

**Özet:** Literatürde "French Paradox" olarak tanımlanan olgunun ana nedenlerinin başında bölge insanının gündelik diyeti kaynaklı bir stilbene bileşik olan resveratrol alımı gelmektedir. Bitkiler tarafından çeşitli çevresel faktörlere ve mevsimsel değişikliklere bağlı olarak ikincil bileşikler sınıfında sentezlenmektedir. Bitkilerin savunma mekanizmalarının bir sonucu olarak sentezlediği resveratrolün muhtemel kaynakları ve bu kaynaklardan özütleterek veya bu bitkisel kaynakların işlenmesini sırasında proses koşullarına bağlı olarak son ürüne geçiş mekanizmaları ve miktarları araştırılmıştır. Yapılan çalışmalar farklı bitki türlerinde yukarıda bahsedilen faktörlere ve o bitkinin organlarına göre farklı miktarlarda sentezlendiğini göstermiştir. Geniş kapsamda yapılan çalışmalar bu bileşiğin başta yaşlanma geciktirici etkisi olmak üzere antioksidan, anti kanser, anti kardiyovasküler gibi insan sağlığı üzerine bir çok etkisinin olduğunu ortaya koymuştur. Sunulan bu çalışmada farklı kaynaklardan elde edilen potansiyel gıda katkı maddesi resveratrolün tüketici sağlığı üzerine etkilerini içeren çalışmaları bir arada derlenmesine amaçlanmıştır.

### Resveratrol

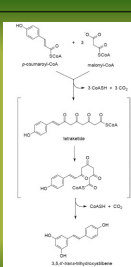
Resveratrol kimyasal yapısı nedeniyle polifenolik grub içerisinde yer almaktadır. Polifenolik bileşikler flavonoidler, proantosiyanidinler gibi alt başlıklar içerisinde sınıflandırılmaktadır. Resveratrol bu alt başlıklardan birisi olan stilbene grubunun içerisinde yer alan bir fitoalektindir. Fitoalektinler antibakteriyel anti-tamirler olarak özellikle kimyasal yapılarıdır. Bu yapılar bitkiler tarafından enfeksiyon etmeni patojenlere, zararlılara, stress koşullarına, UV radyasyona, kimyasallara ve kimisel şartlara karşı defans mekanizmasının parçası olarak sentezlenmektedir [1, 2, 3]. Resveratrol özüm, tıstık, yabamsın, çilek gibi birçok bitkisel kaynağa tespit edilmiştir. Miktar olarak resveratrol içeriği 0.02 mg/L – 6.0 mg/L aralığında değişim göstermektedir.

Resveratrol (3,5,4-trihydroxystilbene) ilk olarak 1940 yılında algolepne (*Veratrum grandiflorum* O. Loes) bitkisinin köklerinden [4], daha sonra da 1963 yılında Çin ve Japonya'da geleneksel ilaç yapımında kullanılan *Polygonum cuspidatum* bitkisinin köklerinden isole edilmiştir [5]. Özellikle 1992 yılından sonra resveratrolün kalp hastalıklarının önlenmesinde özüm ürünlerinin etkisi ile ilişkilendirilmesi ile bu fenolelik ilgi hızla artmıştır. Bu tarihte yapılan çalışmalarda Fransız'da yaşayan insanların günlük diyetinde yüksek oranda yağ içeriği olmasına rağmen kalp ve damar rahatsızlıklarının beklenenden altında gerçekleştiği belirlenmiştir. Bu ölümlerde "French Paradox" olarak yer almaktadır. İncelemede bu işlemler diyetinde yine yüksek oranda özüm şarabı tüketildiği belirlenmiştir. Bu olgunu açıklamasında şaraptan gelen özüm içeriğindeki biyoaktif maddeler üzerinde durulmuş, resveratrolün bu grup içerisinde önemli bir yere sahip olduğu belirlenmiştir [6, 7, 8]. Yapılan çalışmalarda günümüzde en az 72 farklı bitki türünde resveratrol varlığı tespit edilmiştir [9]. Ayrıca onlara çalışma ile resveratrolün kanser, kalp rahatsızlıkları, damar hastalıkları, yaşlanma gibi birçok hastalık üzerinde koruyucu veya yavaşlatıcı etkisi ortaya konulmuştur [9, 10, 11, 12].

Resveratrol yukarıda bahsedilen insan sağlığı üzerine olumlu etkilerinin yanı sıra aynı zamanda doğal bir antioksidandır. Lipit peroksidasyonu, bakır çelat oluşumu, serbest radikallerin temizlenmesinde de etkin roller almaktadır.

### Resveratrol Sentezi

Resveratrol tüm bitkilerde bulunan 3 molekül malonil CoA ve 1 molekül 4-kumarol CoA'nın kondensasyonu sonucu oluşmaktadır [13]. Burada önemli husus, resveratrolün sentezi için gerekli olan enzim normalde aktif olmamakla birlikte dışardan gelen uyartımının (6 saatlik UV ışınına maruz kalınma, mantar bulgusı, etc.) aktif hale geçmek, çok az miktarda maksimum aktivite göstermektedir. Kirişli ilk 72 saat arasında stilbene oksidaz etkisiyle aktivite azalmaktadır [13]. Resveratrol sentezinden sonraki reaksiyonlarda ise resveratrolün glikozid veya silyllat kalıntılarına bağ oluşturmaktadır. Özellikle olgun çileklerde resveratrol biyolojik aktivite açısından tabi başına resveratrole göre daha dayanıklı ve çözünürlüğü daha yüksektir. Bu nedenle insan bağışık sisteminden daha kolay tutulur ve emilir. Resveratrol biosentezi Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Resveratrolün biosentezi [14]

### Resveratrol – Fizyolojik Etkileri

Literatür çalışmaları resveratrolün bir çok hastalık üzerinde koruyucu ve tedavi edici etkiler gösterdiğini ortaya koymuştur.

### Kanser

Resveratrol fareler üzerinde yapılan çalışmalarda cilt kanseri hücrelerinin oluşumunu ve gelişimini önleyici etkileri olduğu belirlenmiştir [9, 44]. Bir başka in vivo çalışmada resveratrolün glikozid diete alınmaktanın (200µg/kg vücut ağırlığı) bazı durumlarda tedaviye katkı sağladığı belirlenmiştir [45]. Öteyandan resveratrolün koruyucu etkisi yağ şekline yüksek konsantrasyonlarda (40 mg/kg vücut ağırlığı) alındığında tespit edilmiş ve %70 yaran oranında farelerin hayatta kaldığı ortaya konulmuştur [46]. Diğer bir çalışmada ise in vitro sonuçlar dundu olmakla birlikte in vivo deneylerde 1-5 mg/kg vücut ağırlığı konsantrasyonlarında resveratrolün olumlu sonuç vermediği bulunmuştur [47]. Bu sonuçlar ışığında resveratrolün kanser üzerine etkisinin dozajın, vücutta alınma şeklinin, tümörün tipinin ve diyetle yer alan diğer etmenlerin belirlediği anlaşılmaktadır.

Resveratrol kanser ile savaşında birden fazla mekanizma yer almaktadır. Bu mekanizmalar aynı ayrı ya da bir arada çalışarak kanserli hücrelerin oluşmasını veya gelişmesini engellemektedir.

Resveratrol kanser hücrelerinin oluşmasına neden olan enzimatik aktiviteleri engellemektedir. Vadesi etmeni enzim grubunda siklooksijenaz ve dekarboksilaz yer almaktadır. Yapılan epidemiyolojik çalışmalar uzun kadede siklooksijenaz inhibisyonunun birçok kanser türünün gelişimini azalttığı ve siklooksijenaz-II (COX2) enzimini kodlayan genin silinmesinin bu enzim için açtığı kanser vakalarından koruduğunu göstermiştir [48]. Resveratrol siklooksijenaz-I (COX1) inhibisyonuna ve siklooksijenaz-II (COX2) enziminin kodlanmasını engellemesine neden olmaktadır. Bununla ek olarak ornitindekarboksilaz (ODC) enzimini dolaylı olarak engellemektedir.

Resveratrolün etkili olduğu diğer bir kanser oluşum etmeni anjiojenездir. Anjiojenезд bir çok tümör çeşidinin gelişimine destek olmaktadır. Resveratrol düzenli olarak belirli bir dozda alındığında anjiojenезд engellerken kanserli hücre oluşumunun önüne geçmektedir [49, 50]. Resveratrol siklooksijenaz ve ornitindekarboksilaz aktivitelerini engelleyerek bu enzimlerin neden olduğu kanser etmeni anjiojenезд de önlenmiş olmaktadır.

Ayrıca resveratrol kanser tedavisinde kullanılan kimyasal ilaçların etkinliğini kanser hücrelerinin bu ilaçlara karşı direncini azaltarak geliştirmektedir [51].

Bir diğer kanser mücadele yolu, resveratrolün hücre döngüsünü durdurulmasına ve apoptozise neden olmasındır. İn vitro ve in vivo çalışmalar resveratrolün kanserli hücrelerin yaşam döngüsünü durdurdu ve apoptozise neden olduğunu göstermiştir [52, 53, 54, 55, 56, 57].

Serbest oksijen radikallerinin kanser oluşumunda ve gelişmesinde direkt hücre DNA'sını ve diğer makromolekülleri etkileyerek rol aldığı yapılan çalışmalarda ortaya konulmuştur [58, 59]. Resveratrolün antioksidan aktivitesi serbest oksijen radikalleri üzerinde etkili olabilir. Ancak daha kapsamlı çalışmalar gerekmektedir [60].

### Kalp Hastalıkları

Özüm ve özüm ürünlerinin kardiyovasküler hastalıklar üzerine etkisi geniş boyutta araştırılmıştır. Yukarıda da bahsedildiği gibi Fransız'da insanların yüksek doyum yağ içeriği diyet tüketmelerine rağmen kalp rahatsızlıklarının düşük olması, "French Paradox", bölge insanların özümün özüm ürünleri tüketmelerine bağlanmıştır. Epidemiyolojik çalışmalar düzenli olarak özümün tüketimini azalttığı ve siklooksijenaz-II (COX2) enzimini kodlayan genin silinmesinin bu enzim için açtığı kanser vakalarından koruduğunu göstermiştir [48]. Resveratrol siklooksijenaz-I (COX1) inhibisyonuna ve siklooksijenaz-II (COX2) enziminin kodlanmasını engellemesine neden olmaktadır. Bununla ek olarak ornitindekarboksilaz (ODC) enzimini dolaylı olarak engellemektedir.

Damar içerisinde aşım plak oluşumu zamanla pıhtı oluşumuna ve ardından damar tıkanıklığına neden olmaktadır. Damar tıkanıklığı miyokard enfarktüsüne ya da felce neden olabilmektedir. Bir in vivo çalışmada resveratrolün düzenli alındığında farelerde yüksek kolesterol diyet sonucu plak oluşumunu engellemektedir [70]. Resveratrolün plak oluşumu üzerindeki koruyucu etkisi COX1 enzimini inhibisyonu ve COX2 enzim aktivitesini üzerine etkileriyle açıklanmaya çalışılmıştır [9].

Resveratrolün damar genişlemesinde de etkili olduğu bulunmuştur. Resveratrolün bu etkiyi kalsiyum (Ca<sup>2+</sup>) potasyum (K<sup>+</sup>) kanalları uyarak [71] ve endotel dokuda nitrik oksit sinyali güçlendirerek [72] ortaya koymuş olmaktadır.

Resveratrolün antioksidan aktivitesi binlemlerle birlikte bu özelliğinin direkt veya dolaylı olarak kalp rahatsızlıklarında etkisi ortaya konamamıştır. Bu amaçla in vitro ve in vivo çalışmalar devam etmektedir.

1982 yılında yapılan ve resveratrolün karaciğerde kolesterol ve trigliserit depolanmasını engellediğini ve hepatik lipolizisi sentezleme oranını azalttığını gösteren çalışmaya [73] rağmen ileri ki yıllarda bir kaç istisna durum dışında benzer sonuç bulunamamıştır [74, 75, 76].

Östrojen ikamesi ile yapılan terapilerin kardiyovasküler hastalıklarda ve menopoz dönemindeki kadınlarda osteoporoz oluşumunda azalttığı bilinmektedir [77]. Resveratrolün fotobiyotopren gibi davranacağı ve kalp hastalıkların üzerine etkisi bu özelliğinden etkin olabilirliği vurgulanmıştır [78, 79].

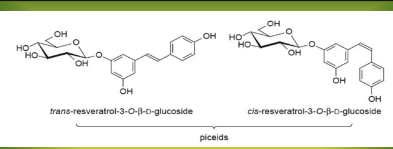
### Resveratrol Kaynakları

Resveratrol daha önce değindiğimiz gibi özellikle özüm ve özüm ürünlerinde belirlenmesi ve bunların muhtemel insan sağlığı üzerine etkilerinin anlaşılması sonucu çalışmalar artmış stilbene grubu bir fenolik bileşikler. Bu nedenle önemli kaynak olarak ve üzerinde en çok çalışılmış bitki türü özüm ve bunun ürünleridir [15, 16]. Resveratrol ve türevleri özüm ve özüm ürünlerinde yaygın olarak bulunmuştur. Ayrıca özümün farklı bölümlerinde yapılan çalışmalar özellikle özüm kabuğundan önemli miktarda resveratrol ve türevlerini (glikozid bağlı) in vivo etkileri göstermiştir [1, 17, 18]. Buna ek olarak özüm köklerinde [19] ve özüm sızlamada [20] resveratrolün varlığı tespit edilmiştir. Yapılan bir başka çalışmada da resveratrol özüm asma dallarından yüksek oranda ekstraksiyon ile elde edilmiştir [21]. Resveratrolün miktarı özüm çeşidinde, çevresel faktörlere ve hasat sırasındaki uygulamalara bağlı olarak değişiklik göstermektedir [22, 23]. Üzümde bazı sezonlar resveratrol içeriği yüksekken bazı zamanlarda düşük kalmıştır. Bunun özümün bulundugu zaman içerisinde maruz kaldığı kulf atıkları, çevresel stress koşullarına açıklanamaz miktardır. Bu faktörlerin varlığı sentezini artırırken, faktörlerin olmadığı durumlarda miktarlar düşük seviyelerde kalmıştır [24, 25]. Ayrıca bu özüm çeşitleri genetik olarak değerlerine göre daha fazla sentezleme eğilimindedir [26, 27]. İklim koşulları da resveratrol üretimi üzerine etkilidir. Bunu şu şekilde açıklamak mümkündür. Kurak geçen bir sezon mantarların ilgi hiç de etlenmiştir. Bunun sonucunda mantar bulgusı az olmaktadır, sentezlenen resveratrol miktarı düşmektedir. Tam tersi olarak mantarlar için elverişli ortam olan nemli bir sezon sonunda ise mantar bulgusundan ziyade paralel olarak resveratrol sentezi de artmaktadır. Bu amaçla yapılan bir çalışmada kurak sezonda nemli geçen bir yılta göre resveratrol miktarında yeni yarıya azalma tespit edilmiştir [28]. Aynı durumlarda bulgandan mantarlar bağlı olarak normalde beklenen yüksek mantar bulgusuna bağlı olarak resveratrol ve türevlerinin sentezinin artması beklenirken tam tersi bir durum gözlemlenmiştir. Bazı çalışmalarda özüm meyvesinde *Botrytis cinerea* mantar bulgusunda resveratrol miktarında azalma olduğu gözlemlenmiştir [29, 30]. Bu durum bulgusuz etmeni *Botrytis cinerea* mantarının lakkoz benzeri bir enzim sentezlemesidir [31]. Bu enzim bir stilbene oksidazdır ve resveratrol ve diğer stilbene bileşikleri oksidasyona uğratmaktadır. Oksidasyon sonucu ortaya çıkan buoksizma ürünlerinden birisi de resveratrol-dehidromeridir. Bu bileşik yüksek antibakteriyel ve antitamir etki göstermektedir [28]. Resveratrol ve türevi stilbene bileşiklerinin miktarlarını etkileyen bir başka faktörde özümün özüm ürünlerine işlenmesi sırasında basınçlı işlemler ve bu işlemlerde kullanılan proses şartlarıdır. Bu faktörlere bağlı olarak özümün ürünlerinde bu bileşiklerin miktarları değişiklik göstermektedir.

Resveratrol ve türevi stilbene bileşikleri (Şekil 2, 3) üzerine yapılmış olan literatür çalışmalarda ağırlık özüm ve özüm ürünleri üzerine yoğunlaşmış olmakla birlikte diğer bitkisel kaynaklarda da bu bileşiklerin varlığı tespit edilmiştir. Kızılcık bitkisinin özümüne edoğur miktarlarda resveratrol içerdiği belirlenmiştir [32]. Verifistada resveratrol içeriği olarak önemli bir bitkisel kaynağıdır. Bunun yanı sıra tıstık yağıda yüksek oranda stilbene bileşikleri içerir [33]. Verifistada resveratrol içeriği istinçin olgunluk durumu, kalitesine, mikrobiyal bulgularına ve hasat sırasında olgun mekanik zarar durumuna göre farklılık göstermektedir [32, 34, 35, 36]. Resveratrol içeriği verifistada uygulanan kuruma işlemleri de azaltma göstermektedir [37]. Yağın tüketimi olan samitistigünde önemli bir resveratrol kaynağı olduğu ve serit kabuğu sayesinde maruz kaldığı proses koşullarından çok etkilenmediği bulunula birlikte diğer kaynaklarda olduğu gibi mikrobiyal bulgularından çevresel stress koşullarından ve UV ışıkla etkilendiği ortaya konulmuştur [38].

Özüm dışında diğer özümde meyvelerde yüksek oranda resveratrol içeriği sahiptirler. Bu grupta yer alan meyvlerden birisi de yabamsınidir [39]. Diğer önemli kaynağa Amerikan yaban meyvendir [40]. Yapılan çalışmalar çileğin ve pulbun resveratrol içeriğinin de yüksek olduğunu ve miktarın çok genitendir, olgunluk düzeyine, çevresel faktörlere bağlı olarak değişim göstermiştir. Verifistadın farklı olarak çilek veya pulbunda resveratrol miktarı olgunluk duruma paralel olarak artış göstermiştir [41].

Özümde meyvelerden farklı olarak siyah çikolata ve kakao liköründe ve bira endüstrisinde mayalanma işleminde kullanılan şebetoçtunda resveratrol tespit edilmiştir [42, 43].



Şekil 3. Resveratrolün türevleri (glikozid) [26]

### Resveratrol – Fizyolojik Etkileri

### İltihap ve Bağışıklı Sistemi

Bir çok insan hastalığında iltihap olmaktadır. İltihap ortamıza olgusu sürecinin tam ortasında yer almaktadır. Bu noktada iltihap etmeni maddeler siklooksijenaz enzimleri yer almaktadır. Yukarıda belirtildiği gibi bu enzim grubunda yer alan COX1 enzimini engelleme ve COX2 enzimini aktivitesi üzerine etki sahibi olmaları resveratrolün iltihaplanmanın engellenmesinde de etkin olabilmektedir. Resveratrol akut ve kronik inflamasyonla ilişkili ödem oluşumunu [9, 80, 81], lipopolisakkarit kaynaklı iltihap oluşumunu [82] ve osteoaromatizma [83] azaltıcı etki gösterdiği belirlenmiştir.

### Felç ve Beyin Hasarları

Resveratrolün beyinsel iskele sonrası muhtemel beyin hasarlarına karşı muhtemel koruyucu etkisi araştırılmıştır. Bu çalışmalar sonucunda resveratrolün beyin kanı akışını dahil abladığı ve bu sayede diğer dokulara bile gür koruyucu etki gösterdiği belirlenmiştir [84, 85, 86, 87, 88].

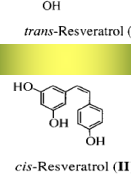
### Yaşlanma

Yaşlanma günümüzde üzerinde en çok çalışılan insanlık problemlerinden birisidir. Çalışmalar yaşlanmayı tamamen durduramasa bile yavaşlatılabilecek bir hızla gelişime yönündedir. Bu noktada yola çıkarak öncelikli sirtuin grubu proteindirler değinmek gerekir. Son dönemde sirtuin grubu proteini bilim insanlarının ilgisine mazhar olmaktadır. Bunun temel nedeni de bu gruptaki proteinin memeli fizyolojisi üzerine etkilidir. Özellikle yaşlanma etmeni hastalıklarda micede ve hasta insan ömrünün uzatılmasına yeni bir çarizma konusu durmaktadır.

Bu noktada resveratrol kalori sınırlamada gözlenen etkiyi taklit etmekte, sirtuin grubu proteini etkilemektedir [89]. Yapılan çalışmalarda resveratrolün maya, balık ve farede yaşlanma etkileri tespit edilmiştir [90, 91].

Resveratrolün insan ömrünü uzatmada ikinci bir etki mekanizması vardır. Burada resveratrol hücre enerji organelli mitokondriyi uyarak enerji üretimini sağlamaktadır [92]. Mitokondriyal enerji üretiminde yaşlanmaya birlikte önemli bir düşüş olmaktadır [93]. Hayatın devamını için gerekli enerjinin üretimi için mitokondriyal uyaran resveratrol bölgeye mitokondriyal enerji üretimini, çeşitlerden korunmaya yardımcı olurduğu düşünmektedir, bu sayede de memelilerin sağlığını koruyarak ömrünü uzattığı varsayılmaktadır [92].

Diğer bir resveratrol etki mekanizması da bu bileşiğin genetik süreçlere olan rolüdür. Bu süreçlerden bazıları ömür uzatma etkisi vardır. Kalori sınırlamasındaki benzer etkiler gösterdiği için resveratrolünde AMPK aktivitesini artırıcı etkisi vardır. Bu enzim aktivitesi ömür uzaması üzerine etkilidir [94].



Şekil 2. trans- ve cis-Resveratrol [26]

1. Ciochi, G. C. & Pignatelli, B. (2004). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 1122-1129. [DOI: 10.1021/jf030820a](#)

2. Giamberini, P. R. & T. (2004). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 1122-1129. [DOI: 10.1021/jf030820a](#)

3. Giamberini, P. R. & T. (2004). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 1122-1129. [DOI: 10.1021/jf030820a](#)

4. Giamberini, P. R. & T. (2004). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 1122-1129. [DOI: 10.1021/jf030820a](#)

5. Giamberini, P. R. & T. (2004). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 1122-1129. [DOI: 10.1021/jf030820a](#)

6. Giamberini, P. R. & T. (2004). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 1122-1129. [DOI: 10.1021/jf030820a](#)

7. Giamberini, P. R. & T. (2004). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 1122-1129. [DOI: 10.1021/jf030820a](#)

8. Giamberini, P. R. & T. (2004). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 1122-1129. [DOI: 10.1021/jf030820a](#)

9. Giamberini, P. R. & T. (2004). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 1122-1129. [DOI: 10.1021/jf030820a](#)

10. Giamberini, P. R. & T. (2004). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 1122-1129. [DOI: 10.1021/jf030820a](#)

11. Giamberini, P. R. & T. (2004). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 1122-1129. [DOI: 10.1021/jf030820a](#)

12. Giamberini, P. R. & T. (2004). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 1122-1129. [DOI: 10.1021/jf030820a](#)

13. Giamberini, P. R. & T. (2004). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 1122-1129. [DOI: 10.1021/jf030820a](#)

14. Giamberini, P. R. & T. (2004). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 1122-1129. [DOI: 10.1021/jf030820a](#)

15. Giamberini, P. R. & T. (2004). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 1122-1129. [DOI: 10.1021/jf030820a](#)

16. Giamberini, P. R. & T. (2004). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 1122-1129. [DOI: 10.1021/jf030820a](#)

17. Giamberini, P. R. & T. (2004). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 1122-1129. [DOI: 10.1021/jf030820a](#)

18. Giamberini, P. R. & T. (2004). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 1122-1129. [DOI: 10.1021/jf030820a](#)

19. Giamberini, P. R. & T. (2004). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 1122-1129. [DOI: 10.1021/jf030820a](#)

20. Giamberini, P. R. & T. (2004). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 1122-1129. [DOI: 10.1021/jf030820a](#)

21. Giamberini, P. R. & T. (2004). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 1122-1129. [DOI: 10.1021/jf030820a](#)

22. Giamberini, P. R. & T. (2004). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 1122-1129. [DOI: 10.1021/jf030820a](#)

23. Giamberini, P. R. & T. (2004). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 1122-1129. [DOI: 10.1021/jf030820a](#)

24. Giamberini, P. R. & T. (2004). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 1122-1129. [DOI: 10.1021/jf030820a](#)

25. Giamberini, P. R. & T. (2004). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 1122-1129. [DOI: 10.1021/jf030820a](#)

26. Giamberini, P. R. & T. (2004). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 1122-1129. [DOI: 10.1021/jf030820a](#)

27. Giamberini, P. R. & T. (2004). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 1122-1129. [DOI: 10.1021/jf030820a](#)

28. Giamberini, P. R. & T. (2004). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 1122-1129. [DOI: 10.1021/jf030820a](#)

29. Giamberini, P. R. & T. (2004). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 1122-1129. [DOI: 10.1021/jf030820a](#)

30. Giamberini, P. R. & T. (2004). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 1122-1129. [DOI: 10.1021/jf030820a](#)

31. Giamberini, P. R. & T. (2004). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 1122-1129. [DOI: 10.1021/jf030820a](#)

32. Giamberini, P. R. & T. (2004). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 1122-1129. [DOI: 10.1021/jf030820a](#)

33. Giamberini, P. R. & T. (2004). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 1122-1129. [DOI: 10.1021/jf030820a](#)

34. Giamberini, P. R. & T. (2004). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 1122-1129. [DOI: 10.1021/jf030820a](#)

35. Giamberini, P. R. & T. (2004). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 1122-1129. [DOI: 10.1021/jf030820a](#)

36. Giamberini, P. R. & T. (2004). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 1122-1129. [DOI: 10.1021/jf030820a](#)

37. Giamberini, P. R. & T. (2004). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 1122-1129. [DOI: 10.1021/jf030820a](#)

38. Giamberini, P. R. & T. (2004). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 1122-1129. [DOI: 10.1021/jf030820a](#)

39. Giamberini, P. R. & T. (2004). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 1122-1129. [DOI: 10.1021/jf030820a](#)

40. Giamberini, P. R. & T. (2004). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 1122-1129. [DOI: 10.1021/jf030820a](#)

41. Giamberini, P. R. & T. (2004). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 1122-1129. [DOI: 10.1021/jf030820a](#)

42. Giamberini, P. R. & T. (2004). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 1122-1129. [DOI: 10.1021/jf030820a](#)

43. Giamberini, P. R. & T. (2004). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 1122-1129. [DOI: 10.1021/jf030820a](#)

44. Giamberini, P. R. & T. (2004). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 1122-1129. [DOI: 10.1021/jf030820a](#)

45. Giamberini, P. R. & T. (2004). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 1122-1129. [DOI: 10.1021/jf030820a](#)

46. Giamberini, P. R. & T. (2004). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 1122-1129. [DOI: 10.1021/jf030820a](#)

47. Giamberini, P. R. & T. (2004). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 1122-1129. [DOI: 10.1021/jf030820a](#)

48. Giamberini, P. R. & T. (2004). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 1122-1129. [DOI: 10.1021/jf030820a](#)

49. Giamberini, P. R. & T. (2004). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 1122-1129. [DOI: 10.1021/jf030820a](#)

50. Giamberini, P. R. & T. (2004). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 1122-1129. [DOI: 10.1021/jf030820a](#)

51. Giamberini, P. R. & T. (2004). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 1122-1129. [DOI: 10.1021/jf030820a](#)

52. Giamberini, P. R. & T. (2004). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 1122-1129. [DOI: 10.1021/jf030820a](#)

53. Giamberini, P. R. & T. (2004). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 1122-1129. [DOI: 10.1021/jf030820a](#)

54. Giamberini, P. R. & T. (2004). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 1122-1129. [DOI: 10.1021/jf030820a](#)

55. Giamberini, P. R. & T. (2004). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 1122-1129. [DOI: 10.1021/jf030820a](#)

56. Giamberini, P. R. & T. (2004). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 1122-1129. [DOI: 10.1021/jf030820a](#)

57. Giamberini, P. R. & T. (2004). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 1122-1129. [DOI: 10.1021/jf030820a](#)

58. Giamberini, P. R. & T. (2004). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 1122-1129. [DOI: 10.1021/jf030820a](#)

59. Giamberini, P. R. & T. (2004). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 1122-1129. [DOI: 10.1021/jf030820a](#)

60. Giamberini, P. R. & T. (2004). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 1122-1129. [DOI: 10.1021/jf030820a](#)