



## ARONIA SP. MEYVELERİNİN KİMYASAL BİLEŞİMİ VE BİYOLOJİK AKTİVİTELERİ

### CHEMICAL COMPOSITION AND BIOLOGICAL ACTIVITIES OF ARONIA SP. BERRIES

Kevser ÖZDEMİR<sup>1</sup>, Esra EROĞLU ÖZKAN<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>Acıbadem Mehmet Ali Aydınlar Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Farmakognozi Anabilim Dalı,  
İstanbul, Türkiye

<sup>2</sup>İstanbul Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Farmakognozi Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

#### ÖZ

**Amaç:** Aronia türleri bakka tipi (berry) meyvelere sahip olup, yapılarında antosiyaninler başta olmak üzere yüksek miktarda fenolik bileşikler taşır. Zengin kimyasal içeriğinden ve güçlü antioksidan aktivitesinden dolayı fonksiyonel gıda olarak adlandırılmakta, dünya üzerinde kullanımı ve kültürü yaygınlaşmaktadır. Bu derleme ile Aronia meyvelerinin kimyasal bileşimi, biyolojik aktiviteleri ve konuyla ilgili güncel araştırmalar sunulmuştur.

**Sonuç ve Tartışma:** Aronia meyvelerinin geleneksel kullanımı yanında, kimyasal bileşimi, hastalıklardan korunma ve hastalıkların tedavisindeki rolü incelenmiştir. Biyoaktiviteden sorumlu başlıca moleküller (siyanidin türevi glikozitler, flavonoidler, prosiyanidinler ve fenolik asitler gibi fenolik yapıda bileşikler) ve oranları ile ilgili bilgiler verilmiştir. Güçlü antioksidan aktivitesi nedeniyle birçok kronik ve dejeneratif hastalık üzerinde tedavi edici etkisi olduğuna, ayrıca antiinflamatuar, antidiyabetik, antimutajenik ve kardiyoprotektif aktivite gösterdiğine ilişkin detaylı veriler bulunmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Antioksidan, antosiyanin, Aronia melanocarpa, biyolojik aktivite, fenolik bileşikler

#### ABSTRACT

**Objective:** Aronia species have bacca (berry) type fruits and contain high amount of phenolics especially anthocyanins. Due to their rich chemical content and strong antioxidant activity, they are called functional food, their uses and cultivation is becoming widespread in the world. In this review, the data on the chemical composition, biological activity of Aronia fruits, and current researches on the fruits are presented.

\* Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Esra Eroğlu Özkan  
e-posta / e-mail: eseroglu@istanbul.edu.tr, Tel. / Phone: +90 212 440 0000-13582

**Result and Discussion:** Besides the traditional use of Aronia fruits, their chemical composition and their role in the treatment and protection of diseases have been presented. Information about percentages and structures of main compounds (phenolic compounds such as cyanidin glycosides, flavonoids, procyanidins, and phenolic acids) which are responsible for bioactivity of berries are mentioned. Detailed data are available on the therapeutic effects of fruits on many chronic and degenerative diseases thanks to their strong antioxidant activity. Also there are substantial studies regarding anti-inflammatory, antidiabetic, antimutagenic, and cardioprotective activities of Aronia fruits.

**Keywords:** Anthocyanin, antioxidant, Aronia melanocarpa, biological activity, phenolic compounds

## GİRİŞ

Önleyici tedavi yaklaşımlarına olan ilginin artması nedeniyle sağlığı destekleyici doğal kaynaklar ve içerikleri üzerinde yapılan çalışmalara olan ihtiyaç artmıştır. Günlük diyetle sıklıkla kullanılan üzüksü meyveler (*Fragaria vesca*, *Rubus fruticosus*, *Rubus idaeus*, *Ribes nigrum*, *Vaccinium myrtillus*, *Sambucus nigra* gibi) lezzetli, düşük enerjili, antioksidan etkili, lif ve polifenolik bileşikler açısından zengin meyvelerdir. Üzüksü (kırmızı ve mor meyveler, berry) tipte meyveler kimyasal içerikleri nedeniyle potansiyel antioksidanlardır ve birçok dejeneratif hastalığın korunma ve tedavi süreçlerinde rol alırlar [1].

Rosaceae familyasına ait çalımsı bir bitki olan *Aronia melanocarpa* türünün, meyve üretimi için kültürü yapılmaktadır. *Aronia* türleri, Kuzey Amerika ve Kanada'nın doğu bölgesinde doğal olarak yetişmektedir. Avrupa'ya yayılışı 1900'lerde Almanya'dan Rusya'ya doğru olmuştur. *Aronia* türleri 2-3 metreye kadar büyüeyebilen çalımsı bitkiler olup Mayıs-Haziran aylarında çiçeklenirler, meyveleri olgunlaştığında parlak kırmızı veya siyah (6–13mm, 0,5–2 g) renktedir [2].

"Chokeberry" olarak bilinir ve tanınmış iki türü vardır. *Aronia melanocarpa* (black chokeberry) ve *Aronia arbutifolia* (red chokeberry) meyveleri yaygın olarak meyve şurubu, meyve suyu, yumuşak marmelatları, meyve reçelleri, ekstre ve çay üretmek için Avrupa'nın farklı bölgelerinde kullanılmaktadır [2,3].

*Aronia* meyveleri zengin kimyasal içeriğinden ve yüksek antioksidan aktivitesinden dolayı fonksiyonel gıda olarak adlandırılmakta, dünya üzerinde kullanımı ve kültürü yaygınlaşmaktadır. Önemli derecede antioksidan aktivite gösterdiğinden dolayı birçok kronik ve dejeneratif hastalığın önlenmesinde ve tedavisinde rol almaktadır [4-8].

Antosiyaninlerin sağlık üzerine etkilerine olan ilgi zamanla daha da artmaktadır. Yüksek antosiyanin içeriğine sahip *Aronia* meyveleri de bu etkileri açısından araştırılmış ve insan sağlığı üzerinde, antioksidan ve diğer biyolojik aktivitelerine dayanarak önemli derecede koruyucu ve faydalı etkilere sahip olduğu gösterilmiştir [9].

*Aronia* meyveleri antosiyanin, flavonol, flavanol, proantosiyanidin, fenolik asitler gibi fenolik bileşikler açısından çok önemli bir kaynaktır [1,4,5]. *Aronia* ağızda belirgin bir büzülme hissine (dokunsal, kuruma ve sıkılaştırma etkisi) neden olur. Bu astrenjan etki içeriğindeki kondanse tanenlerden kaynaklanır [10].

Bitkinin meyvelerinin zengin içerikli bir gıda olarak tüketilmesinin yanında, geleneksel bitkisel ilaç olarak da kullanımları bulunmaktadır. *Aronia* meyveleri Rusya ve bazı Doğu Avrupa ülkeleri başta olmak üzere antihipertansif ve anti-aterosklerotik etkileri nedeniyle kullanılmıştır [11]. *Aronia* meyvelerinin başta antioksidan aktivite olmak üzere, antiinflamatuvar, antidiyabetik, antikanser, antimutajenik, antibakteriyel aktivitesi ile ilgili ayrıca obezite, kardiyovasküler hastalıklar, otoimmün hastalıklar gibi çeşitli hastalıklar üzerine etkisi ve terapötik potansiyeli ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır [2,12]. Bu makalede, Türkiye’de ve dünya genelinde fonksiyonel bir besin olarak kullanımı artan *Aronia* meyveleri ile ilgili şu ana kadar yapılmış fitokimyasal çalışmalar ve biyolojik aktivite çalışmaları derlenmiştir. Bu şekilde *Aronia* bitkilerinin kültürünün ve doğrudan gıda olarak veya çeşitli ürünleri şeklinde kullanımının yaygınlaşması sürecinde bir kaynak teşkil etmesi amaçlanmıştır.

### **Kimyasal Bileşimi**

*Aronia* meyveleri diyet lifi, organik asitler, şeker, yağ protein, mineral (özellikle çinko, potasyum) ve vitaminler (vitamin C) ile birlikte yüksek fenolik içeriğe sahiptir [13].

Meyvelerdeki fenolik bileşiklerin içeriği ve miktarının incelenmesinde tek ve standart bir metot olmaması, araştırmalar sonucunda elde edilen verilerin karşılaştırılması güçlüğünü ortaya çıkarmaktadır. Bu araştırmalar, bazı pratik spektroskopik metodlar ile veya daha gelişmiş HPLC/DAD, HPLC/ESI-MS gibi yöntemler ile yürütülmektedir [14]. Ayrıca meyvelerin kimyasal kompozisyonu ve bu bileşiklerin miktarları; bitkinin yetiştirilme şeklinden, gübrenmesinden, meyvelerin olgunluğundan, hasat tarihinden, habitatından, saklanma yönteminden ve diğer tüm çevresel koşullardan dolayı değişiklikler gösterebilir [15,16].

*Aronia* meyveleri diğer "berry" tipi meyvelerden yüksek sorbitol ve polifenol içeriği ile ayrılır [2]. Kurutulmuş *Aronia* meyvelerindeki diyetel lif içeriği katı hal NMR tekniği ile incelenmiştir. Buna göre total kütlede % 66,6’sı çözünemeyen lif (lignin, selüloz, hemiselüloz), %5,4’ü çözünebilir lif olmak üzere %72 oranında diyetel lif içermektedir [17]. Taze meyvelerdeki diyetel lif oranı ise 5,62 g/100 g şeklindedir [2].

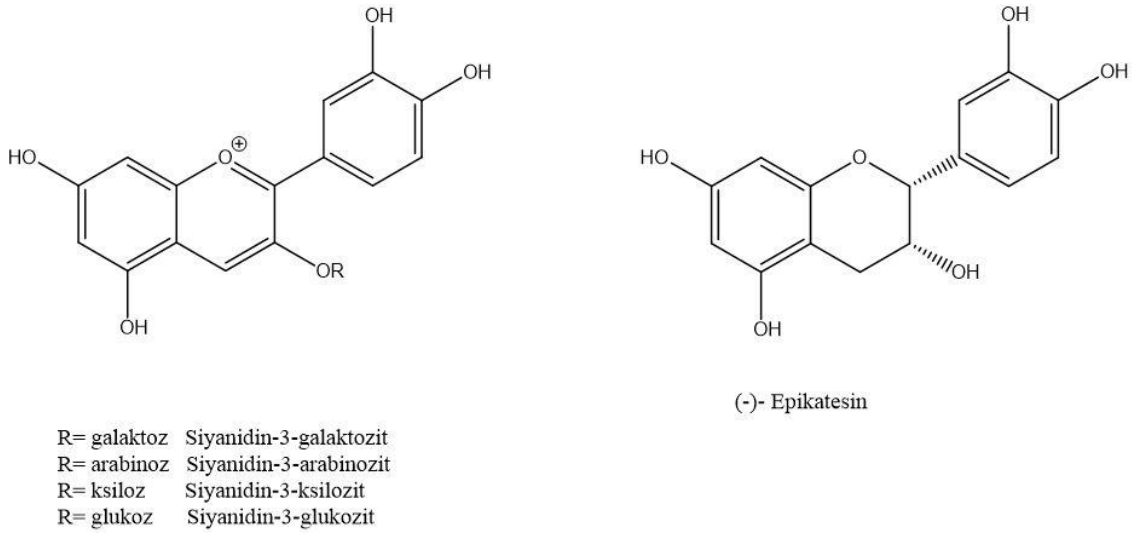
Taze meyvelerdeki indirgen şeker oranı %16–18 arasında bulunmuştur. Başka bir çalışmada glikoz ve fruktoz oranı taze ağırlıkta 13– 17,6 g/100 g arasında bulunmuştur. Taze meyvelerin yağ içeriği 0,14 g/100 g ve protein içeriği 0,7 g/100 g bulunmuştur [2,7]. Meyvelerde ortalama su miktarı

%70-80 dolaylarında olmakla birlikte bitkinin türüne, yetiştiği yere ve yıla göre değişiklikler göstermektedir [18].

### ***Aronia Meyvelerinin Fenolik Bileşenleri***

*Aronia* meyvelerinin içerdiği ve meyvelere rengini veren antosiyaninler başta olmak üzere fenolik bileşikler, bitkinin gösterdiği biyoaktivitelerden sorumlu majör bileşiklerdir. Meyvelerin kimyasal bileşimi incelendiğinde, başlıca (-)-epikateşin olmak üzere proantosiyanidinler *Aronia* meyvelerinin polifenol içeriğinin %66 ile en büyük kısmını oluşturur [19].

Meyvelerdeki siyanidin ve (-)-epikateşin bileşiklerinin kimyasal yapısı **Şekil 1.**'de verilmiştir [2].



**Şekil 1.** *Aronia melanocarpa* türünün kimyasal bileşiminde bulunan siyanidin glikozitleri ve epikateşin

Siyanidin glikozitleri, flavonoidler, prosiyanidinler, fenolik asitler gibi bitkinin fenolik bileşenleri ve meyvelerdeki oranı üzerine yapılan çalışmalar **Tablo 1.**'de gösterilmiştir.

**Tablo 1.** *Aronia* meyvelerindeki fenolik bileşikler ve oranları

BİLEŞİK GRUBU	MİKTAR/BİRİM	KULLANILAN METOD	KAYNAK
<b>Total antosiyanin</b>	4341,06±22 SGE mg.kg <sup>-1</sup> (TA)	pH- diferansiyel metodu	[13]
	460,5±2,9 SGE mg.100 g <sup>-1</sup> (TA)	pH- diferansiyel metodu	[20]
	4,28 SGE mg.g <sup>-1</sup> (TA)	pH- diferansiyel metodu	[21]
	1480,0 SGE mg.100g <sup>-1</sup> (TA)	HPLC-MS/MS metodu	[22]
	4,5 ± 0,20 SGE g.kg <sup>-1</sup> (TA)	pH- diferansiyel metodu	[23]
	SGE g.kg <sup>-1</sup> (TA) (kurutulmuş)		
	3,1 ± 0,1 / 1,4 ± 0,1		
	SGE g.kg <sup>-1</sup> (TA) (meyve suyu)		
	0,7 ± 0,01 / 0,4 ± 0,02 / 0,6 ± 0,02		
	SGE g.kg <sup>-1</sup> (TA) (konsantre)		
3,6 ± 0,1			
SGE g.kg <sup>-1</sup> (TA) (posa)			
10 ± 0,4			
<b>Total polifenol</b>	10637,20±571 GAE mg.kg <sup>-1</sup> (TA)	Folin-Ciocalteu mikro metodu	[13]
	690,2 ± 8,8 GAE mg.100 g <sup>-1</sup> (TA)	Folin-Ciocalteu metodu	[20]
	25,56 GAE mg.g <sup>-1</sup> (TA)	Folin-Ciocalteu metodu	[21]
	GAE g.kg <sup>-1</sup> (TA)	Folin-Ciocalteu metodu	[23]
	13,3 ± 0,03		
	GAE g.kg <sup>-1</sup> (TA) (kurutulmuş)		
	39,9 ± 0,3 / 50,1 ± 0,4		
	GAE g.kg <sup>-1</sup> (TA) (meyve suyu)		
	6,6 ± 0,1 / 6,5 ± 0,03 / 6,3 ± 0,04		
	GAE g.kg <sup>-1</sup> (TA) (konsantre)		
29,6 ± 0,1			
GAE g.kg <sup>-1</sup> (TA) (posa)			
63,1 ± 0,5			
20,1 GAE mg.g <sup>-1</sup> (TA)	Folin-Ciocalteu metodu	[22]	
<b>Total flavonoid</b>	5,3 ± 0,2 KE g.kg <sup>-1</sup> (TA)	Kolorimetrik metod	[23]
<b>Siyanidin-3-galaktozit</b>	2794,74± 4,0 mg.kg <sup>-1</sup> (TA)	HPLC metodu	[13]
	1256,3 ± 11,5 µg.g <sup>-1</sup> (TA)	HPLC metodu	[21]
	989,7 mg.100 g <sup>-1</sup> (TA)	HPLC-MS/MS metodu	[22]
	2 917,2 ± 129,3 mg.kg <sup>-1</sup> (TA)	Ters faz HPLC metodu	[23]
<b>Siyanidin-3-glikozit</b>	121,69±0,1 mg.kg <sup>-1</sup> (TA)	HPLC metodu	[13]
	16,9 ± 2,5 µg.g <sup>-1</sup> (TA)	HPLC metodu	[21]
	37,6 mg.100 g <sup>-1</sup> (TA)	HPLC-MS/MS metodu	[22]
	127 ± 5,4 mg.kg <sup>-1</sup> (TA)	Ters faz HPLC metodu	[23]
<b>Siyanidin-3-arabinozit</b>	993,77±1,1 mg.kg <sup>-1</sup> (TA)	HPLC metodu	[13]
	1424,3 ± 18,2 µg.g <sup>-1</sup> (TA)	HPLC metodu	[21]
	399,3 mg.100 g <sup>-1</sup> (TA)	HPLC-MS/MS metodu	[22]
	1359,4 ± 0,2 mg.kg <sup>-1</sup> (TA)	Ters faz HPLC metodu	[23]
<b>Siyanidin-3-ksilozit</b>	146,02±0,3 mg.kg <sup>-1</sup> (TA)	HPLC metodu	[13]
	469,0 ± 8,6 µg.g <sup>-1</sup> (TA)	HPLC metodu	[21]
	51,5 mg.100 g <sup>-1</sup> (TA)	HPLC-MS/MS metodu	[22]
	165,8 ± 1,3 mg.kg <sup>-1</sup> (TA)	Ters faz HPLC metodu	[23]
<b>Kersetin</b>	71,13±1,5 mg.kg <sup>-1</sup> (TA)	HPLC metodu	[13]
<b>Kersetin-3-galaktozit</b>	302,4 ± 6,4 µg.g <sup>-1</sup> (TA)	HPLC metodu	[21]
<b>Kersetin-3-glikozit</b>	273,1 ± 5,7 µg.g <sup>-1</sup> (TA)	HPLC metodu	[21]
<b>Kempferol</b>	5,30±0,5 mg.kg <sup>-1</sup> (TA)	HPLC metodu	[13]
<b>Fenolik asit</b>	669,03 mg.100 g <sup>-1</sup> (KA)	LC-MS, UPLC-PDA-FL	[24]
<b>Kafeik asit</b>	1411,4 ± 14,3 µg.g <sup>-1</sup> (TA)	HPLC metodu	[21]
<b>(-) Epikateşin</b>	15,04 mg.100 g <sup>-1</sup> (KA)	HPLC metodu	[19]

SGE: Siyanidin-3-glikozit ekivalanı, GAE: gallik asit ekivalanı, KE: kateşin ekivalanı, TE: trolox ekivalanı, KA: kuru ağırlık, TA: taze ağırlık

### **Biyoyararlanım**

*Aronia* meyvelerinin sindirimi sırasında, antosiyaninler hızla mikrobiyal katabolizasyona uğrar. Antosiyaninler arasından siyanidin-3-O-galaktozit hızlı bir şekilde peonidin-3-O-galaktozite

metabolize edilir. Katabolizasyon ürünleri biyoyararlanım sırasında, plazma ve idrarda antosiyaninlerin yaklaşık 10 katı kadar olur. Antosiyaninler ve diğer polifenol katabolitleri ile plazma ve idrarda 1,0 ila 6,33 saat arasında bir  $t_{max}$  ile yoğun şekilde metabolize edilir [25].

## Farmakolojik Aktivite

### Antioksidan Aktivite

Serbest radikaller vücudun normal enerji metabolizması sonucunda veya çeşitli çevresel etkenlere (radyasyon, sigara kullanımı, çeşitli ilaçlar, çevre kirliliği) bağlı olarak üretilebilir. Bu reaktif oksijen ve azot türleri vücudun çeşitli fonksiyonları için gereklidir. Ancak bu radikallerin aşırı üretiminde veya vücut tarafından elimine edilemediği durumlarda, vücuttaki doğal denge bozulur ve oksidatif stres meydana gelir. Oluşan oksidatif stres; kanser, otoimmün hastalıklar, yaşlanma, katarakt, kardiyovasküler ve nörodejeneratif (Alzheimer Hastalığı) hastalıklar gibi önemli kronik ve dejeneratif hastalıklara neden olabilir [26].

Bu tür hastalıklardan korunmada ve oluşan hasarın düzeltilmesinde antioksidan etkili bileşikler önemli rol oynar. Antioksidan aktivitenin belirlenmesi için radikal süpürme kapasitesinin ölçülmesine ve metal indirgeme etkisinin ölçülmesine dayanan çeşitli *in vitro* metotlar geliştirilmiştir.

Antosiyaninler, flavonoidler gibi fenolik bileşiklerce zengin olan *Aronia melanocarpa* türünün meyveleri bu açıdan değerlendirilmiş ve önemli derecede antioksidan aktiviteye sahip olduğu yapılan çalışmalarda gösterilmiştir (**Tablo 2**).

**Tablo 2:** Antioksidan aktivite deneyleri

METOT	SONUÇ	KAYNAK
DPPH Serbest Radikal Süpürücü Aktivitesi	1,8 ± 0,3 (EC <sub>50</sub> )	[20]
	11,3 ± 0,5 g·kg <sup>-1</sup> (TE)	[23]
CUPRAC	67,7 g·kg <sup>-1</sup> (TE)	[23]
ABTS	11 ± 0,04 g·kg <sup>-1</sup> (TE)	[23]
ORAC	160,2 µmol.g <sup>-1</sup> (TE)	[21]
Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP)	36,64 ± 0,01 mM .100 g <sup>-1</sup> (TE),(KA)	[24]
Lipofilik ORAC <sub>FL</sub> metodu	2,42 µmol.g <sup>-1</sup> (TE)	[22]
Hidrofilik ORAC <sub>FL</sub> metodu	158,2 µmol.g <sup>-1</sup> (TE)	[22]

EC<sub>50</sub>: Başlangıçtaki DPPH• radikalinin 50%'sini giderecek meyve miktarının miligram cinsinden değeri

DPPH: 1,1-Difenil-2-pikrilhidrazil, CUPRAC: Bakır (II) indirgeme esaslı antioksidan kapasite, ORAC : Oksijen radikal absorbands kapasitesi, FRAP: Demir (III) iyonu indirgeyici antioksidan güç

TE: trolox ekivalanı, KA: kuru ağırlık, TA: taze ağırlık

### ***İmmünomodölatör Aktivite***

İnflamasyon vücuttaki değişikliklere, oluşan hasara ve vücut homeostazisini etkileyebilecek etkenlere karşı verilen bir yanıt, doğal savunma mekanizmasıdır. Makrofaj hücreleri üzerindeki toll like reseptörler (TLR) tarafından patojen endotoksini veya lipopolisakkarit yapısının tanınması sonrasında inflamatuvar gen ilişkili nükleer faktörü kappa B (NF-κB) transkripsiyon faktörü salınır. NF-κB, inflamasyon ve immün yanıt, hücrel stres reaksiyonları, karsinogenez, hücre sağkalımı ve apoptoz gibi birçok fizyolojik ve patolojik süreçte rol oynar.

İmmün sistemin uyarılması ile interlökinler (IL), tümör nekrozis faktör (TNF)-α, reaktif oksijen türleri (ROS), nitrik oksit (NO), prostaglandinler (PG) gibi bir takım proinflamatuvar medyatörler salınır ve inflamasyon süreci devam eder. Bu medyatörlerin aşırı veya kontrolsüz üretimi kanser, Alzheimer, otoimmün hastalıklar ve diğer kronik ve dejeneratif hastalıklarda rol oynar. İnflamatuvar hastalıklarda kullanılan non-steroid antiinflamatuvar ilaçların neden olduğu yan etkiler nedeniyle, daha az yan etki gösteren doğal kaynaklı, fenolik yapıdaki antiinflamatuvar bileşiklere olan ilgi artmıştır [27].

*Aronia* meyveleri ve polifenollerinin primer C57/BL6 fare splenosit hücreleri üzerindeki antiinflamatuvar aktivite çalışması ile *A. mitschurinii* ekstresinin 125 µg gallik asit ekivalanı/ml'de, *A. arbutifolia* ve *A. prunifolia* ekstrelerinin daha düşük konsantrasyonlarda, lipopolisakkarit (LPS) ile stimüle edilmiş IL-6'yı inhibe ettiği gösterilmiştir [28]. Ayrıca yapılan çalışmalarda, antiinflamatuvar aktivitenin bitkinin çoğunlukla flavonoid ve fenolik asit içeriğinden kaynaklandığı belirlenmiştir. Aktiviteden başlıca sorumlu bileşiklerin kersetin, siyanidin 3-arabinozid ve hidroksisinnamik asit türevi bileşikler olduğu belirtilmiştir. [28, 29].

Yapılan bir diğer araştırma, *Aronia* konsantresinin, insan periferik monositlerinde TNF-α, IL-6 ve IL-8 salınımını ve RAW264.7 makrofaj hücrelerinde NF-κB yolağını inhibe ettiğini göstermiştir. Ayrıca, *Aronia* meyvelerinin NF-κB aktivasyonunda, sitokin salınımının ve PGE2 sentezinin inhibisyonunda sodyum selenit ile sinerjize olduğu belirtilmiştir [30].

*A. melanocarpa* türünden izole edilmiş proantosiyanidin bileşiklerince zengin fraksiyonlar ve prosiyanidin C1, B5, B2 ve antosiyaninler, komplement modölatör aktiviteleri, LPS-indüklenmiş RAW 264.7 makrofajların nitrik oksit üretimini inhibisyon aktiviteleri ve hücre canlılık testleri açısından incelenmiştir. Buna göre, siyanidin, prosiyanidin B2, B5, C1 ve proantosiyanidin bileşiklerince zengin fraksiyonlar kompleman fiksasyon testinde oldukça aktif çıkmıştır. Ayrıca, oligomerik prosiyanidinler, hücre proliferasyonunu etkilemeden murin RAW 264.7 makrofajlarında LPS ile indüklenen NO üretimi üzerinde doza bağlı inhibitör etkiler göstermiştir [31].

### ***Obezite ve Diyabet Üzerine Etki***

*Aronia* meyvelerinin, içerdikleri antiinflamatuvar ve antioksidan bileşenlerden dolayı hiperglisemiye bağlı oksidatif stresin ve bunun sonucunda ortaya çıkan komplikasyonların azaltılmasında faydalı etkileri olduğu gösterilmiştir [32].

Yine *Aronia* meyve ekstresinin, insülin sinyali, adipogenez ve inflamasyon ile ilişkili çoklu yolları modüle ederek insülin direnciyle ilgili risk faktörlerini azalttığı belirlenmiştir [33].

Pankreatik  $\alpha$ -amilaz,  $\alpha$ -glukozidaz, lipaz gibi enzimler sindirim sırasında, kompleks moleküllerin daha küçük sindirilebilir forma dönüştürülmesinde önemli rol oynar. *Aronia* ekstreleri ve etkili bileşikleri, bu enzimlerin inhibisyonu ile, besinlerin biyoyararlanımını ve enerji değerini düşürdüğünden dolayı diyabet ve obezite tedavisinde etkili bir yaklaşım teşkil eder [34,35].

Yapılan klinik bir çalışma ile *Aronia* meyve suyunun Tip- 2 diyabetli hastaların açlık kan şekerini düşürdüğü gösterilmiştir [36].

Bir diğer çalışmada ise intraperitoneal streptozotosin (50 mg/kg) uygulanarak sıçanlarda diyabet modeli oluşturulmuş, *Aronia melanocarpa* meyve suyu 10 ve 20 ml/kg dozlarda, sağlıklı ve hasta sıçanlara gavaj yolu ile uygulanarak deneklerin kan glikoz seviyeleri ve obezite parametreleri incelenmiştir. Diyabetik sıçanlarda plazma glikozu ve trigliseritinde streptozotosine bağlı anormalliklerde önemli ölçüde azalma görülmüştür. Diabetes mellitus ve diyabetle ilişkili komplikasyonların önlenmesi ve kontrolünde faydalı olabileceği belirlenmiştir [37].

*Aronia* meyve suyu verilen diyabet modeli KK-Ay farelerde, plazma glikozu, vücut ağırlığı, beyaz adipoz doku azalmıştır. Ayrıca DPP IV inhibisyonu sağlanmıştır. Bu inhibisyon glikoz ilişkili insülin sekresyonunun arttırılması, gastrik boşalmanın yavaşlaması ve postprandiyal glukagon ve gıda alımının azaltılması gibi yollarla tip-2 diyabet tedavisinde önemli bir yaklaşım teşkil eder [38].

### ***Kardiyoprotektif Aktivite***

*Aronia* meyveleri, lipit metabolizması, peroksidasyon, iltihaplanma süreci, pıhtılaşma ve oksidasyon üzerindeki çoklu aktiviteler nedeniyle kardiyoprotektif etkiler gösterir [39].

Metabolik sendromlu hastalar ile yapılan bir çalışmada *Aronia melanocarpa* ekstresinin kullanımı ile total kolesterol (TC), düşük yoğunluklu lipoprotein kolesterolün (LDL-C), ve trigliserit (TG) seviyelerinde belirgin düşüş kaydedilmiştir. 1 aylık ekstre kullanımı sonucunda platelet agregasyonunda önemli derecede inhibisyon görülmüş ve ayrıca pıhtı oluşumunda ve fibrinolizde azalma gözlemlenmiştir [40].

*Aronia* meyve suyunun arteriyel kan basıncı ve lipid parametreleri üzerindeki etkilerini araştırmak üzere yapılan çalışmada, düzenli *Aronia* suyu içilmesinin, toplam kolesterol seviyesinin,



LDL kolesterolün ve trigliseritlerin azalmasına ve yüksek yoğunluklu lipoprotein 2 (HDL2) kolesterolünün artmasına neden olduğu gösterilmiştir [41].

*Aronia* ekstresinin Caco-2 hücrelerinde doza bağlı bir şekilde, kolesterol akışında rol alan genlerin ekspresyonunu etkilediği ve bir şekilde hücrel kolesterolün bağırsak lümenine akışını teşvik ettiği bulunmuştur. Bu çalışma ile ekstrenin hipolipidemik etkileri, en azından kısmen LDL türevi kolesterolün apikal atımının artmasına ve bağırsakta azalmış şilomikron oluşumuna bağlanabileceği ve sirtuinin spesifik izoformlarının bu süreçte önemli bir rol oynayabileceği düşünülmektedir [42].

Miyokard enfarktüsü geçirmiş en az altı ay statin tedavisi gören hastalar ile yapılan çalışmada, hastalarda 6 hafta *Aronia* ekstresi kullanımı sonrasında, kontrole karşı, statinlerden bağımsız olarak inflamasyon şiddetinde azalmaya sebep olduğu gösterilmiştir. Klinikte iskemik kalp hastalığının ikincil korumasında kullanılabileceği belirtilmiştir [43].

Bir diğer çalışmada *A. melanocarpa* meyve zengin ekstreleri, yalnızca kardiyovasküler risk faktörleri olan hastalarda süperoksit üretiminde önemli bir konsantrasyona bağlı azalmaya neden olurken, kontrol grubunda herhangi bir etki gözlenmemiştir.

*A. melanocarpa* meyve ekstreleri, her iki çalışma grubunda da konsantrasyona bağlı olarak önemli bir antiagregan etki gösterilmiş ve bu etkilerin süperoksit üretimini üzerindeki düzenleyici etkiden bağımsız olabileceğini gösterilmiştir [44].

Antosiyaninle zenginleştirilmiş ekstrelerin domuz koroner arterlerinde endotel bağımlı gevşemeyi sağladığı gösterilmiştir. Buna göre *Aronia* ekstresi gibi polifenolce zengin ekstrelerin, vasküler hastalıklarda önemli faydalı etkilere sahip olabileceğini düşünülmektedir [45].

### ***Antikanser ve Antimutajenik Aktivite***

Yapılan birçok *in vitro* ve hayvan deneyi çalışmaları, *Aronia* meyvelerinin ve ekstrelerinin başta kolon kanseri olmak üzere anti-proliferatif veya koruyucu etkilerini göstermektedir [2].

*Aronia melanocarpa* meyvelerinden yarı saflaştırılmış antosiyanin bakımından zengin ekstresinin normal kolon ve kolon kanseri hücre hatları üzerindeki etkisi araştırıldığında, 50 mg monomerik antosiyanin / ml *Aronia* ekstresine 24 saatlik maruz kalma sonucu, insan HT-29 kolon kanseri hücrelerinde % 60 büyüme inhibisyonu gözlenmiştir. Hücrelerin, hücre döngüsünün G1/G0 ve G2/M fazlarında bir blokaj gözlemlenmiştir. Kolon karsinogenezinde koruyucu etkileri ve çoklu etki mekanizmaları belirlenmiştir [46,47]. Sitostatik etkide antosiyaninlerin kimyasal yapısının önemli rol oynadığı belirtilmiştir [48].

*Aronia melanocarpa* meyvelerinden izole edilmiş antosiyaninlerin, Ames testi ile antimutajenik aktivitesi olduğu belirlenmiştir. Bu aktivitenin, esas olarak serbest radikalleri süpürücü

aktivitesi yanı sıra promotajenleri aktive eden ve mutajenleri DNA-reaktif türevlere dönüştüren enzimlerin inhibisyonu yoluyla oluğu düşünölmektedir [49].

### ***Diğer Aktiviteler***

Bitkinin ayrıca hepatoprotektif, gastroprotektif, antibakteriyel, antiviral aktiviteleri ile ilgili çalışmalar yapılmığtır [2,11].

## **SONUÇ VE TARTIĞMA**

Sonuç olarak günümüzde kullanımı yaygınlağan *Aronia melanocarpa* bağta olmak üzere *Aronia* türleri üzerine yapılan çalışmalar göstermiğtir ki; *Aronia* meyvelerinin yüksek fenolik içeriğinden dolayı ve potansiyel terapötik faydaları nedeniyle fonksiyonel bir gıda olarak kullanımı önem kazanmaktadır. Antosiyanin, prosiyanidin, fenolik asit bileşikleri farmakolojik aktiviteden sorumlu başlıca bileşiklerdir. Güçlü antioksidan aktivitesi nedeniyle sağlığı destekleyici etkileri yapılan birçok araştırma ile gösterilmiğtir. Antidiyabetik, kardiyoprotektif, antimutajenik aktiviteleri, obezite, çeğitli inflamatuvar ve kronik hastalıklardaki olumlu etkileri belirlenmiğtir. Güncel kullanımına ek olarak, klinikte koruyucu ve tedavi edici etkileri nedeni ile kullanımının yaygınlağması için, bitkinin kimyasal bileğimi ve biyoaktivitesi üzerine yapılan çalışmaların artarak devam etmesi gerekmektedir.

## **KAYNAKLAR**

1. Beattie, J., Crozier, A., Duthie, G. (2005). Potential health benefits of berries. *Current Nutrition & Food Science* 1: 71-86
2. Kulling, S.E., and Rawel, H.M. (2008). Chokeberry (*Aronia melanocarpa*) - A review on the characteristic components and potential health effects. *Planta Medica*, 74(13), 1625–1634. <https://doi.org/10.1055/s-0028-1088306>
3. Chrubasik, C., Li, G., & Chrubasik, S. (2010). The clinical effectiveness of chokeberry: A systematic review. *Phytotherapy Research*, 24(8), 1107–1114. <https://doi.org/10.1002/ptr.3226>
4. Oszmiański, J., & Lachowicz, S. (2016). Effect of the production of dried fruits and juice from chokeberry (*Aronia melanocarpa* L.) on the content and antioxidative activity of bioactive compounds. *Molecules*, 21, 1098.
5. Tolić, M. T., Krbavčić, I. P., Vujević, P., Milinović, B., Jurčević, I. L., & Vahčić, N. (2017). Effects of weather conditions on phenolic content and antioxidant capacity in juice of chokeberries (*Aronia melanocarpa* L.). *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 67,67–74.

6. Sidor, A., Drożdżyńska, A., & Gramza-Michałowska, A. (2019). Black chokeberry (*Aronia melanocarpa*) and its products as potential health-promoting factors - An overview. *Trends in Food Science and Technology*, 89(March 2018), 45–60. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.05.006>
7. Tanaka T., & Tanaka A. (2001) Chemical components and characteristics of black chokeberry. *Journal of the Japanese Society For Food Science and Technology*; 48: 606–610
8. Chrubasik, C., Li, G., & Chrubasik, S. (2010). The clinical effectiveness of chokeberry: A systematic review. *Phytotherapy Research*, 24(8), 1107–1114. <https://doi.org/10.1002/ptr.3226>
9. Konić-Ristić, A., Šavikin, K., Zdunić, G., Janković, T., Juranic, Z., Menković, N., & Stanković, I. (2011). Biological activity and chemical composition of different berry juices. *Food Chemistry*, 125(4), 1412–1417. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.10.018>
10. Bajec, M. R., & Pickering, G. J. (2008). Astringency: Mechanisms and Perception. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 48(9), 858–875. <https://doi.org/10.1080/10408390701724223>
11. Kokotkiewicz, A., Jaremicz, Z., & Luczkiewicz, M. (2010). Aronia plants: a review of traditional use, biological activities, and perspectives for modern medicine. *Journal of Medicinal Food*, 13(2), 255–269. <https://doi.org/10.1089/jmf.2009.0062>
12. Jurikova, T., Mlcek, J., Skrovankova, S., Sumczynski, D., Sochor, J., Hlavacova, I., Snopek, I., Orsavova, J. (2017). Fruits of black chokeberry *Aronia melanocarpa* in the prevention of chronic diseases. *Molecules*, 22(6), 1–23. <https://doi.org/10.3390/molecules22060944>
13. Jakobek, L., Šeruga, M., Medvidović-Kosanović, M., Novak, I., & Strossmayer, J. J. (2007). Antioxidant activity and polyphenols of *Aronia* in comparison to other berry species. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 72(4), 301–306. Retrieved from <https://pdfs.semanticscholar.org/b5a2/cd69aca19e5f3efae06f5b10497b8585a47e.pdf>
14. Krenn, L., Steitz, M., Schlicht, C., Kurth, H., & Gaedcke, F. (2007). Anthocyanin- and proanthocyanidin-rich extracts of berries in food supplements--analysis with problems. *Die Pharmazie*, 62(11), 803–812.
15. Jeppsson, N., & Johansson, R. (2000). Changes in fruit quality in black chokeberry (*Aronia melanocarpa*) during maturation. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 75(3), 340–345. <https://doi.org/10.1080/14620316.2000.11511247>
16. Skupień, K., & Oszmiański, J. (2007). The effect of mineral fertilization on nutritive value and biological activity of chokeberry fruit. *Agricultural and Food Science*, 16(1), 46–55. <https://doi.org/10.2137/145960607781635822>
17. Wawer, I., Wolniak, M., & Paradowska, K. (2006). Solid state NMR study of dietary fiber powders from aronia, bilberry, black currant and apple. *Solid State Nuclear Magnetic Resonance*, 30(2), 106–113. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ssnmr.2006.05.001>
18. Brand, M. H., Connolly, B. A., Levine, L. H., Richards, J. T., Shine, S. M., & Spencer, L. E. (2017). Anthocyanins, total phenolics, ORAC and moisture content of wild and cultivated dark-

- fruited *Aronia* species. *Scientia Horticulturae*, 224(November), 332–342. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.06.021>
19. Oszmiański, J., & Wojdyło, A. (2005). *Aronia melanocarpa* phenolics and their antioxidant activity. *European Food Research and Technology*, 221(6), 809–813. <https://doi.org/10.1007/s00217-005-0002-5>
20. Benvenuti, S., Pellati, F., Melegari, M., & Bertelli, D. (2006). Polyphenols, anthocyanins, ascorbic acid, and radical scavenging activity of *Rubus*, *Ribes*, and *Aronia*. *Journal of Food Science*, 69(3), FCT164–FCT169. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2004.tb13352.x>
21. Zheng, W., & Wang, S. Y. (2003). Oxygen radical absorbing capacity of phenolics in blueberries, cranberries, chokeberries, and lingonberries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(2), 502–509. <https://doi.org/10.1021/jf020728u>
22. Wu, X., Gu, L., Prior, R. L., & McKay, S. (2004). Characterization of anthocyanins and proanthocyanidins in some cultivars of *Ribes*, *Aronia*, and *Sambucus* and their antioxidant capacity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(26), 7846–7856. <https://doi.org/10.1021/jf0486850>
23. Kapci, B., Neradová, E., Čížková, H., Voldřich, M., Rajchl, A., & Capanoglu, E. (2013). Investigating the antioxidant potential of chokeberry (*Aronia melanocarpa*) products. *Journal of Food and Nutrition Research*, 52(4), 219–229.
24. Teleszko, M., & Wojdyło, A. (2015). Comparison of phenolic compounds and antioxidant potential between selected edible fruits and their leaves. *Journal of Functional Foods*, 14, 736–746. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.02.041>
25. Xie, L., Lee, S. G., Vance, T. M., Wang, Y., Kim, B., Lee, J.-Y., Chun, O.K., & Bolling, B. W. (2016). Bioavailability of anthocyanins and colonic polyphenol metabolites following consumption of aronia berry extract. *Food Chemistry*, 211, 860–868. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2016.05.122>
26. Pham-Huy, L. A., He, H., & Pham-Huy, C. (2008). Free radicals, antioxidants in disease and health. *International Journal of Biomedical Science*, 4(2), 89–96.
27. Ambriz-Pérez, D. L., Leyva-López, N., Gutierrez-Grijalva, E. P., & Heredia, J. B. (2016). Phenolic compounds: Natural alternative in inflammation treatment. A Review. *Cogent Food & Agriculture*, 2(1). <https://doi.org/10.1080/23311932.2015.1131412>
28. Martin, D. A., Taheri, R., Brand, M. H., Draghi, A., Sylvester, F. A., & Bolling, B. W. (2014). Anti-inflammatory activity of aronia berry extracts in murine splenocytes. *Journal of Functional Foods*, 8, 68–75. <https://doi.org/10.1016/J.JFF.2014.03.004>
29. Xu, J., & Mojsoska, B. (2013). The immunomodulation effect of aronia extract lacks association with its antioxidant anthocyanins. *Journal of Medicinal Food*, 16(4), 334–342. <https://doi.org/10.1089/jmf.2012.0151>

30. Appel, K., Meiser, P., Millán, E., Collado, J. A., Rose, T., Gras, C. C., ... Muñoz, E. (2015). Chokeberry (*Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliot) concentrate inhibits NF- $\kappa$ B and synergizes with selenium to inhibit the release of pro-inflammatory mediators in macrophages. *Fitoterapia*, *105*, 73–82. <https://doi.org/10.1016/J.FITOTE.2015.06.009>
31. Ho, G. T. T., Bräunlich, M., Austerheim, I., Wangensteen, H., Malterud, K. E., Slimestad, R., & Barsett, H. (2014). Immunomodulating activity of *Aronia melanocarpa* polyphenols. *International Journal of Molecular Sciences*, *15*(7), 11626–11636. <https://doi.org/10.3390/ijms150711626>
32. Banjari, I., Misir, A., Šavikin, K., Jokić, S., Molnar, M., De Zoysa, H. K. S., & Waisundara, V. Y. (2017). Antidiabetic Effects of *Aronia melanocarpa* and Its Other Therapeutic Properties. *Frontiers in Nutrition*, *4*(November), 1–6. <https://doi.org/10.3389/fnut.2017.00053>
33. Qin, B., & Anderson, R. A. (2012). An extract of chokeberry attenuates weight gain and modulates insulin, adipogenic and inflammatory signalling pathways in epididymal adipose tissue of rats fed a fructose-rich diet. *British Journal of Nutrition*, *108*(4), 581–587. <https://doi.org/10.1017/S000711451100599X>
34. Worsztynowicz, P., Napierała, M., Białas, W., Grajek, W., & Olkowicz, M. (2014). Pancreatic  $\alpha$ -amylase and lipase inhibitory activity of polyphenolic compounds present in the extract of black chokeberry (*Aronia melanocarpa* L.). *Process Biochemistry*, *49*(9), 1457–1463. <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2014.06.002>
35. Bräunlich, M., Slimestad, R., Wangensteen, H., Brede, C., Malterud, K. E., & Barsett, H. (2013). Extracts, anthocyanins and procyanidins from *Aronia melanocarpa* as radical scavengers and enzyme inhibitors. *Nutrients*, *5*(3), 663–678. <https://doi.org/10.3390/nu5030663>
36. Banjari, I., Misir, A., Šavikin, K., Jokić, S., Molnar, M., De Zoysa, H. K. S., & Waisundara, V. Y. (2017). Antidiabetic effects of *Aronia melanocarpa* and its other therapeutic properties. *Frontiers in Nutrition*, *4*(November), 1–6. <https://doi.org/10.3389/fnut.2017.00053>
37. Valcheva-Kuzmanova, S., Kuzmanov, K., Tancheva, S., & Belcheva, A. (2007). Hypoglycemic and hypolipidemic effects of *Aronia melanocarpa* fruit juice in streptozotocin-induced diabetic rats. *Methods and Findings in Experimental & Clinical Pharmacology*, *29*(2), 101–105. <https://doi.org/10.1358/mf.2007.29.2.1075349>
38. Yamane, T., Kozuka, M., Konda, D., Nakano, Y., Nakagaki, T., Ohkubo, I., & Ariga, H. (2016). Improvement of blood glucose levels and obesity in mice given aronia juice by inhibition of dipeptidyl peptidase IV and  $\alpha$ -glucosidase. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, *31*, 106–112. <https://doi.org/10.1016/J.JNUTBIO.2016.02.004>
39. Jurikova, T., Mlcek, J., Skrovankova, S., Sumczynski, D., Sochor, J., Hlavacova, I., Snopek, L., & Orsavova, J. (2017). Fruits of black chokeberry *Aronia melanocarpa* in the prevention of chronic diseases. *Molecules*, *22*(6), 1–23. <https://doi.org/10.3390/molecules22060944>
40. Sikora, J., Broncel, M., Markowicz, M., Chałubiński, M., Wojdan, K., & Mikiciuk-Olasik, E. (2012). Short-term supplementation with *Aronia melanocarpa* extract improves platelet aggregation, clotting, and fibrinolysis in patients with metabolic syndrome. *European Journal of Nutrition*, *51*(5), 549–556. <https://doi.org/10.1007/s00394-011-0238-8>

41. Skoczyńska, A., Jędrychowska, I., Poręba, R., Affelska, A., Turczyn, B., Wojakowska, A., & Andrzejak, R. (2007). Influence of chokeberry juice on arterial blood pressure and lipid parameters in men with mild hypercholesterolemia. *Pharmacological Reports*, 177–182.
42. Kim, B., Park, Y., Wegner, C. J., Bolling, B. W., & Lee, J. (2013). Polyphenol-rich black chokeberry (*Aronia melanocarpa*) extract regulates the expression of genes critical for intestinal cholesterol flux in Caco-2 cells. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 24(9), 1564–1570. <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2013.01.005>
43. Naruszewicz, M., Laniewska, I., Millo, B., & Dłużniewski, M. (2007). Combination therapy of statin with flavonoids rich extract from chokeberry fruits enhanced reduction in cardiovascular risk markers in patients after myocardial infraction (MI). *Atherosclerosis*, 194(2), e179–e184. <https://doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2006.12.032>
44. Ryszawa, N., Kawczyńska-Drózd, A., Pryjma, J., Czesnikiewicz-Guzik, M., Adamek-Guzik, T., Naruszewicz, M., Korbut, R., & Guzik, T. J. (2006). Effects of novel plant antioxidants on platelet superoxide production and aggregation in atherosclerosis. *Journal of Physiology and Pharmacology: an Official Journal of The Polish Physiological Society*, 57(4), 611–626.
45. Bell, D. R., & Gochenaur, K. (2006). Direct vasoactive and vasoprotective properties of anthocyanin-rich extracts. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md. : 1985)*, 100(4), 1164–1170. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00626.2005>
46. Malik, M., Zhao, C., Schoene, N., Giusti, M. M., Moyer, M. P., & Magnuson, B. A. (2003). Anthocyanin-rich extract from *Aronia melanocarpa* E induces a cell cycle block in colon cancer but not normal colonic cells. *Nutrition and cancer*, 46(2), 186–196. [https://doi.org/10.1207/S15327914NC4602\\_12](https://doi.org/10.1207/S15327914NC4602_12)
47. Lala, G., Malik, M., Zhao, C., He, J., Kwon, Y., Giusti, M. M., & Magnuson, B. A. (2006). Anthocyanin-rich extracts inhibit multiple biomarkers of colon cancer in rats. *Nutrition and Cancer*, 54(1), 84–93. [https://doi.org/10.1207/s15327914nc5401\\_10](https://doi.org/10.1207/s15327914nc5401_10)
48. Zhao, C., Giusti, M. M., Malik, M., Moyer, M. P., & Magnuson, B. A. (2004). Effects of commercial anthocyanin-rich extracts on colonic cancer and nontumorigenic colonic cell growth. *Journal of Agricultural And Food Chemistry*, 52(20), 6122–6128. <https://doi.org/10.1021/jf049517a>
49. Gasiorowski, K., Szyba, K., Brokos, B., Kołaczyńska, B., Jankowiak-Włodarczyk, M., & Oszmiański, J. (1997). Antimutagenic activity of anthocyanins isolated from *Aronia melanocarpa* fruits. *Cancer Letters*, 119(1), 37–46. [https://doi.org/10.1016/s0304-3835\(97\)00248-6](https://doi.org/10.1016/s0304-3835(97)00248-6)