif, hemolitik, anti-HIV-1 ters transkriptaz inhibitör ve immünosupresif etkileri olduğu bilinmektedir (23).

Lektinlerin biyolojik etkileri

Lektinlerin biyolojik işlevleri tam olarak anlaşılamamış olsa da karbonhidratların taşınması ve depolanmasında rol oynayabilecekleri düşünülmektedir. Bazı lektinler, simbiyotik rizobakterilerin kök nodülleri oluşturması için bağlanma süreçlerinde etkili olabilir. Adezyon ve aglütinasyon mekanizmalarındaki benzersiz işlevleri nedeniyle lektinlerin mikroorganizmalar ve konakçılar arasındaki simbiyotik ve patojenik ilişkilerde önemli bir yere sahip olduğu düşünülmektedir. Mikrobiyal lektinler, mikroorganizmaların kolonize oldukları yüzeylere yapışmasını sağlayarak bu süreçte kritik bir rol oynayabilir. Örneğin, domates lektinlerinin mukozal hücrelere bağlandığı ve asitlere ve proteolitik enzimlere karşı dirençli olduğu bilinmektedir (6).

Lektinlerin insanlar üzerindeki zararlarına ilişkin çeşitli olumsuz etkiler bildirilmiştir. Özellikle çiğ barbunya tüketimi kitlesel gıda zehirlenmesine yol açabilirken, Meksika baklası tüketimi hemolitik anemi ve sarılık ile ilişkilendirilmiştir. Lektinlerin tüketimi, özellikle bulantı ve kusma gibi akut gastrointestinal semptomlara neden olabilir. İnce bağırsakta emilimden sorumlu epitel hücrelerinin luminal yüzeyine bağlanan lektinler, mikrovillus yapısında ciddi hasara yol açarak sindirim ve emilim süreçlerini bozar. Lektinler bağırsakta zararlı bakterilerin çoğalmasını teşvik edebilir. Ayrıca, protein ve karbonhidrat emilim süreçlerini olumsuz etkileyerek malabsorpsiyona neden olabilirler.

Protein malabsorbsiyonu sırasında, bağırsak lektinleri eritrositlere bağlanır ve enterokinaz enziminin üretimini engelleyen inflamatuvar bir süreci tetikler. Karbonhidrat malabsorbsiyonu durumunda, bağırsaktan glikoz alımı %50 oranında azalabilir. Buğday tohumu aglütinin ve diğer bazı lektinler hücrelerdeki insülin reseptörlerine bağlanarak glikoz metabolizmasını bozar ve metabolik dengesizliklere neden olur. Tahıllardaki yüksek lektin seviyeleri, insanlarda inflamatuvar bağırsak hastalığı ve çölyak hastalığı ile ilişkilendirilmiştir. Bu bulgular, lektinlerin gıda güvenliği ve sağlığı üzerindeki potansiyel etkilerinin daha kapsamlı bir şekilde incelenmesi gerektiğini göstermektedir (6).

Lektinlerin beslenme ve diyetetikteki önemi

Lektin içeren besinler

İşlenmemiş aktif lektinlerin tüketiminin sağlığa olumsuz etkileri olabileceği düşünülmektedir. Örneğin, fitohemaglütinin içeren çiğ veya az pişmiş barbunya fasulyesi, kırmızı kan hücresi agregasyonuna, sindirim bozukluğuna ve mineral emiliminin engellenmesine (ör. kalsiyum, demir, çinko) neden olabilir. Bu durum zamanla bağırsak sağlığını bozarak potansiyel olarak otoimmün ve enflamatuvar hastalıklara yol açabilir (24).

Çiğ barbunya fasulyesinden kaynaklanan gıda zehirlenmesi yaygındır ve bulantı, kusma, şişkinlik ve diyare gibi akut semptomlara neden olabilir. Yüksek konsantrasyonlardaki baklagil lektinlerinin ince bağırsak villuslarına zarar vererek besin sindirimini ve emilimini bozduğu gösterilmiştir (6, 25).

Bitki lektinlerinin toksik etkileri hem lokal hem de sistemiktir. Bağırsak epitel hücrelerine zarar verir, sindirimi ve emilimi engeller ve bağırsak mikrobiyotasını bozarlar. Concanavalin A (ConA) ve buğday tohumu aglütinin (WGA) gibi bazı lektinler, bağırsak hücrelerinde plazma membran onarımını bozarken, soya fasulyesi aglütinin (SBA) gibi diğerleri bozmaz, bu da lektinlerin karbonhidrat bağlama özelliğini vurgular (26).

Lektin toksisitesi konusunda halkın bilinçlendirilmemesi gıda zehirlenmesi salgınlarına yol açmıştır. Örneğin, 1980 yılında, pişmemiş veya kısmen pişmiş barbunya fasulyesi 43 kişide gıda zehirlenmesine neden olmuştur. 1981 tarihli bir BBC raporu, 880 kişiyi kapsayan 330 salgını belgelemiş ve yanlış tüketimden kaynaklanan risklerin önemini ortaya koymuştur (10).

Yüksek ve düşük lektin içeriğine sahip besinler

Lektinler fasulye, meyve, sebze, fındık, süt ürünleri ve tam tahıllar gibi birçok sağlıklı gıda grubunda bulunan proteinlerdir. Dr. Gundry'nin teorisine göre bitkiler lektinleri kendilerini

korumak için bir savunma mekanizması olarak kullanmaktadır ve bu onlar için faydalı olsa da lektinlerin insanlar için bazı sağlık sorunlarına neden olabileceği düşünülmektedir. Bu nedenle lektin bakımından zengin gıdalardan kaçınmanın ya da bu gıdalardan lektinleri çıkarmanın sağlık üzerinde olumlu etkileri olabileceği düşünülmektedir (27).

Güvenli kabul edilen ve lektinsiz diyet sürecinde kullanılmasına izin verilen gıdalar ile lektin içeren ve bu nedenle lektinsiz diyet uygulanırken kaçınılması gereken besinler Tablo 1'de gösterilmiştir (28).

Tablo 1. Dr. Gundry'nin Evet/Hayır Listesi

Kategoriler	İzin Verilenler	Kısıtlananlar
Sebzeler	Brokoli, Brüksel lahanası, ıspanak, su teresi, kırmızı ve yeşil lahana, karnabahar, Kimchi	Patates, Domates, Salatalık, Balkabağı, Kabak, Biber
Yeşil Yapraklar	Deniz Yosunu, Fesleğen, Tere, Maydanoz, Kırmızı ve Yeşil Marul, Pazi, Nane, Hardal, Mizuna, Hindiba, Bebek Yeşillikleri	-
Postbiyotik Destekleyici Sebzeler	Enginar, Kuşkonmaz, Pancar, Havuç (çiğ), Kereviz, Sarımsak, Soğan, Mantar, Enginar, Zencefil, Turp, Bamyas, Pancar yaprağı, Turp, Şalgam, Su kestanesi	-
Meyveler	Avokado (günde en fazla bir tane), Böğürtlen, Ahududu, Nar, Çilek, Kivi (kabuklu), Yabanmersini, Greyfurt, Mandalina, Şeftali, Papaya, Elma (kabuklu), Kayısı, Armut, Kiraz, Erik, Trabzon Hurması	Kavun, Goji berry
Polifenol Zengini Meyveler	Böğürtlen, Ahududu, Çilek, Yaban Mersini, Nar, Greyfurt, Mandalina, Kivi (kabuklu), Kiraz, Erik, Papaya, Şeftali, Kayısı, Guava, Maracuya	

Yağlar	Zeytinyağı, Hindistan cevizi yağı, MCT yağı, Avokado yağı, Ceviz yağı, Susam yağı (normal ve kavrulmuş), Pirinç kepeği yağı, Macadamia yağı, Çörek otu yağı, Kanola yağı (GDO'suz ve organik), Balık yağı (limon/portakal aromalı), Kırmızı palmye yağı, Perilla yağı	Mısır yağı, Soya yağı, Ayçiçek yağı, Pamuk tohumu yağı, Yer fıstığı yağı, Aspir yağı
Fındık ve Yağlı Tohumlar	Ceviz, Fındık, Macadamia fıstığı, Keten tohumu, Susam, Kestane, Kenevir tohumu, Pıkan cevizi, Brezilya fıstığı (sınırlı miktarda), Çam fıstığı, Badem, Fıstık ezmesi (şekerli), Yer fıstığı, Antep fıstığı, Pili fıstığı	Kabak çekirdeği, Ay çekirdeği, Badem kabuğu, Kaju fıstığı, Chia tohumu, Yer fıstığı
İşlenmiş Dirençli Nişastalar	Manyok, Yeşil muz, Yeşil mango, Jicama, Tatlı patates, Yabani pirinç, Baobab meyvesi, Glucomannan, Şalgam, Yuca, Kapari, Dirençli nişastalar, Hindistan cevizi gevreği, Darı, Sorgum, Taro kökü	Ekmek, Pirinç, Kraker, Kahvaltılık gevrekler, Patates cipsi, Tortilla, Beyaz pirinç (Amerikan hariç), Bezelye, Edamame
Deniz Ürünleri	Yabani somon, Sardalya, Hamsi, İstiridye, Karides (yabani), Midye, Alabalık, Deniz tarağı, Halibut, Yabani morina balığı, Tatlı su levreği, Hawaii balığı (mah mahi, ono, opah), Yengeç	Çiftlik balıkları, İşlenmiş deniz ürünleri
Et Ürünleri	Otlarla beslenen sığır eti, Bildircin, Kaz, Ördek, Devekuşu, Pastırmalı hindi, Omega-3 bakımından zengin yumurta (günde 4 adede kadar), Sülün, Domuz eti (insanca yetiştirilmiş), Geleneksel fermente soslar	İşlenmiş etler, Ticari tavuk, Standart domuz eti, Merada yetiştirilmeyen et ürünleri
Bitki Bazlı Proteinler	Kenevir proteini, Tofu Mercimek, Kenevir tofu	

Süt Ürünleri ve Alternatifleri	Keçi peyniri, Koyun yoğurdu, İsviçre ve Fransız eski peynirleri, Parmigiano-Reggiano, Keçi sütü kreması, Organik krema, Buffalo mozzarella, Fransız/İtalyan tereyağı	İnek sütü, Amerikan yoğurdu, Çoğu dondurma, Ricotta, Krem peynir, Süzme peynir, A1 süt ürünleri (keçi veya koyun dışında)
Tatlandırıcılar	Bal (yerel ve manuka, sınırlı), Stevia (SweetLeaf önerilir), Allulose, İnulin, Erythritol, Monk meyvesi, Xylitol, Yacon şurubu	Şeker, Mısır şurubu, Aspartam, Splenda, Diyet içecekler, NutraSweet, Agave
Çikolata ve Dondurma	Bitter çikolata (%72 ve üzeri), Hindistan cevizi sütlü dondurma, Rebel Creamery dondurması (tatları belirtilmiştir), Keto dondurmaları	Çoğu ticari dondurma, dondurulmuş yoğurt, yoğurt içeren dondurulmuş tatlılar
İçecekler	Kırmızı şarap (6 oz/gün), Şampanya (6 oz/gün), Kombucha (düşük şekerli), Yeşil çay, Kahve, Hidrojenli su, San Pellegrino	Gazlı içecekler, Diyet içecekler, Şekerli içecekler, Amerikan süt kefir
Baharatlar ve Soslar	Tuz (iyotlu), Miso, Hindistan cevizi aminosu, Avokado mayonezi, Sirke (elma sirkesi ve diğerleri), Tahin, Wasabi, Besin mayası, Hardal	Ketçap, Mayonez (standart), Soya sosu, Worcestershire sosu (glutensiz değilse), Acı pul biber

Lektinin olumsuz etkilerini azaltma yöntemleri

Lektinler gastrointestinal sistemde enzimatik sindirime dirençli olsalar da, yarattıkları anti-besin etkilerini azaltmak için pişirme, fermentasyon, filizlendirme gibi hazırlama teknik işlemleri uygulanabilir. Bu işlemler arasında ıslatma ve pişirme en sık tercih edilenlerdir. Islatma, otoklavlama ve kaynatma geri dönüşü olmayan lektin denatürasyonuna neden olur.

Dört saatlik bir ıslatma işlemi lektin seviyelerinde %0,11 ile %5,18 arasında bir düşüş sağlayabilmektedir (29). Pişirme, lektinleri yok etmek için ıslatmaya kıyasla daha etkili bir yöntemdir. 95°C'de 1 saat pişirilen baklagillerde lektin seviyeleri %93,77 ila %99,81 oranında azalmış ve bu önemli düşüş lektinlerin yapısal bozulmasına ve toksisitelerinin ortadan kaldırılmasına bağlanmıştır (30). Adeparusi ve arkadaşları, lima fasulyesinin 20 dakika boyunca otoklavlamasının tanenler hariç tüm antinutrientleri tamamen ortadan kaldırdığını bulmuştur. Fitohemaglutinin (PHA) oranı çok yüksek olan kırmızı ve beyaz barbunya fasulyesi, kaynatma ve pişirme sonrasında hemaglutinasyon aktivitesini tamamen kaybetmiştir. Ayrıca 72 saat süren fermentasyonun mercimekteki neredeyse tüm lektinleri yok ettiği gösterilmiştir (30).

Lektinlerin gastrointestinal sağlık üzerindeki etkileri

Lektinler, kaynaklarına ve miktarlarına bağlı olarak sistemik veya toksik etkilere sahip olabilen anti-besinsel faktörlerdir. Özellikle bitki ve baklagillerde bulunan lektinler, mide ve bağırsak enzimlerine karşı oldukça dirençlidir ve bu durum lektinlerin sindirim sistemi boyunca bozulmadan günlerce hayatta kalmasını sağlar (2).

Örneğin, çığ buğday ürünlerinde bol miktarda bulunan Buğday Tohumu Aglutinini (WGA) bağırsak lümenine bağlanarak bağırsak mukozasının bütünlüğünde değişikliklere neden olabilir, bağırsak hücrelerine zarar vererek geçirgenliği artırabilir ve bağırsak sağlığını olumsuz yönde etkileyebilir. Bağırsaktaki bakteri dengesini bozarak başta E. coli olmak üzere koliform bakterilerin aşırı üremesini tetikleyebilmektedir. Bu da artan toksin üretimi ile bağırsak sağlığının bozulmasına yol açmakta ve bağırsak epiteline yapışarak nötrofil ve makrofajlar üzerinde proinflamatuvar etkiler göstermekte ve bağışıklık tepkisini tetikleyebilmektedir. Ayrıca epitele bağlanan lektinler bağırsak bariyerini etkileyerek besinlerin sindirimini, emilimini ve metabolizmasını olumsuz yönde etkilemektedir. Ancak tüm bu etkilerin genetik yatkınlık gibi faktörlerle ilişkili olduğu da düşünülmektedir. Örneğin çölyak hastalığı olan bireylerde WGA'ya karşı antikor seviyeleri yüksek iken sağlıklı bireylerde böyle bir durum gözlenmemiştir. Ancak bazı çalışmalarda sağlıklı bireylerde tam tahıl tüketiminin yüksek lif içeriği nedeniyle bağırsak sağlığı üzerinde olumlu etkileri olduğu sonucuna ulaşılmıştır (31), (32), (10).

Bir diğer bitki lektini olan ve PHA olarak bilinen Phaseolus vulgaris aglutinin, kırmızı barbunyadan elde edilen bir bitki

lektinidir. PHA, özellikle bağırsak fırça sınırlarında bulunan sükras, maltaz, laktaz, enterokinaz, alkalın fosfataz ve aminopeptidaz enzimlerini inhibe ederek karbonhidratların ve lipidlerin sindirimini ve emilimini engelleyerek beslenme yetersizliklerine neden olabileceği düşünülmektedir (10).

Gastrointestinal sistem kanserleri ve lektinler

Gastrointestinal sistem kanserleri son zamanlarda en sık görülen kanser türleri arasındadır. Bitki lektinleri, kanser hücrelerindeki glikozilasyon farklılıklarını hedef alma kapasiteleri ile hem tanı hem de tedavide yeni bir faktör olarak değerlendirilmektedir.

Mide kanseri agresif bir kanser türüdür ve özellikle Helicobacter pylori enfeksiyonu ile ilişkilidir. Bitki lektinleri, bu enfeksiyonun tetiklediği glikozilasyon değişikliklerini tanıyarak hem erken teşhis hem de tedavide umut vaat etmektedir. Örneğin, Bauhinia purpurea lektini mide kanseri nüksü için potansiyel bir biyobelirteç olarak öne çıkmaktadır (33, 34).

Kolorektal kanser, küresel olarak en yaygın kanser türlerinden biridir. Ülseratif kolit, Crohn hastalığı ve prekanseröz polipler gibi inflamatuvar durumlarla ilişkili glikozilasyon değişiklikleri bitki lektinleri tarafından tanınabilir. Çalışmalar, Kore ökse otu ve Moringa oleifera'dan elde edilen lektinlerin apoptozu indüklediğini ve kolorektal kanser hücrelerinde tümör büyümesini baskıladığını göstermektedir (35)(36, 37).

Karaciğer kanserlerinin %90'ını oluşturan hepatoselüler karsinom (HCC), Hepatit B ve C, metabolik sendrom ve alkolizm gibi risk faktörleriyle ilişkili olduğu gösterilmiştir. Lens culinaris aglutinin gibi lektinler α 1-6 fruktoza bağlanarak HCC hücrelerini farklılaştırabileceği düşünülmektedir. Kore ökse otu, buğday tohumu ve Concanavalin A'dan elde edilen lektinler sitotoksik etkiler göstermiş, apoptozu tetiklemiş ve hayvan modellerinde tümör büyümesini inhibe etmiştir. Ayrıca, Momordica charantia'dan (acı kavun) elde edilen lektinler kemoterapi ile birleştirildiğinde tümör küçülmesini artırdığı gözlenmiştir (38-40)(41).

Pankreas kanseri, geç teşhis nedeniyle son derece düşük bir hayatta kalma oranına sahiptir. Buğday tohumu lektinleri (WGA), siyalik asit kalıntılarına bağlanarak DNA parçalanmasına neden olarak kanser hücrelerini seçici olarak hedeflemektedir. Benincasa hispida (kış kavunu) ve Datura innoxia (tüylü diken elması) lektinleri antiproliferatif etkiler göstermiştir (42).

Sonuç olarak, bitki lektinleri kanserle mücadelede hem teşhis hem de tedavi amaçlı kullanılabilecek doğal ve yenilikçi bir araç olarak dikkat çekmektedir. Kanser hücrelerinin spesifik glikan yapılarını hedef alma yetenekleri, lektinleri özellikle erken teşhiste etkili bir seçenek haline getirmektedir. Ancak bu umut verici sonuçların klinik uygulamalara dönüştürülmesi için daha fazla araştırmaya ve kapsamlı çalışmalara ihtiyaç vardır (35).

Lektinlerin kronik, otoimmün ve inflamatuvar hastalıklar ve bağışıklık sistemi ile ilişkisi

Spesifik karbonhidratlara bağlanan doğal proteinler olan lektinler, immunomodülatör etkilere sahiptir ve enflamasyonu düzenler. Patojenle ilişkili moleküler kalıpları (PAMP'ler) kalıp tanıma reseptörleri aracılığıyla tanıyarak adaptif bağışıklıkta ve mikrobiyal enfeksiyonların baskılanmasında önemli bir rol oynarlar. Lektinler, proinflamatuvar sitokinleri (TNF- α , IL-6) teşvik ederek ve antiinflamatuvar sitokinleri (IL-10) baskılayarak inflamasyona katkıda bulunur. Ayrıca, Th1 ve Th17 hücrelerini baskılayarak bağışıklık tepkilerini düzenler ve iltihabın çözülmesine yardımcı olurlar (1, 43, 44).

Lektinler ayrıca antikor üretimini ve sistemik bağışıklık tepkilerini de tetikler. Hayvanlar ve insanlar üzerinde yapılan çalışmalar, Phaseolus vulgaris (PHA) gibi lektinlerin IgG tepkilerini uyardığını, bağırsak bariyerini geçtiğini ve genetik olarak yatkın bireylerde romatoid artrit gibi otoimmün hastalık riskini artırabileceğini göstermiştir (10).

İmmunomodülatör rollerine ek olarak, lektinler antiviral ve antimikrobiyal özellikler göstermektedir. Phaseolus vulgaris lektinleri TLR4 agonistleri olarak hareket ederek proinflamatuvar sitokin üretimini artırır ve mikrobiyal enfeksiyonlara karşı bağışıklık tepkilerini güçlendirdiği görülmüştür. Viral replikasyonu ve T-lenfositlerin enfeksiyonunu önleyerek HIV, AIDS ve koronavirüs gibi virüslere karşı özellikle etkili olduğu düşünülmektedir. Örneğin, fitohemaglutininin HIV-1 RT aktivitesini %95,4 oranında inhibe etmiş ve ekstra uzun sonbahar mor fasulyelerinden elde edilen lektinler daha da güçlü anti-HIV etkiler göstermiştir (25, 45).

Lektinlerin bağışıklık sistemi üzerindeki etkileri, doz, lektin türü ve bireyin bağışıklık durumu gibi faktörlere bağlı olarak hem yararlı hem de zararlı olabilir. Bu karmaşık etkileşimler hem diyet bağlamında hem de terapötik uygulamalarda dikkate alınmalıdır.

Tablo 2. Lektinler ve Sağlıkla İlgili Çalışmalar

Çalışma ve bulgular	Referanslar
Kolb ve arkadaşları, lektinlerin streptozotosin ile indüklenen diyabetik sıçanlarda hiperglisemi baskıladığını bildirmiştir.	(46)
Gray ve Flatt, ökse otunun (Viscum album) sulu bir ekstraktının klonal B hücrelerinden insülin üretimini teşvik ederek anti-diyabetik etkiler sağladığını bildirmiştir.	(47)
Kavalali ve arkadaşları, ısırgan tohumundan (Urtica pilulifera) elde edilen lektinlerin, streptozotosin ile indüklenen diyabetik sıçanlarda, tedavi edilmeyen gruplara göre daha güçlü hipoglisemik etkilere sahip olduğunu bulmuşlardır	(48)
Rocha ve arkadaşları, Cratavea tapia bitkisinden elde edilen lektinlerin kan şekeri seviyelerini düşürdüğünü ve alloksan kaynaklı diyabetik sıçanlarda karaciğer ve böbrek komplikasyonlarını iyileştirdiğini göstermiştir.	(49)
Sawant ve arkadaşları, Hint bezelyesi (Abrus precatorius) tohumlarından izole edilen lektinlerin, alloksan monohidrat ile diyabet oluşturulan sıçanlarda serum glikoz seviyelerini düşürdüğünü ve ayrıca vücut ağırlığını ve gıda tüketimini artırdığını bildirmiştir.	(50)
Leong ve arkadaşları, lektinlerle işlevselleştirilmiş insülin paketlenmiş mikropartiküllerin diyabetik sıçanlarda 12-14 saat boyunca hipoglisemik etki sağladığını göstermiştir.	(51)
Coelho ve arkadaşları, lektinlerin streptozotosin ile indüklenmiş diyabetik sıçanlarda insülinin oral emilimini artırdığını bildirmiştir.	(52)

Lektinlerin insülin duyarlılığı ve metabolik sağlık üzerindeki etkisi

Diabetes Mellitus, yetersiz insülin üretimi, üretim eksikliği veya vücut tarafından etkisiz kullanımı sonucu kan şekeri seviyelerinin yükselmesine neden olan metabolik bir hastalıktır. Birçok çalışma, bitki bazlı lektinlerin diyabet tedavisinde potansiyel bir faktör olarak değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir, ancak diyetleri yüksek miktarda lektin içeren hayvanlarda hormonal homeostaz bozuklukları gözlenmiştir.

Örneğin, Phytohemagglutinin (PHA) tüketimi başlangıçta pankreastan insülin salınımını engelleyerek insülin seviyelerini düşürse de daha sonra insülin sentezini inhibe ettiği gösterilmiştir. Lektinlerin insülin sistemini bu ölçüde nasıl etkilediği tam olarak anlaşılamamakla birlikte, PHA'nın bağırsakta veya pankreas dışında endokrin hücrelere bağlanarak insülin salınımını etkileyen hormonların salınımını tetiklediği düşünülmektedir. Ayrıca lektinlerin insülini taklit eden özelliklerinin pankreasta insülin üretimini düzenleyen geri bildirim mekanizmasını bozabileceği düşünülmektedir, bu da insülin sentezinin bozulacağı etkisini desteklemektedir (10).

Lektin ve obezite

Obezite, vücutta aşırı yağ birikimi ile karakterize metabolik bir hastalıktır ve enerji alımı ile harcaması arasındaki dengelessizlikten kaynaklanır. Dünya Sağlık Örgütü'ne göre, dünya genelinde 1,9 milyar yetişkin fazla kiloludur ve 650 milyondan fazlası obezdir.

Obezite ile ilgili en önemli mekanizmalardan biri leptin direncidir (53). Leptin, enerji alımını etkileyen ve enerji harcamasını düzenleyen önemli bir hormondur. Leptin direnci obezitede yaygındır ve bu durum leptin hormonunun etkilerinin azalmasına neden olur. Leptin direnci, leptinin kan-beyin bariyerinden geçişindeki sorunlar, leptin reseptörlerinin etkinliğinde azalma ve hücresel sinyal bozuklukları ile ilişkilidir. Bu durum, beyinden gelen tokluk sinyallerini azaltarak tokluk hissinin azalmasına bağlı olarak artan kilo ve obezite ile ilişkilidir (31). Diyetle alınan lektin miktarının leptin direnci üzerindeki etkisi halen tartışmalıdır. Lektinlerin, hücre yüzeyindeki karbonhidrat yapılarına bağlanarak fizyolojik ligandların etkilerini bloke edebileceği ve bu mekanizma üzerinden leptin sinyal yollarını etkileyerek leptin direncine katkıda bulunabileceği düşünülmektedir (31). Bir çalışmada WGA'nın (buğday tohumu aglütininin) leptin ve/veya leptin reseptörü ile etkileşime girebileceği bildirilmiştir. Tüm bunlara rağmen, tam tahıl tüketiminin vücut ağırlığı kontrolü üzerindeki olumlu etkileri de dikkat çekicidir. ABD'de yapılan 14 kesitsel çalışmada, daha yüksek tam tahıl tüketiminin daha düşük beden kütle indeksi (BKİ) ile ilişkili olduğu, diğer 3 çalışmada ise tam tahıl tüketiminin önemli ölçüde daha düşük bel çevresi ile ilişkili olduğu gösterilmiştir. Bu bulgular, tam tahıl tüketiminin kilo kontrolü ve genel sağlık durumuna olumlu katkılar sağlayabileceğini düşündürmektedir (31).

Phaseolus vulgaris (kuru fasulye) ekstralarının vücut ağırlığını, yağ birikimini ve kan şekeri seviyelerini azaltmada potansiyel etkilerinin olduğu belirtilmektedir. *Phaseolus vulgaris*'te bulunan α -amilaz enziminin karbonhidrat metabolizmasını ve emilimini engelleme özelliği bu etkilerin temel mekanizmalarından biridir. Ayrıca, bu fasulyelerdeki lektinler (PHA), sindirim sisteminin düzenlenmesinde ve iştahın kontrolünde önemli iki hormon olan kolesistokinin (CCK) ve glukagon benzeri peptitlerin (GLP-1) salgılanmasını indükleyebilir. Bu süreç, lektinlerin midenin epitel hücrelerine veya ince bağırsak, çekum ve kolonun fırça sınırı zarına bağlanması yoluyla gerçekleşir. Dolayısıyla, bu fasulyeler obezite ve Tip 2 diyabet tedavisinde yenilikçi bir yaklaşım sunarak hem metabolik sağlığın iyileştirilmesi hem de kilo yönetimi için etkili bir destek sağlayabilir (25).

Lektin paradoksu: çelişkiler ve tartışmalar

Dr. Gundry'nin 2017 tarihli *The Plant Paradox* (Bitki Paradoksu) kitabıyla popüler hale gelen lektinsiz diyet, lektin içeren gıdalardan tamamen kaçınmayı vurgulamaktadır. Bu yaklaşım lektin hassasiyeti olan bireylere fayda sağlayabilirken, beslenme yetersizlikleri, düzensiz beslenme, sürdürülebilirlik zorlukları ve sınırlı erişilebilirlik gibi riskleri de beraberinde getirmektedir (54). Bununla birlikte, lektinsiz diyetin sağlık üzerindeki etkilerine ilişkin mevcut bilimsel kanıtların büyük ölçüde gözlemsel çalışmalar ve hayvan modelleriyle sınırlı olduğu, uzun dönemli randomize kontrollü insan çalışmalarının yetersiz olduğu bildirilmektedir (30).

Bir çalışmada, yüksek lektin içeriğiyle bilinen baklagillerin etkileri 8 hafta boyunca incelenmiştir. İki grup oluşturulmuştur. a- günlük 500 kalori açığı ve diyet danışmanlığı verilen grup, b- haftada beş fincan baklagil tüketen grup. Her iki grup da bel çevresi, kan şekeri ve insülin direnci gibi metabolik sağlıkta iyileşmeler gösterdi. Baklagil grubunda HDL kolesterolün yükselmesi, insülin duyarlılığının artması ve glisemik kontrolün daha iyi olması, düzenli baklagil tüketiminin enerji kısıtlaması olmaksızın metabolik sağlığı desteklediğini göstermiştir (55).

30 obez birey üzerinde yapılan bir başka çalışmada, baklagil içermeyen bir kontrol diyeti (C-diyeti) ile haftada 4 porsiyon baklagil içeren baklagil bazlı bir diyet (L-diyeti) karşılaştırılmıştır. L-diyeti 8 hafta boyunca daha fazla kilo kaybına yol açmış, kolesterol ve kan basıncını iyileştirmiş ve daha yüksek lif,

magnezyum ve potasyum alımına bağlı olarak CRP ve C3 seviyelerini düşürmüştür (56).

Sonuç

Bu derlemede lektinlerin sağlık üzerindeki etkileri incelenmiş, bu bileşenlerin olumlu ve olumsuz yönleri değerlendirilmiştir. Lektinlerin anti-viral ve anti-kanser özellikleri onları değerli hale getirmektedir. Glikozilasyon yapısının kanserli hücreleri hedef alma ve apoptozis yapabilme kapasitesi, bu moleküllerin kanser üzerinde erken tanı ve tedavi süreçlerinde kullanılma potansiyeline işaret etmektedir. Ayrıca HIV gibi viral enfeksiyonların tedavisindeki umut verici etkileri de bu biyomoleküllerin terapötik bir araç olarak değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır.

Bazı baklagil bazlı diyetler insülin duyarlılığını arttırmaktadır ve vücut ağırlığı kaybına katkıda bulunmaktadır. Lektinlerin düşük glisemik indeks ve yüksek lif içeriği sayesinde metabolik sendrom ve inflamasyon riskini azalttığı belirtilmiştir. Ancak bu bileşiklerin aşırı tüketimi bağırsak geçirgenliğini artırmakta, besin emiliminde azalmalara neden olabilmekte ve mikrobiyota dengesizliklerine yol açarak bağırsak sağlığı üzerinde olumsuz etkiler yaratabilmektedir.

Lektin tüketimine ilişkin çelişkili bulgular, bu bileşiklerin insan sağlığı üzerinde karmaşık bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Lektinlerin yanlış veya aşırı tüketimi toksik etkilere neden olabilir. Pişirme, fermentasyon ve filizlendirme gibi yöntemler lektinlerin toksik etkilerini ortadan kaldırabilir ve bu yöntemlerin yaygın kullanımı gastrointestinal sağlık için faydalı olabilir. Ayrıca lektinlerin vücut ağırlığı yönetimi ve metabolik sağlık üzerinde hem olumlu hem de olumsuz etkileri olduğu gösterilmiştir. Özellikle düşük enerji yoğunluklu, yüksek lifli ve yoğun lektin içeren baklagil bazlı diyetlerin obezite, insülin direnci ve kolesterol seviyelerinde iyileşmelere neden olduğu gösterilmiştir. Ancak bazı bireylerin tolerans sınırlarının düşük olduğu ve intoleransların genetik faktörlere de bağlı olabileceği unutulmamalıdır. Lektinlerin sağlık üzerindeki etkileri çok yönlüdür ve bireysel değişkenliğe bağlıdır. Bu durum, diyet ve tedavi planlarında lektinlerin dikkatli bir şekilde bireysel olarak değerlendirilmesini gerektirir. Lektinlerden maksimum ölçüde faydalanabilmek ve en az zararlı diyet planına ekleyebilmek için daha geniş ve kapsamlı araştırmalar yapılmalıdır.

Çıkar çatışması

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması yaşamadıklarını beyan etmişlerdir.

Finansal beyan

Yazarlar herhangi bir finansal destek almadıklarını beyan etmişlerdir.

Kaynaklar

1. Mishra A, Behura A, Mawatwal S, Kumar A, Naik L, Mohanty SS, et al. Structure-function and application of plant lectins in disease biology and immunity. *Food and Chemical Toxicology*. 2019;134:110827.
2. Alatorre-Cruz JM, Pita-Lopez W, Lopez-Reyes RG, Ferriz-Martinez RA, Cervantes-Jimenez R, de Jesus Guerrero Carrillo M, et al. Effects of intragastrically-administered Tepary bean lectins on digestive and immune organs: Preclinical evaluation. *Toxicol Rep*. 2018;5:56-64.
3. Hendrickson OD, Zherdev AV. Analytical Application of Lectins. *Critical Reviews in Analytical Chemistry*. 2018;48(4):279-92.
4. Osterne VJS, De Sloover G, Van Damme EJM. Revisiting legume lectins: Structural organization and carbohydrate-binding properties. *Carbohydrate Research*. 2024;544.
5. Dan X, Liu W, Ng TB. Development and Applications of Lectins as Biological Tools in Biomedical Research. *Medicinal Research Reviews*. 2016;36(2):221-47.
6. Kumar K, Chandra KP, Sumanthi J, Reddy G, Shekar P, Reddy BVR. Biological role of lectins: A review. *Journal of Orofacial Sciences*. 2012;4(1).
7. Sharon N, Lis H. The structural basis for carbohydrate recognition by lectins. *The Molecular Immunology of Complex Carbohydrates*—2. 2001:1-16.
8. Lam SK, Ng TB. Lectins: production and practical applications. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 2011;89(1):45-55.
9. Gold ER, Balding P. Receptor-specific proteins: plant and animal lectins. (No Title). 1975.
10. Vasconcelos IM, Oliveira JT. Antinutritional properties of plant lectins. *Toxicon*. 2004;44(4):385-403.
11. Van Damme EJ, Peumans W, Pusztai A, Bardocz S. Plant lectins in mammalian nutrition, immunology, metabolism and as oral therapeutic and immune agents. *Handbook of plant lectins: properties and biomedical applications* Wiley, London, United Kingdom. 1998:31-50.
12. Nasi A, Picariello G, Ferranti P. Proteomic approaches to study structure, functions and toxicity of legume seeds lectins. Perspectives for the assessment of food quality and safety. *J Proteomics*. 2009;72(3):527-38.
13. Sharon N, Lis H. How proteins bind carbohydrates: lessons from legume lectins. *Journal of agricultural and food chemistry*. 2002;50(22):6586-91.
14. Lagarda-Diaz I, Guzman-Partida A, Vazquez-Moreno L. Legume Lectins: Proteins with Diverse Applications. *International Journal of Molecular Sciences*. 2017;18(6):1242.
15. Singha S, Bose PP, Ganguly T, Campana PT, Ghosh R, Chatterjee BP. Comparison of the nature of interactions of two sialic acid specific lectins *Saraca indica* and *Sambucus nigra* with N-acetylneuraminic acid by spectroscopic techniques. *Journal of Luminescence*. 2015;160:119-27.

16. Peumans WJ, Van Damme E. Lectins as plant defense proteins. *Plant physiology*. 1995;109(2):347.
17. Iskratsch T, Braun A, Paschinger K, Wilson IB. Specificity analysis of lectins and antibodies using remodeled glycoproteins. *Analytical Biochemistry*. 2009;386(2):133-46.
18. Ford WW. The distribution of haemolysins, agglutinins and poisons in fungi, especially the Amanitas, the Entolomas, the Lactarius and the Inocybes. *J Pharmacol Exp Ther*. 1911;2:285-318.
19. Tirta Ismaya W, Tjandrawinata RR, Rachmawati H. Lectins from the Edible Mushroom *Agaricus bisporus* and Their Therapeutic Potentials. *Molecules*. 2020;25(10):2368.
20. Friedberger E, Brossa G. Ueber die wirkungen von pilzextracten. Wirkung der extrakte von champignon *Agaricus campestris*, Steinpilz. 1912:506-17.
21. Guillot J, Giollant M, Damez M, Dusser M. Isolation and characterization of a lectin from the mushroom, *Lactarius deliciosus*. *The Journal of Biochemistry*. 1991;109(6):840-5.
22. Ngai PH, Ng T. A mushroom (*Ganoderma capense*) lectin with spectacular thermostability, potent mitogenic activity on splenocytes, and antiproliferative activity toward tumor cells. *Biochemical and biophysical research communications*. 2004;314(4):988-93.
23. Singh RS, Bhari R, Kaur HP. Mushroom lectins: Current status and future perspectives. *Critical Reviews in Biotechnology*. 2010;30(2):99-126.
24. Health HTHCSOP. Lectins 2024 [Available from: <https://nutritionsource.hsph.harvard.edu/anti-nutrients/lectins/>].
25. He S, Simpson BK, Sun H, Ngadi MO, Ma Y, Huang T. Phaseolus vulgaris lectins: A systematic review of characteristics and health implications. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2018;58(1):70-83.
26. Muramoto K. Lectins as Bioactive Proteins in Foods and Feeds. *Food Science and Technology Research*. 2017;23(4):487-94.
27. Jordan WEM. What to Know About the Plant Paradox Diet 2024 [Available from: <https://www.webmd.com/diet/what-to-know-plant-paradox-diet>].
28. Gundry DS. Dr. Gundry's Print-Friendly Yes & No Lists 2024 [Available from: <https://drgundry.com/dr-gundrys-print-friendly-yes-no-lists/>].
29. Shi L, Arntfield SD, Nickerson M. Changes in levels of phytic acid, lectins and oxalates during soaking and cooking of Canadian pulses. *Food Res Int*. 2018;107:660-8.
30. Petroski W, Minich DM. Is There Such a Thing as "Anti-Nutrients"? A Narrative Review of Perceived Problematic Plant Compounds. *Nutrients*. 2020;12(10):2929.
31. van Buul VJ, Brouns FJPH. Health effects of wheat lectins: A review. *Journal of Cereal Science*. 2014;59(2):112-7.
32. López-Moreno M, Garcés-Rimón M, Miguel M. Antinutrients: Lectins, goitrogens, phytates and oxalates, friends or foe? *Journal of Functional Foods*. 2022;89.
33. Shiotani A, Cen P, Graham DY, editors. Eradication of gastric cancer is now both possible and practical. *Seminars in cancer biology*; 2013: Elsevier.
34. Futsukaichi T, Etoh T, Nakajima K, Daa T, Shiroshita H, Shiraishi N, et al. Decreased expression of *Bauhinia purpurea* lectin is a predictor of gastric cancer recurrence. *Surgery today*. 2015;45:1299-306.
35. Estrada-Martinez LE, Moreno-Celis U, Cervantes-Jimenez R, Ferriz-Martinez RA, Blanco-Labra A, Garcia-Gasca T. Plant Lectins as Medical Tools against Digestive System Cancers. *Int J Mol Sci*. 2017;18(7).
36. Deepa M, Sureshkumar T, Satheeshkumar PK, Priya S. Purified mulberry leaf lectin (MLL) induces apoptosis and cell cycle arrest in human breast cancer and colon cancer cells. *Chemico-biological interactions*. 2012;200(1):38-44.
37. Khil L-Y, Kim W, Lyu S, Park WB, Yoon J-W, Jun H-S. Mechanisms involved in Korean mistletoe lectin-induced apoptosis of cancer cells. *World Journal of Gastroenterology: WJG*. 2007;13(20):2811.
38. Wang FS, Fan JG, Zhang Z, Gao B, Wang HY. The global burden of liver disease: the major impact of China. *Hepatology*. 2014;60(6):2099-108.
39. De Martel C, Ferlay J, Franceschi S, Vignat J, Bray F, Forman D, et al. Global burden of cancers attributable to infections in 2008: a review and synthetic analysis. *The lancet oncology*. 2012;13(6):607-15.
40. Lafaro KJ, Demirjian AN, Pawlik TM. Epidemiology of hepatocellular carcinoma. *Surgical Oncology Clinics*. 2015;24(1):1-17.
41. Coulibaly FS, Youan B-BC. Current status of lectin-based cancer diagnosis and therapy. *AIMS Molecular Science*. 2017;4(1):1-27.
42. Singh R, Nawale L, Sarkar D, Suresh C. Two chitotriose-specific lectins show anti-angiogenesis, induces caspase-9-mediated apoptosis and early arrest of pancreatic tumor cell cycle. *PloS one*. 2016;11(1):e0146110.
43. Custodio LA, Loyola W, Conchon-Costa I, da Silva Quirino GF, Felipe I. Protective effect of Artin M from extract of *Artocarpus integrifolia* seeds by Th1 and Th17 immune response on the course of infection by *Candida albicans*. *International immunopharmacology*. 2011;11(10):1510-5.
44. Silva AF, Matos MP, Ralph MT, Silva DL, de Alencar NM, Ramos MV, et al. Comparison of immunomodulatory properties of mannose-binding lectins from *Canavalia brasiliensis* and *Cratylia argentea* in a mice model of *Salmonella* infection. *International immunopharmacology*. 2016;31:233-8.
45. Fang EF, Lin P, Wong JH, Tsao SW, Ng TB. A lectin with anti-HIV-1 reverse transcriptase, antitumor, and nitric oxide inducing activities from seeds of *Phaseolus vulgaris* cv. extralong autumn purple bean. *Journal of agricultural and food chemistry*. 2010;58(4):2221-9.
46. Kolb H, Oschilewski M, Schwab E, Greulich B, Roos P, Kiesel U. Suppression of low-dose streptozotocin-induced diabetes by immunomodulatory lectins. *Diabetes Research (Edinburgh, Scotland)*. 1986;3(4):183-6.
47. Gray A, Flatt P. Insulin-secreting activity of the traditional antidiabetic plant *Viscum album* (mistletoe). *Journal of Endocrinology*. 1999;160(3):409-14.
48. Kavalali G, Tuncel H, Göksel S, Hatemi H. Hypoglycemic activity of *Urtica pilulifera* in streptozotocin-diabetic rats. *Journal of Ethnopharmacology*. 2003;84(2-3):241-5.
49. Rocha AAd, Araújo TFdS, Fonseca CSMd, Mota DLd, Medeiros PLd, Paiva PMG, et al. Lectin from *Crataeva tapia* Bark Improves Tissue Damages and Plasma Hyperglycemia in Alloxan-Induced Diabetic Mice. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. 2013;2013(1):869305.
50. Sawant SS, Randive VR, Kulkarni SR. Lectins from seeds of *Abrus precatorius*: evaluation of antidiabetic and antihyperlipidemic potential in diabetic rats. *Asian Journal of Pharmaceutical Research*. 2017;7(2):71-80.
51. Leong KH, Chung LY, Noordin MI, Onuki Y, Morishita M, Takayama K. Lectin-functionalized carboxymethylated kappa-carrageenan microparticles for oral insulin delivery. *Carbohydrate Polymers*. 2011;86(2):555-65.
52. Coelho LCB, Silva PMdS, Lima VLdM, Pontual EV, Paiva PMG, Napoleao TH, et al. Lectins, interconnecting proteins with biotechnological/ pharmacological and therapeutic applications. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. 2017;2017(1):1594074.
53. Obradovic M, Sudar-Milovanovic E, Soskic S, Essack M, Arya S, Stewart AJ, et al. Leptin and Obesity: Role and Clinical Implication. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2021;12:585887.
54. Dylan Bailey M, RD, FAND. Lectin-Free Diet (Gundry Diet): Benefits, Risks And More: Forbes; 2023 [Available from: <https://www.forbes.com/health/nutrition/lectin-free-diet/>].
55. Mollard RC, Luhovyy BL, Panahi S, Nunez M, Hanley A, Anderson GH. Regular consumption of pulses for 8 weeks reduces metabolic syndrome risk factors in overweight and obese adults. *Br J Nutr*. 2012;108 Suppl 1:S111-22.
56. Hermsdorff HH, Zulet MA, Abete I, Martinez JA. A legume-based hypocaloric diet reduces proinflammatory status and improves metabolic features in overweight/obese subjects. *Eur J Nutr*. 2011;50(1):61-9.