

## ***Stevia rebaudiana* Bitkisinin Tatlandırıcı, Antioksidan ve Antimikrobiyal Özellikleri**

Şeyda Karagöz<sup>1</sup> ✉ , Aslıhan Demirdöven<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Zile Meslek Yüksekokulu, Gıda Teknolojisi Bölümü, Tokat

<sup>2</sup>Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Tokat

Geliş Tarihi (Received): 11.03.2016, Kabul Tarihi (Accepted): 01.04.2017

✉ Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): [seyda.karagoz@gop.edu.tr](mailto:seyda.karagoz@gop.edu.tr) (Ş. Karagöz)

☎ 0 356 317 50 78 (6285) 📠 0 356 317 50 79

### ÖZ

Şeker otu olarak da bilinen *Stevia rebaudiana*, tatlandırıcı ve tedavi edici özelliklerinden dolayı milyonlarca insan tarafından yıllardır kullanılmaktadır. Bununla birlikte yapılan çalışmalarda araştırmacılar stevia bitkisinin gıda sektöründe kullanılması mümkün olan çeşitli özelliklerini de rapor etmişlerdir. *Stevia rebaudiana* yaprakları bütün besin maddelerini az da olsa içermektedir. Ancak bu bitkiye sakkarozdan 100 ile 300 kat tatlılık özelliği kazandıran en önemli bileşikler steviol glikozitlerdir. Ayrıca stevia yapraklarında gıdaya antimikrobiyal ve antioksidan özelliği kazandıran flavonoidler ve fenolik bileşiklerin olduğu da belirtilmiştir. Bu durum stevia'nın tatlandırıcı olarak kullanılmasının yanı sıra farklı amaçlarla da kullanılabilmesini göstermektedir. Bu çalışmada, *Stevia rebaudiana* bitkisinin tatlandırıcı, antioksidan ve antimikrobiyal özelliklerinin derlenmesi amaçlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** *Stevia rebaudiana*, Antimikrobiyal, Antioksidan, Tatlandırıcı

### **Sweetener, Antioxidant and Antimicrobial Properties of *Stevia rebaudiana***

#### ABSTRACT

*Stevia rebaudiana*, also known as sugar grass, has been used by millions of people for years because of its sweetening and therapeutic properties. In a number of studies conducted, researchers also reported various properties of stevia plant which can be used in food industry. *Stevia rebaudiana* leaves contain all nutrients at different concentrations but steviol glycosides, that give 100 to 300 times the sweetness of sucrose, are the most important compounds in this plant. It is also stated that there are flavonoids and phenolic compounds that give antimicrobial and antioxidant properties to food in stevia leaves. This shows that stevia can be used for different purposes as well as a sweetener. The purpose of this study was to review the sweetener, antioxidant and antimicrobial properties of *Stevia rebaudiana*.

**Keywords:** *Stevia rebaudiana*, Antimicrobial, Antioxidant, Sweetener

#### GİRİŞ

Tıbbi aromatik bitkiler, hastalıkları önlemek, iyileştirmek ve sağlığı devam ettirmek için insanlık tarihinin başlangıcından beri kullanılmaktadır [1]. Bunun yanında gıda, parfüm ve kozmetik gibi birçok sanayi dalında da

kullanım alanı bulmaktadırlar [2] Ayrıca bu alanlarda tıbbi bitkilere verilen önem giderek artmaktadır. Son yıllarda araştırmacılar gıda endüstrisinde antimikrobiyal etkileri, serbest radikalleri nötralize etme yeteneği, tatlandırıcı özelliği ve bunun gibi daha birçok farklı etkilerinin olması nedeniyle, stevia (*Stevia rebaudiana*)

üzerinde durmakta ve bu bitki ile ilgili çalışmaları literatüre kazandırmaktadırlar [3, 4, 5].

Güney Amerika orijinli stevia bitkisinin ekstraktları kalorisiz, doğal tatlandırıcı (özellikle geleneksel içecekleri tatlandırmada) olarak yıllardır Japonya, Çin, Kore ve Brezilya başta olmak üzere birçok ülkede kullanılmaktadır. Stevia'nın diğer tatlandırıcılardan farklı olmasının başlıca nedenleri ısıya dayanıklı olması, toksik olmaması, ağızda acı tat bırakmaması ve lif içeriğinin yüksek olmasıdır [6, 7]. Ayrıca stevia'nın tatlandırıcı özelliği glikozitlerin yüksek tatlılık ve düşük kalori özelliklerinden kaynaklanmaktadır [8, 9]. *Stevia rebaudiana* yaprakları, tetrasiklik diterpen steviolden türetilen sekiz farklı glikozitin yüksek konsantrasyonlarını ( $\geq 30\%$ ) içerebilmektedir [9, 10]. Bu nedenle stevia, sakkarozdan 300 kat daha tatlıdır. Ayrıca kalori içermez, kan şekeri seviyesinde ani değişimlere neden olmaz [11]. Steviol glikozitler tatlılık verme amacıyla kullanılmakla birlikte, gıdaların işlenmesi ve depolanması sırasında tatlılığını koruma ve farklı işlem koşullarında stabiliteyi kaybetmeme gibi özellikleri açısından da üreticilere avantaj sağlamaktadır [12]. Stevia yaprakları steviol glikozitlere ek olarak antimikrobiyal ve antioksidan özelliklere sahip fenolik bileşikler, C vitamini, karotenoidler ve klorofilleri yüksek miktarda içerirler [13-17]. *S. rebaudiana* yaprak ekstresi doğal bir antioksidan ajan olarak kullanıma potansiyeline sahiptir [18]. Özellikle stevia sulu ekstraktlarının, gıdalarda kullanılan katkı maddelerinin zararlı etkilerini azaltabileceği düşünülmektedir [13, 17]. Bu düşünce fenolik bileşiklerin antioksidan özelliği göstermesinden ileri gelmektedir [19, 20]. Stevia yapraklarında yüksek antioksidan kapasitesi gösteren 18 fenolik bileşik mevcuttur [16]. Stevia yapraklarının antioksidan özelliği, folik asit, pirogalol, flavonoidler ve fenolik bileşiklerin yüksek seviyelerinden kaynaklanmaktadır [16, 21, 22]. Stevia yapraklarında potansiyel antimikrobiyal özelliği ile bilinen inulin tipi fruktooligosakkaritler, tanninler, esansiyel yağ asitleri ve diğer aromatik maddeler gibi bir çok kimyasal bileşik bulunmaktadır [23, 24]. Bu nedenle stevia'nın materyal olarak kullanıldığı birçok çalışmada mikroorganizmalar üzerinde antibakteriyel ve antifungal etkilerine rastlamak mümkündür. Literatürde, *Salmonella typhimurium*, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus* [25] *Aeromonas hydrophila*, *Vibrio cholerae*, *Escherichia coli* [26], *A. flavus*, *F. verticillioides* [27] *Epidermophyton spp.*, *Candida albicans* ve *Trichophyton mentagrophytes* [28] gibi mikroorganizmaları kapsayan çalışmalar mevcuttur.

## STEVİANIN KİMYASAL BİLEŞİMİ

*S. rebaudiana* bitkisinin kimyasal yapısını belirleme çalışmaları 20. yy'ın başlarında başlamıştır [29]. Stevia, şeker otu yapraklarının kurutulup öğütülmesi ile elde edilen toz şeker otu, konsantre şeker otu ekstraktı ve toz şeker otu ekstraktı olarak kullanılabilir [30]. Stevia yapraklarından kurutulmuş elde edilen ekstraktlar; flavonoid, alkaloit, suda çözünen klorofil ve ksantofil, hidrokisinnamik asit (kafeik, klorojenik vs.), nötral suda çözünen oligosakkarit, serbest şeker, aminoasit, esansiyel yağlar ve iz elementleri

(alüminyum, demir, çinko vs.) içermektedir. İçerdiği bazı besin öğeleri ve miktarları Tablo 1'de verilmiştir [31].

Stevia yaprakları sakkarozdan daha tatlı olan steviosit, rebaudiosit A, B, C, D, E ve dulcosit-A glikozitleri içermektedir. Bu glikozitlerden steviosit ve rebaudiosit A özellikle tatlandırıcı olarak önem arz etmektedir [30, 33]. *S. rebaudiana* yaprakları; ent-kauren glikozitlere ek olarak askorbik asit,  $\beta$ -karoten, krom, kobalt, magnezyum, demir, potasyum, fosfor, riboflavin, tiamin, çinko, stigmasterol,  $\beta$ -sitosterol, kampesterol ve çeşitli flavonoidler içermektedir [34, 35].

Stevia, elzem aminoasitlerce, mineral ve lifçe zengindir [29]. Mohammad ve arkadaşları [36], stevia yapraklarından glutamik asit, aspartik asit, lizin, serin, alanin, prolin, tirozin, izolösin ve metiyonin gibi 9 esansiyel amino asit tespit edilmişlerdir. Abou-Arap ve ark. [37] tarafından, 17 aminoasit tanımlanmıştır [38].

Kurutulmuş stevia yaprakları 1.9 -5.6 g /100g arasında lipid ihtiva etmektedir [39]. Ağırlıklı olarak palmitik (27.51-29.5 g/ 100g), linoleik asit (21.59-32.6 g /100g) ve ayrıca linolenik, oleo palmitik, stearik ve oleik asitleri içermektedir. Stevia yapraklarının antioksidan özelliği olduğu bilinen polifenolik bileşikleri ihtiva ettiği de bilinmektedir [38].

Steviada bulunan mineraller ise sırası ile kalsiyum (464.4 mg/100g), fosfor (11.4 mg/100g), demir (55.3 mg/100g), sodyum (190 mg/100g) ve potasyum (1800 mg/100g)'dur. Bu bulgular stevia'nın, sağlığın korunması ve birçok metabolik prosesin düzenlenmesi için gerekli olan mineralleri içeren bir bileşen olduğu görüşünü desteklese de, stevia'nın yüksek oksalik asit içeriği, kalsiyum, demir ve yeşil yapraklı bitkilerde bulunan diğer besin öğelerinin biyoyararlılığının azalmasına neden olan anti-besinsel bir özelliği olarak ortaya çıkmaktadır [29, 32, 40].

## TATLANDIRICI ÖZELLİĞİ

Dünyada kabul gördüğü haliyle "tatlandırıcı" ifadesi, tatlılık veren her çeşit madde için kullanılmaktadır. Tatlandırıcılar, kimyasal yapılarına göre kalorili olan karbonhidrat türü tatlandırıcılar ve kalorili olmayan alternatif tatlandırıcılar olmak üzere iki ana guruba ayrılmaktadır [40]. Şekil 1'de görüldüğü üzere stevia yüksek yoğunluklu alternatif gıda tatlandırıcılar arasında yer almaktadır. Gıda tatlandırıcı ve gıda katkı maddesi olarak bilinen stevia, 1970'lerden beri Japonya'da yapılan üretim ve işleme çalışmalarıyla tüm dünyada milyonlarca insan tarafından kullanılmaktadır [41].

Bunun yanında ABD'de stevia'nın bir gıda katkısı olarak kullanılması 1987'de yasaklanmış ancak 1995 yılında bitkinin, bir diyabet ürünü ve 2008'den sonra tatlandırıcı olarak kullanılmasına izin verilmiştir [26, 43]. Avrupa Birliği (AB) tarafından, Aralık 2011'den bu yana steviol glikozitlerinin (E960) gıda katkı maddesi ve tatlandırıcı olarak kullanılmasına izin verilmiş ve stevia glikozitleri için günlük alım miktarını 4 mg/kg vücut ağırlığı olarak belirlemiştir, ayrıca çeşitli gıda kategorilerindeki kullanımı, özel tıbbi amaçlı ve kilo kontrolü için gıda

takviyesi ve diyet gıdaları, aromalı fermente süt ürünleri, dondurma, çikolata ürünleri, ince fırıncılık ürünleri, marmelat, meyve nektarı, aromalı içecekler için uygun görülmüştür [44, 45]. Ülkemizde ise 30.06.2013 tarihinde Resmi Gazete'de yayınlanan (28693 sayılı),

Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği'ne göre steviol glikozitlerin (E 960) Türkiye'de tatlandırıcı olarak kullanımına izin verilmiştir [43].

Tablo 1. Stevia bitkisinin besin içeriği (kuru madde esasına göre 100 g'da) [29, 32]

Bileşen adı	Miktarı
Nem (g)	7
Enerji (kcal)	270
Protein (g)	9.8
Yağ (g)	2.5
Karbonhidrat (g)	52
Kül (g)	10.5
Ham lif	18.5
Mineraller	
-Kalsiyum (mg)	464.4
-Fosfor (mg)	11.4
-Demir (mg)	55.3
-Sodyum (mg)	190
-Potasyum (mg)	1800
Anti Besinsel Faktörler	
-Okzalik asit (mg)	2295
-Taninler (mg)	0.01

Stevia yapraklarında bulunan tatlılık bileşikleri diterpen glikozit (steviosit (%4-13), rebaudiosit A (%2-4), rebaudiosit C (%1-2), dulcosit A (%0.4-0.7) ve steviol monosit, rubusosit, steviol biosit, rebaudiosit B ve rebaudiosit F gibi daha az oranda mevcut tiplerinde steviol glikozitler) bileşiklerdir [11, 26]. Önemli bir bitki hormonu olan gibberellik asidin başlangıç aşamasına çok benzeyen bir oluşum mekanizması kullanılarak sentez edilirler. Steviol glikozit ve gibberellin mekanizmaları ara bileşik kauren sentezinden sonra ayrılır. Steviadaki lauren steviola (tatlı glikozitin temel yapısı) dönüştürülür, daha sonra esas tatlandırıcıları oluşturmak için glikolize veya rhamninoz edilirler [46]. Burada esas ana tatlandırıcı bileşik steviosittir. Bununla birlikte steviosit tatlı olmasına rağmen yapısındaki esansiyel yağlar, taninler ve flavonoidlerden dolayı ağızda istenmeyen acımsı bir tat bıraktığından bunu engellemek için izomaltaz β- galaktosidaz veya dekstrin sakkaraz ile enzimatik modifikasyon gerçekleştirilir [35, 39, 47]. Ayrıca steviada diğer tatlandırıcı bileşikler de mevcut olmakla birlikte düşük konsantrasyonlarda bulunmaktadır. Bitkinin yetiştirme şartları ve çeşidine bağlı olarak kuru yapraklardaki ağırlıkları %4-20 arasında değişmektedir [6,48].

Stevia daha öncede belirtildiği gibi kalori içermeyen sağlıklı bir tatlandırıcıdır. Bu avantajının yanı sıra stevianın birçok yiyecek üretiminde yer alabilmesinin en önemli sebeplerinden biri, steviosit bileşenlerinin yapısının özellikle 95°C sıcaklıkta sabit kalmasının pişirme açısından avantaj sağlamasıdır [49, 50]. Ayrıca üretim esnasında stevia ekstraktının fermente olmadığı gibi pişirme ve fırınlama işlemlerinde esmerleşme reaksiyonlarına katılmadığı tespit edilmiştir [37, 49, 51]. Tüm bu özelliklerinden ötürü tatlılık ve diğer tatlandırıcılarla sinerjik etkiye sahip *Stevia rebaudiana* yapraklarından elde edilen glikozit son on yılda dikkatleri üzerine çekmektedir [52]. Literatürde stevia yapraklarının diğer tatlandırıcılara karşı avantaj ve

dezavantajlarını tespiti üzerine birçok çalışma mevcuttur. Bu çalışmalarda, stevia yapraklarının, ürünlerin birçok yönden kalite kriterlerini olumsuz yönde etkilemediği ancak bazı ürünlerde miktar arttıkça lezzetin olumsuz yönde etkilenebileceği belirtilmiştir [29, 31, 53, 54].

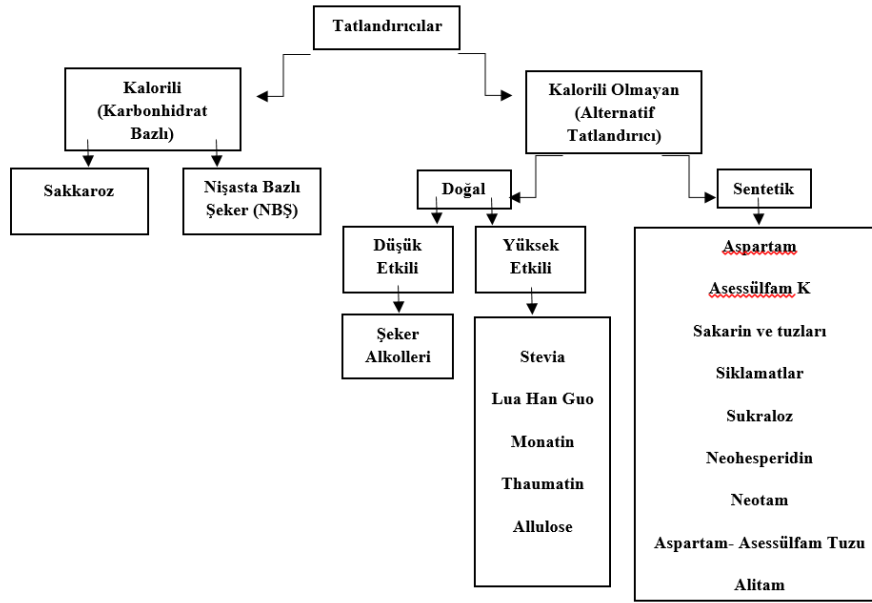
## ANTIOKSİDAN ÖZELLİĞİ

Antioksidanlar, otookside olabilir materyallerin oksidasyon başlangıcını geciktiren veya oksidasyon hızını azaltan maddelerdir. Gerek doğal ve gerekse sentetik yüzlerce bileşimin antioksidan özelliklere sahip olduğu bilinmektedir [55, 56]. Antioksidanlar başlıca dört yolla oksidanları etkisiz hale getirirler [57]; 1- Süpürme etkisi (scavenging): Oksidanları daha zayıf yeni bir moleküle dönüştürerek etkisizleştirir. Antioksidan enzimler ve mikromoleküller bu yolla etki eder; 2- Söndürme etkisi (quenching): Oksidanlara bir hidrojen aktararak inaktive etmesidir. Vitaminler, flavonoidler, trimetazidin ve mannitol bu şekilde etki eder; 3- Zincir reaksiyonlarını kırma etkisi (chain breaking): Hemoglobin, serüloplazmin ve ağır mineraller oksidanları kendilerine bağlar ve inaktive eder; 4- Onarma etkisi (repair): Oksidatif hasar görmüş biyomolekülleri onarırlar.

Bununla birlikte görülen antioksidan aktiviteler; C vitamini, fenolik bileşikler, karotenoitler ve E vitamini gibi bileşiklerden kaynaklanmaktadır [56]. Ruiz ve arkadaşları *S. rebaudiana* yapraklarının antioksidan özelliğinin klorofil, karotenoit, fenolik bileşikler ve flavonoidler gibi polar bileşiklerden kaynaklandığını belirtmişlerdir. Fenolik bileşikler, fenolik asitler ve flavonoidler olmak üzere iki gruba ayrılırlar. Flavonoidler, bitkisel çayların, meyve ve sebzelerin doğal yapılarında bulunan polifenolik antioksidanlardır [59]. Fenolikler en aktif doğal antioksidanlardan olup, antioksidan etkilerini serbest radikalleri bağlama, metallerle şelatları

oluşturmaları ve lipoksijenaz enzimini inhibe etmeleri ile gerçekleştirilmektedirler [60, 61] ve stevia yapraklarında fenolik bileşikler, flavonoidler gibi antioksidan bileşiklerin

olduğu belirtilmektedir [54]. Stevia'da bulunan mevcut antioksidan bileşikler Tablo 2 de verilmiştir.



Şekil 1. Tatlandırıcıların sınıflandırılması [40, 42]

Stevia kuru yaprak ekstraktlarının toplam pigment, toplam fenolik ve flavonoidler içeriklerinin sırasıyla 17.7-24.3 mg/g, 28.7-28.4 mg/g ve 39.3-36.7 mg/g arasında bulunduğu belirtilmiştir. Troloks eşdeğer antioksidan kapasitesinin (TEAC) 618.5-623.7 mM/mg arasında ve 1-1-difenil 2-pikril hidrazil (DPPH) dekolorizasyon değerinin %86.4-84.3 arasında değiştiğini ve çeşitler arasında (Morita II ve Criolla) önemli bir fark olmadığını belirtmişlerdir. Ayrıca β-karoten ağartma inhibisyonunun %62.3-77.9, indirgeme gücünün %85.2-86 ve şelatlama aktivitesinin Cu<sup>2+</sup> için %57.3-59.4 ve Fe<sup>2+</sup> için %52.2-54.4 arasında değiştiği rapor edilmiştir [58]. Ayrıca, Kim ve arkadaşlarına göre [21], stevia yapraklarının (kateşin) sulu ekstraktında toplam fenolik bileşikler 130.67 g/kg iken flavonoid içeriği (kuersetin) 15.64 g/kg'dır. Ferrik iyon indirgeme antioksidan parametresi (FRAP) kullanılarak stevia yapraklarının antioksidan kapasitesi gallik asit eş değeri olarak 9.66 g/kg ve 11.03 g/kg (kuru ağırlık bazında kullanılan çözücüye göre değişen) arasında değiştiği belirtilmiştir [23, 67].

Bu bitkinin lipofilik bir radikal olan DPPH radikalini inhibe ederek, hidroksil radikalini, nitrik oksit ve süperoksit anyonunu ve hidrojen peroksiti ortamdaki temizleyerek standart askorbik asit ile karşılaştırıldığında askorbik aside göre daha güçlü bir antioksidan olduğu gösterilmiştir [35, 68]. Ayrıca sardunya yağında oluşan hidrojen peroksiti, DL-α-tokoferol ya da yeşil çay ekstraktından daha çok inhibe ettiği bildirilmiştir. Stevia yaprağı ekstraktının antioksidan aktivitesi serbest radikal elektronlar ve süperoksitleri uzaklaştırmasına dayandırılmıştır [26, 69]. Oksijen radikali emme kapasitesi (ORAC) ve hücresel antioksidan aktivite (CAA) analizleri aracılığıyla stevia yapraklarının

antioksidan aktivitesinin gövde ekstraktına göre daha fazla olduğu belirlenmiştir [70].

## ANTİMİKROBİYAL ÖZELLİĞİ

Antimikrobiyal bileşikler çoğunlukla ikincil metabolitler olan fenoller ve bunların oksijen-ikame türevleri olarak bitki ve/veya meyvelerde bulunmaktadır. Bitkilerde antimikrobiyal etkiden sorumlu olan temel bileşikler fenolikler, fenolik asitler, kuinonlar, saponinler, flavonoidler, taninler, kumarinler, terpenoidler ve alkaloidler olarak bilinmektedir [71, 72].

Doğal antimikrobiyal maddelerin etki mekanizmaları tam olarak anlaşılamamış olmakla birlikte, terpenoidler ve fenoliklerin hücre membranını parçaladığı, flavonoidlerin metal şelatasyonuna neden olduğu, kumarin ve alkaloidlerin ise genetik materyal üzerine etki ederek mikroorganizma gelişimini engellediği bilinmektedir [72, 73].

*S. rebaudiana* ekstraktları içerisinde antimikrobiyal etkiye sahip gallik asit, kafeik asit ve protokateşik asit gibi bazı fenolik asitler ve *S. rebaudiana* ekstraktında mevcut olabilen kaempferol, kuersetin, izokuersetin, apigenin ve luteolin gibi bazı flavonoid maddelerin olduğu tespit edilmiştir [74, 27]. Bununla beraber stevianın antimikrobiyal özelliği üzerine çeşitli çalışmalar mevcuttur. Bazı çalışmalarda (su, aseton, kloroform, metanol, çözücü madde olarak etil asetat ya da heksan ile birlikte), *S. rebaudiana* çeşitli ekstraktlarının antimikrobiyal aktivitesi araştırılmış ve seçilen bazı mikroorganizmalar üzerindeki etkisi incelenmiştir [25, 28, 67].

Tablo 2. Stevia yapraklarında bulunan antioksidan bileşikler [21, 23, 63, 64, 65, 66]

Polifenolik Bileşikler	
Polifenolik asitler	pirogallol 4-metoksibenzoik asit 4-kumarik asit 4-metilkatekol sinapik asit sinnamik asit
Klorojenik asitler	3-kafeoilkinik asit (3-CQA) 5-kafeoilkinik asit (5-CQA) 4-kafeoilkinik asit (4-CQA) 3,5-dikafeoilkinik asit (3,5-diCQA) 3,4-dikafeoilkinik asit (3,4-diCQA) 4,5-dikafeoilkinik asit (4,5-diCQA) 5-kafeoylshikimic asit 5-feriloyilkinik asit Diğer klorojenik asitler
Flavonoitler	
Flavanoller	kuersetin kuersetin-3-O-β-D-arabinosit kuersetin-3-O-β-D-ramnosit kuersetin-3-O-glukozit kuersetin-3-O-rutinosit kuersetin-3-O-(4-O-trans-kafeoil)a-L-ramno-piranosil-(1-6)-β-D galatopiranosit kaempferol-3-O-ramnosit
Flavonlar	apigenin apigenin-4'-O-β-D-glikozit apigenin-7-O-β-D- glikozit luteolin luteolin-7-O-β-D- glikozit

Ghosh ve ark. [25] *Stevia rebaudiana* yapraklarının antimikrobiyal potansiyelini anlamak amacıyla, altı farklı çözücüler (su, etanol, petrol eteri, siklo hekzan, aseton ve kloroform) kullanarak elde ettikleri ekstraktları gıda bozulmalarına neden olan on patojene (Fungal: *Alternaria solani*, *Helminthosporium solani*, *Aspergillus niger*, *Penicillium chrysogenum*; Bakteriyel: *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, *Enterococcus faecalis*, *Proteus mirabilis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*) karşı mikrobiyal teste tabi tutmuşlardır ve bunun sonucunda 250 µg/mL petrol eteri ekstraktının (MİK), test mikroorganizması *E. coli*'nin petri plakalarında tamamen büyümesini engelleyecek kadar yeterli olduğunu, bakteriler arasında *S. aureus* ve küfler arasında *P. chrysogenum*'ün, dört ekstrakta (su, petrol eteri, siklo hekzan ve kloroform) karşı en fazla duyarlılık gösterdiğini ancak *B. subtilis*'in petrol eteri ve aseton ekstraktı dışında hepsine karşı en fazla dirençli olduğunu rapor etmişlerdir. En yüksek antifungal indeks (Afl-15 mm) ve antibakteriyel indeks (Abl-11.2 mm), tüm patojenlere karşı petrol eteri ekstraktı, en az etkili olarak da etanol ve siklo hekzan ekstraktlarının (En düşük Abl ve Afl) olduğunu tespit edilmişlerdir. Sırasıyla siklo hekzan, aseton ve etanol ile elde edilen ekstraktların *P. chrysogenum* (8.0 mm), *A. solani* (7.0 mm) ve *A. niger* (9.0 mm) için seçici inhibisyon göstermek dışında, anti fungal aktivite göstermediğini belirtmişlerdir. Tüm bu bulgularının sonucunda *S. rebaudiana* Bertoni yaprak ekstraktlarının, farmasötik

maddeler ve/veya koruyucular olarak kullanılabilen bir role sahip olabileceği kanısına varmışlardır.

Bir diğer çalışmada ise *S. rebaudiana* yaprakları dört solvent (etil asetat, aseton, kloroform ve su) ile ekstrakte edilmiştir. *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhi*, *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, *Aeromonas hydrophila* ve *Vibrio cholerae*'ye karşı antimikrobiyal ve antitümör aktiviteleri belirlenmiştir. Ayrıca *Candida albicans*, *Cryptococcus neoformans*, *Trichophyton mentagrophytes* ve *Epidermophyton* türleri ile antimaya ve antifungal aktivite test edilmiştir. Test edilen dört ekstrakt arasında asetonla elde edilen ekstraktın etkili antibakteriyel potansiyele sahip olduğu ve bunu etil asetat ekstraktının izlediği tespit edilmiştir. Araştırma sonucunda *S. rebaudiana* yapraklarının çeşitli solventlerle ekstrakte edildiğinde antimikrobiyal ve antitümör aktivitelerinin doğrulandığı rapor edilmiştir [28].

Ayrıca, *S. rebaudiana* Bertoni yaprakları su, metanol, etil asetat ve hekzan ile ekstre edilmiş ve *B. subtilis*, *S. aureus*, *M. luteus*, *S. marcescens*, *P. aeruginosa*, *B. megaterium*, *E. coli*, *P. vulgaris* ve küf olan, *A. niger* ve *R. oligosporus*'a karşı antimikrobiyal etkileri incelenmiştir. Çalışma sonucunda su ile elde edilen ekstrelerin sadece *B. subtilis* ve *S. aureus*'a karşı aktivite gösterdiği, metanol ekstresinin, *P. aeruginosa*'ya karşı en yüksek inhibisyon zonu verirken, *S. aureus* ve

küfe karşı minimum inhibisyon zonu gösterdiğini, *B. megaterium* ve küfün sırasıyla etil asetat ve hekzan ekstrelerine karşı oldukça hassas olduğunu, oysa *A. niger* ve *B. subtilis* sırasıyla etil asetat ve hekzan ekstraktlarına karşı en az duyarlı bulunduğunu belirtmişlerdir. Bununla beraber hekzan ekstresinin, test edilen mikroorganizmalar arasında küfe karşı en yüksek etkinliği sahip olduğunu rapor etmişlerdir. Çalışma sonucu olarak *S. rebaudiana* yaprak ekstraktının olası antimikrobiyal potansiyelini teyit etmişlerdir [67]. Ayrıca stevia bileşiklerinin biyolojik aktivitesi üzerine de araştırmalar mevcuttur; *S. rebaudiana* fermente ekstresinin enterohemorajik *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium*, *B. subtilis*, *S. aureus* ve diğer gıda kaynaklı patojen bakterilere karşı inhibisyonu incelenmiştir [25, 26, 72, 75] ve yapılan birçok çalışma sonucunda stevia bitkisinin antibakteriyel ve antifungal etkilerinin olduğu ifade edilmiştir.

## SONUÇ

Stevia özellikle şeker hastalığı gibi çeşitli hastalıklara iyi gelmesi, kalorisiz olması, toksik olmaması ve gıda işleme sırasında esmerleşme reaksiyonlarına katılmaması gibi özelliklerinden ötürü doğal bir tatlandırıcı olarak yıllardır birçok ülkede kullanılmaktadır. Stevia flavonoid, klorofil ve ksantofil, hidroksisinnamik asit, aminoasit, esansiyel yağlar, iz elementleri vb. gibi birçok bileşeni içermektedir. Bununla beraber stevia bitkisine tatlılık veren en önemli bileşik steviosittir. Ayrıca stevia içerisinde antimikrobiyal ve antioksidan özelliklere sahip bileşenlerde mevcuttur. Stevia bitkisine bu özelliği kazandıran en önemli bileşikler fenolik maddeler, tanenler, esansiyel yağlar ve diğer bileşiklerdir.

*S. rebaudiana* bileşenlerindeki bu çeşitlilik stevia bitkisine birçok yönden fonksiyonel özellik kazandırmaktadır. Bu fonksiyonel özellikler içerisinde antioksidan ve antimikrobiyal özellikler son yıllarda dikkat çekmektedir. Bu derlemede, gıda endüstrisinde kullanılan katkı maddesinin neden olduğu sıkıntılardan ötürü toplumun fonksiyonel ve doğal ürünlere ilgisinin artmasıyla beraber, katkı maddelerinin azaltılması ve doğal ürünlerin kullanılması üzerine yapılan çalışmalar için stevia'nın iyi bir bileşen olarak kullanılabilmesi için dününcesine varılmıştır.

## KAYNAKLAR

- [1] Kesici-Güler, H., Dönmez, İ.E., Alay-Aksoy, S. (2015). Tıbbi ve aromatik bitkilerin antibakteriyel aktivitesi ve tekstil sektöründe kullanımı. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Dergisi*, 10(2), 27-34.
- [2] Faydaoğlu, E., Sürücüoğlu, M.S. (2013). Tıbbi ve aromatik bitkilerin antimikrobiyal, antioksidan aktiviteleri ve kullanım olanakları. *EÜFBED* 6(2): 233-265.
- [3] Sarić, G., Marković, K., Vukičević, D., Lež, E., Hruškar, M., Vahčić, N. (2013). Changes of antioxidant activity in honey after heat treatment. *Czech Journal of Food Sciences*, 31(6), 601-606.
- [4] Bajčan, D., Tomáš, J., Uhlířová, G., Árvay, J., Trebichalský, P., Stanovič, R., Šimanský, V. (2013). Antioxidant potential of spinach, peas and sweet corn in relation to freezing period. *Czech Journal of Food Sciences*, 31(6), 613-618.
- [5] Kobus-Moryson, M., Gramza-Michałowska, A. (2015). Directions on the use of stevia leaves (*Stevia rebaudiana*) as an additive in food products. *Acta Sci. Pol. Technol. Aliment.*, 14(1), 5-13.
- [6] İnanç, A.L., Çınar, İ. (2009). Alternatif doğal tatlandırıcı: Stevia. *Gıda*, 34(6), 411-415.
- [7] Gantait, S., Das, A., Mandal, N. (2015). *Stevia*: A comprehensive review on ethnopharmacological properties and in vitro regeneration. *Sugar Technology*, 17(2), 95-106.
- [8] Boileau, A., Fry, J., Murray, R. (2012). A new calorie-free sugar substitute from the leaf of the stevia plant arrives in the UK. *Nutr. Bull.*, 37(1), 47-50.
- [9] Yang, Y.H., Huang, S.Z., Han, Y.L., Yuan, H.Y., Gu, C.S., Zhao, Y.H. (2014). Base substitution mutations in uridinediphosphate-dependent glycosyltransferase 76g1 gene of *Stevia rebaudiana* causes the low levels of rebaudioside A mutations in ugt76g1, a key gene of steviol glycosides synthesis. *Plant Physiol. Bioch.*, 80, 220-225.
- [10] Yadav, A.K., Singh, S., Dhyani, D., Ahuja, P.S. (2011). A review on the improvement of stevia [*Stevia rebaudiana* (bertoni)]. *Can. J. Plant Sci.*, 91(1), 1-27.
- [11] Periche, A., Castelló, M.L., Heredia, A., Escriche, I. (2015). Influence of drying method on steviol glycosides and antioxidants in *Stevia rebaudiana* leaves. *Food Chemistry*, 172, 1-6.
- [12] Balkır, P. (2016). Stevia; fonksiyonel özellikleri ve gıdalarda kullanım olanakları. *Gıda*, 41(6), 435-442.
- [13] Barba, F.J., Esteve, M.J., Frígola, A. (2014). Bioactive components from leaf vegetable products. *Stud. Nat. Prod. Chem.*, 41(11), 321-346.
- [14] Belda-Galbis, C.M., Pina-Pérez, M.C., Espinosa, J., Marco-Celdrán, A., Martínez, A., Rodrigo, D. (2014). Use of the modified gompertz equation to assess the *Stevia rebaudiana bertoni* antilisterial kinetics. *Food Microbiology*, 38, 56-61.
- [15] Criado, M.N., Barba, F.J., Frígola, A., Rodrigo, D. (2014). Effect of *Stevia rebaudiana* on oxidative enzyme activity and its correlation with antioxidant capacity and bioactive compounds. *Food Bioprocess Technology*, 7(5), 1518-1525.
- [16] Muanda, F.N., Soulimani, R., Diop, B., Dicko, A. (2011). Study on chemical composition and biological activities of essential oil and extracts from *Stevia rebaudiana bertoni* leaves. *LWT-Food Science and Technology*, 44(9), 1865-1872.
- [17] Barba, F.J., Grimi, N., Vorobiev, E. (2015). Evaluating the potential of cell disruption technologies for green selective extraction of antioxidant compounds from *Stevia rebaudiana bertoni* leaves. *Journal of Food Engineering*, 149, 222-228.
- [18] Hajhashemi, S., Geuns, J.M.C. (2014). Radical scavenging activity of steviol glycosides, steviol

- glucuronide, hydroxytyrosol, metformin, aspirin and leaf extract of *Stevia rebaudiana*. *Free Radicals Antioxidant*, 3, 34-41.
- [19] Kunyanga, C.N., Imungi, J.K., Okoth, M.W., Biesalski, H.K., Vadivel, V. (2012). Total phenolic content, antioxidant and antidiabetic properties of methanolic extract of raw and traditionally processed Kenyan indigenous food ingredients. *LWT-Food Science and Technology*, 45, 269-276.
- [20] Uçar, E., Odabaş-Köse, E., Özyiğit, Y., Turgut, K. (2015). Bazı tıbbi ve aromatik bitkilerde esansiyel yağların antimikrobiyal aktivitelerinin belirlenmesi. *SDÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10(2), 118-124.
- [21] Kim, I.S., Yang, M., Lee, O.H., Kang, S.N. (2011). The antioxidant activity and the bioactive compounds content of *Stevia rebaudiana* water extracts. *Food Science and Technology*, 44, 1328–1332.
- [22] Hajihashemi, S., Ehsanpour, A.A. (2014). Antioxidant response of *Stevia rebaudiana* b. to polyethylene glycol and paclobutrazol treatments under in vitro culture. *Appl. Biochem. Biotechnol.*, 172, 4038–4052.
- [23] Christaki, E., Bonos, E., Giannenas, I., Karatzia, M.A., Florou-Paneri, P. (2013). *Stevia rebaudiana* as a novel source of food additives. *J. Food Nutr. Res.*, 52(4), 195–202.
- [24] Braz de Oliveira, A.J., Correia Goncalves, R.A., Cantuaria Chierrito, T.P., Muller dos Santos, M., Mera de Souza, L., Gorin, P.A.J., Lanzi Sasaki, G., Lacomini, M. (2011). Structure and degree of polymerisation of fructooligosaccharides present in roots and leaves of *Stevia rebaudiana* (Bert.) *bertoni*. *Food Chemistry*, 129, 305–311.
- [25] Ghosh, S., Subudhi, E., Nayak, S. (2008). Antimicrobial assay of *Stevia rebaudiana* *bertoni* leaf extracts against 10 pathogens. *IJIB*, 2, 27–31.
- [26] Lemus-Mondaca, R., Vega-Gálvez, A., Zura-Bravo, L., Ah-Hen, K. (2012). *Stevia rebaudiana* *bertoni*, source of a high-potency natural sweetener: a comprehensive review on the biochemical, nutritional and functional aspects. *Food Chemistry*, 132, 1121–1132.
- [27] Garcia, D., Ramos, A.J., Sanchis, V., Marín, S. (2012). Effect of equisetum *arvense* and *Stevia rebaudiana* extracts on growth and mycotoxin production by *aspergillus flavus* and *fusarium verticillioides* in maize seeds as affected by water activity. *International Journal of Food Microbiology*, 153, 21–27.
- [28] Jayaraman, S., Saranana Manoharan, M., Illanchezian, S. (2008). In-vitro antimicrobial and antitumor activities of *Stevia rebaudiana* (asteraceae) leaf extracts. *Trop. J. Pharm. Res.*, 7, 1143-1149.
- [29] Karaca, S. (2010). *Stevia rebaudiana* Yapraklarından Ekstrakte Edilen “Stevioside” İle “Rebaudioside A”nın Meyveli ve Gazlı İçeceklerde Kullanımı. Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya.
- [30] Uçar-Sözmen, E. (2015). Şeker Otu (*Stevia rebaudiana bertoni*) Bitkisinin Bazı Verim ve Kalite Özellikleri Üzerine Farklı Azot Dozlarının Etkisi. Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Antalya.
- [31] Yavaş-Sarioğlu, A., 2015. Düşük Kalorili Dondurma Üretiminde Doğal Tatlandırıcı Olarak *Stevia* Ekstraktı Kullanımının Ürünün Kalite Kriterleri Üzerine Etkisi. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Süt Teknolojisi Anabilim Dalı, Doktora Tezi. İzmir.
- [32] Savita, S.M., Sheela, K., Sunanda, S., Shankar, A.G., Ramakrishna, P. (2004). *Stevia rebaudiana* – A functional component for food industry. *J. Hum. Eco.*, 15(4), 261- 264.
- [33] Carneiro, J.W.P., Muniz, A.S. and Guedes, T.A. (1997). Greenhouse bedding plant production of *Stevia rebaudiana* (Bert) *bertoni*. *Canadian Journal of Plant Science*, 77, 473–474.
- [34] Chaturvedula, V.S.P., Upreti, M. and Prakash, I. (2011). Diterpene glycosides from *Stevia rebaudiana*. *Molecules*, 16, 3552-3562.
- [35] Gürleyik, E. (2010). Stevianın Rat Karaciğerinde Oksidan/Antioksidan Sistem Üzerine Etkisinin Araştırılması. Ankara Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Tıbbi Biyokimya Anabilim Dalı, Tıpta Uzmanlık Tezi, Ankara.
- [36] Mohammad, M.R., Mohammad, U.D., Sher, M.M., Habib, A.N., Lqbal, A.Q. (2007). In vitro clonal propagation and biochemical analysis of field established *Stevia rebaudiana bertoni*. *Pakistan Journal of Botany*, 39, 2467–2474.
- [37] Abou-Arab, A.E., Abou-Arab, A.A., Abou-Salem, F.M. (2010). Physico-chemical assessment of natural sweeteners steviosides produced from *Stevia rebaudiana bertoni*. *Plant. Afric. J. Food Sci.*, 4, 269–280.
- [38] Marcinek, K., Krejpcio, Z. (2015). *Stevia rebaudiana bertoni*; chemical composition and functional properties. *Acta Sci. Pol. Technol. Aliment.*, 14(2), 145–152.
- [39] Goyal, S., Samsher, R. (2010). *Stevia* a bio-sweetener: A review. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 61, 1–10.
- [40] T.C. Şeker Kurumu. (2015). Yüksek Yoğunluklu Tatlandırıcılar (Mart).
- [41] Özçatalbaş, O. (2011). Sıfır Kalorili Şeker. <http://www.antalyabugun.com/?page=makale&MID=13123>.
- [42] ISO. (2012). Alternative sweeteners in a high sugar price environment. *MECAS*, (12), 04.
- [43] Yücesan, B. (2015). *Stevia (Stevia rebaudiana)* ve İkinci Şeker Devrimi. [http://www.ulusaltarim.com/2824/Stevia-\(Stevia-rebaudiana\)-ve-ikinci-seker-devrimi](http://www.ulusaltarim.com/2824/Stevia-(Stevia-rebaudiana)-ve-ikinci-seker-devrimi). 15.02.2017.
- [44] The European Commission, Commission Regulation (EU) No. 1131/2011 of 11 November 2011 amending Annex II to Regulation (EC) No. 1333/2008 of the European Parliament and of the Council with regard to steviol glycosides, Official Journal of the European Union, L: 295-205.
- [45] Morlock, G.E., Meyer, S., Zimmermann, B.F., Roussel, J.M. (2014). High-performance thin-layer chromatography analysis of steviolglycosides in *stevia* formulations and sugar-free food products, and benchmarking with (ultra) high-performance

- liquid chromatography. *Journal of Chromatography A*, 1350, 102–111.
- [46] Smith, J., Vanstadin H. (1992). Subcellular pathway for glycoside synthesis. *South African Journal of Science*, 88, 206.
- [47] Chatsudhipong, V., Muanprasat, C. (2009). Stevioside and related compounds: therapeutic benefits beyond sweetness. *Pharmacology & Therapeutics*, 121, 41-54.
- [48] Geuns, J.M.C. (2003). Stevioside. *Phytochemistry*, 64, 913-921.
- [49] Sezgin, A.C., Koç F. (2016). Gastronomi alanında doğal tatlandırıcı stevia'nın kullanımı. *Int. J. Acad. Res. Bus. Soc. Sci.*, 4(26), 255-265.
- [50] Kroyer, G. (2010). Stevioside and stevia-sweetener in food: application, stability and interaction with food ingredients. *J. Verbr. Lebensm.*, 5, 225-229.
- [51] Crammer, B., Ikan, R. (1986). Sweet glycosides from the stevia plant. *Chem. Brit.*, 22, 915-916.
- [52] González, C., Tapia, M.S., Pérez, E., Dornier, M., Morel, G. (2014). Characterization of cultivars of *Stevia rebaudiana* bertoni produced in different countries. *Bioagro*, 26(2), 79-88.
- [53] Karakuş, M.Ş. (2013). Prebiyotik Lif İçeren Stevia Özü İlavésinin Çilek Aromalı *Acidophilus-Bifidus* Yoğurtlarının Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Etkileri. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa.
- [54] Zabihollahi, N. (2014). Düşük Kalorili Kek Üretiminde Kavrulmuş Buğday Unu, Stevia ve Polidekstroz Kullanım İmkanının Araştırılması. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Erzurum.
- [55] Nawar, W.W. (1985). Lipids. Food Chem., Edited by Fennema O.R., Marcel Dekker Inc., New York, 139-244 pp.
- [56] Turhan, S., Üstün Doğal, N.Ş. (2006). Antioksidanlar ve gıdalarda kullanımları. Türkiye 9. Gıda Kongresi; 24-26 Mayıs, Bolu, 273p.
- [57] Gökpinar, Ş., Koray, T., Akçiçek, E., Göksan, T., Durmaz, Y. (2006). Algal antioksidanlar. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 23 Ek(1/1), 85-89-87.
- [58] Ruiz Ruiz, C., Moguel Ordoñez, Y.B., Matus Basto, Á., Segura Campos, M.R. (2015). Antioxidant capacity of leaf extracts from two *Stevia rebaudiana* bertoni varieties adapted to cultivation in Mexico. *Nutr. Hosp.*, 31(3), 1163-1170.
- [59] Nizamlioğlu, N.M., Nas, S. (2010). Meyve ve sebzelerde bulunan fenolik bileşikler; yapıları ve önemleri. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 5(1), 20-35.
- [60] Nichenametla, S.N., Taruscio, T.G., Barney, D.L., Exon, J.H. (2006). A review of the effects and mechanisms of polyphenolics in cancer. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 46(2), 161-183.
- [61] Güleşçi, N., Aygül, İ. (2016). Beslenmede yer alan antioksidan ve fenolik madde içerikli çerezler. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 5(1), 109-129.
- [62] Criado, M.N., Civera, M., Martínez, A., Rodrigo, D. (2015). Use of Weibull distribution to quantify the antioxidant effect of *Stevia rebaudiana* on oxidative enzymes. *LWT-Food Science and Technology*, 60(1), 985-989.
- [63] Ghanta, S., Banerjee, A., Poddar, A., Chattopadhyay, S. (2007). Oxidative DNA damage preventive activity and antioxidant potential of *Stevia rebaudiana* (bert.) bertoni, a natural sweetener. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(26), 10962–10967.
- [64] Wolwer-Rieck, U. (2012). The leaves of *Stevia rebaudiana* (bertoni), their constituents and the analyses there of: A review. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(4), 886–895.
- [65] Cacciola, F., Delmonte, P., Jaworska, K., Dugo, P. (2011). Employing ultra high pressure liquid chromatography as the second dimension in a comprehensive two dimensional system for analysis of *Stevia rebaudiana* extracts. *Journal of Chromatography A*, 1218(15), 2012–2018.
- [66] Xi, Y., Yamaguchi, T., Sato, M., Takeuchi, M. (1998). Antioxidant Activity of *Stevia rebaudiana*. *Nippon Shokuhin Kagaku Kaishi*, 45(5), 310–316.
- [67] Tadhani, M., Subhash, R. (2006). In vitro antimicrobial activity of *Stevia rebaudiana* bertoni leaves. *Trop J Pharm Res*, 5(1), 557–560.
- [68] Shukla, S., Mehta, A., Menta, P., Bajpai, V. (2012). Antioxidant ability and phenolic content of aqueous leaf extract of *Stevia rebaudiana* bert. *Experimental and Toxicologic Pathology*, 64(7-8), 807–811.
- [69] Thomas, J., Glade, M. (2010). Stevia: It's not just about calories. *The Open Obesity Journal*, 2, 101–109.
- [70] Bender, C., Graziano, S and Zimmermann, B.F. (2015). Study of *Stevia rebaudiana* bertoni antioxidant activities and cellular properties. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 66(5), 553–558.
- [71] Gyawali, R., Ibrahim, S.A. (2014). Natural products as antimicrobial agents. *Food Control*, 46, 412-429.
- [72] Yücel Şengün İ., Yücel E. (2015). Antimicrobial properties of wild fruits. *BioDiCon*, 8(1), 69-77.
- [73] Cowan, M.M. (1999). Plant products as antimicrobial agents. *CMR*, 12(4), 564-582.
- [74] Cushnie, T.P.T., Lamb, A.J. (2005). Antimicrobial activity of flavonoids. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 26(5), 343–356.
- [75] Tomita, T., Sato, N., Arai, T., Shiraishi, H., Sato, M., Takeuchi, M. (1997). Bactericidal activity of a fermented hot-water extracts from *Stevia rebaudiana* bertoni and other food-borne pathogenic bacteria. *Microbiology and Immunology*, 41(12), 1005–1009.