

Aged Garlic Extract: Bioactive Components and Functional Properties**Hatice Kübra SASMAZ¹, Hasim KELEBEK^{*1}****¹ *Department of Food Engineering, Faculty of Engineering, Adana Alparslan Türkeş Science and Technology University, 01250 Adana/ Türkiye****Abstract**

Garlic, a member of the Liliaceae family, has approximately 15 genera and more than 700 species, with *Allium sativum* L. being the most common. This review study evaluated the bioactive compounds and functional properties of aged garlic. Aged garlic extract is a commercial product obtained by ageing sliced fresh garlic in aqueous ethanol at room temperature for over ten months. This extract contains characteristic sulfur-containing compounds such as S-1-propenylcysteine and S-alliin, which are responsible for garlic's antioxidant, antihypertensive, and immunomodulatory effects. Previous studies have shown that aged garlic extract has high bioavailability and exhibits biological activity in both animal and human studies. Research has revealed that this extract offers pharmacological effects, such as immune-enhancing and cardiovascular protective properties. Furthermore, it has been found to have higher antioxidant effects compared to fresh garlic. The amount of S-alliin in aged garlic extract has been reported to range from 1.6 to 2.4 mg/g (dry weight). Studies show that the total flavonoid and flavonol concentrations in aged garlic extract are higher than in fresh garlic. Sensory evaluations indicate that the "sharp" odor in aged garlic extract is significantly reduced, while "spicy," "acidic," "metallic," and "caramelized" characteristics are more pronounced compared to fresh garlic. This review provides comprehensive information on the bioactive compounds of aged garlic extract and its health effects, offering valuable insights into its potential use in functional foods and pharmacology.

Key Words: *Allium sativum* L., Aged garlic, bioactive compounds, antioxidant capacity, pharmacological activity

Özet**Yıllanmış Sarımsak Ekstraktı: Biyoaktif Bileşenleri ve Fonksiyonel Özellikleri**

Sarımsak, Liliaceae ailesine ait olup yaklaşık 15 cins ve 700'den fazla türe sahiptir. En yaygın sarımsak türü *Allium sativum* L.'dir. Bu derleme çalışmasında, yıllanmış sarımsağın biyoaktif bileşikleri ve fonksiyonel özellikleri değerlendirilmiştir. Yıllanmış sarımsak ekstraktı, dilimlenmiş taze sarımsakların sulu etanol içinde oda sıcaklığında on aydan uzun bir süre olgunlaştırılmasıyla elde edilen ve Uzak Doğu'da sıklıkla tüketilen ticari bir üründür. Bu ekstrakt, hazırlanma sürecine bağlı olarak yüksek oranda S-1-propenilsistein ve S-allilsistein gibi kükürt içeren karakteristik bileşikler içermektedir. Söz konusu bileşikler, yıllanmış sarımsağın antioksidan, antihipertansif ve immünomodülatör etkilerinden sorumludur. Yıllanmış sarımsak ekstraktının yüksek biyoyararlanıma sahip olduğu ve hem hayvan hem de insan çalışmalarında biyolojik aktivite gösterdiği daha önceki araştırmalarda belirlenmiştir. Yapılan çalışmalar, bu ekstraktın bağışıklık sistemini güçlendirici ve kardiyovasküler koruyucu özellikler gibi çeşitli farmakolojik etkiler sunduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca, antioksidan özellikleri açısından taze sarımsağa kıyasla daha yüksek etki gösterdiği tespit edilmiştir. Yıllanmış sarımsak ekstraktında S-allilsistein miktarının 1.6–2.4 mg/g (kuru ağırlık) aralığında olduğu bildirilmiştir. Çalışmalar, yıllanmış sarımsak ekstraktının toplam flavonoid ve flavonol konsantrasyonlarının taze sarımsağa göre daha yüksek olduğunu göstermektedir. Duyusal değerlendirmelerde ise yıllanmış sarımsak ekstraktında “keskin” koku önemli ölçüde azalırken, “baharatlı”, “asitli”, “metalik” ve “karamelize” özelliklerin taze sarımsağa kıyasla daha belirgin olduğu bildirilmiştir. Bu derleme çalışması, yıllanmış sarımsak ekstraktının biyoaktif bileşikleri ve sağlık üzerine etkileri hakkında kapsamlı bilgiler sunarak, fonksiyonel gıda ve farmakoloji alanlarındaki potansiyel kullanımına dair önemli veriler sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: *Allium sativum* L., Yıllanmış sarımsak, biyoaktif bileşikler, antioksidan kapasite, farmakolojik aktivite,



Giriş

Sarımsak, **Liliaceae** ailesine ait olup yaklaşık 15 cins ve 700'den fazla türe sahiptir. Bu türler arasında en yaygın olanı *Allium sativum* L.'dir. Sarımsak (*Allium sativum* L.), kalp hastalıkları, kanser ve enfeksiyonlar dahil olmak üzere çeşitli hastalıkların önlenmesi ve tedavisinde uzun süredir kullanılmaktadır (Hiramatsu ve ark., 2016). Aynı zamanda kanser, diyabet, enfeksiyon ve felç gibi hastalıkların gelişme riskini azaltmada sahip olduğu terapötik potansiyel sayesinde dikkat çeken önemli bir bitkisel üründür. Bu terapötik etkinlik, sarımsağın kimyasal bileşenlerinin güçlü biyolojik aktivitelerine atfedilmektedir (Cervantes ve ark., 2013). Sarımsak, çeşitli formülasyonlarda kullanılabilen değerli bir bileşen olup, bunlardan biri de yıllanmış sarımsak ekstraktıdır. Bu ekstrakt, dilimlenmiş çiğ sarımsağın oda sıcaklığında %15–20 oranında sulu etanol içinde 10 ila 20 ay boyunca bekletilmesiyle elde edilmektedir. Olgunlaştırma sürecinin ardından ekstrakt süzülür ve düşük sıcaklık ile düşük basınç altında konsantre hale getirilir. Son aşamada ise etanol çözeltisi uzaklaştırılabilir ve ürün toz formuna dönüştürülebilir (Ohkubo ve ark., 2017; Elost ve ark., 2017). Bu olgunlaşma sürecinde, sarımsaktaki keskin kokulu ve tahriş edici bileşikler, kokusuz, daha yumuşak ve güvenli sülfürlü bileşiklere dönüşmektedir (Elost ve ark., 2017). Bu işlem sırasında allisin miktarında azalma olurken; S-alil sistein (SAC), 1.6–2.4 mg/g kuru madde), S-alil merkaptosistein (SAMC), suda çözünür allisin türevleri ve selenyum gibi organosülfür bileşiklerinin düzeylerinde artış gözlemlenmektedir. Bu bileşiklerin tümü güçlü antioksidan özellikler göstermekte olup, yıllanmış sarımsak ekstraktının sağlık açısından önemli faydalar sunmasına katkı sağlamaktadır (Elost ve ark., 2017).

Yıllanmış sarımsak ekstraktı, taze sarımsağın oda sıcaklığında uzun süreli ekstraksiyonuyla elde edilen kokusuz bir ürün olup, yüksek biyoyararlanıma sahiptir. Hem hayvan hem de insan çalışmalarında *in vitro* olarak biyolojik aktivite göstermiştir. Bu ekstrakt, özellikle yaşlanma süreci sırasında oluşan SAC ve SAMC açısından zengindir. Bu durum, yıllanmış sarımsak ekstraktına taze sarımsak ve diğer ticari sarımsak takviyelerine kıyasla daha yüksek antioksidan aktivite kazandırmaktadır (Borek, 2001). Yıllanmış sarımsak ekstraktı 50 yılı aşkın süredir üretilmesine rağmen, aroma profiline ilişkin çalışmalar oldukça sınırlıdır. Üretim süreci boyunca aroma bileşiminde değişiklikler meydana gelmekte; sarımsağa özgü keskin koku büyük ölçüde ortadan kalkmaktadır. Keskin kokudan sorumlu tiyosülfinat ve sülfid bileşiklerinin parçalanarak veya başka bileşiklere dönüşerek kaybolduğu, buna karşılık kükürt içermeyen aroma aktif bileşiklerin olgunlaşma sürecinde çeşitli kimyasal reaksiyonlarla ortaya çıktığı düşünülmektedir (Abe ve ark., 2020).

Bu derleme çalışması, yıllanmış sarımsak ekstraktının aroma bileşenleri ve sağlık üzerindeki olumlu etkilerini ayrıntılı biçimde ele alarak, bu doğal ürünün fonksiyonel gıda ve farmakolojik preparat olarak potansiyel kullanım alanlarına ışık tutmayı amaçlamaktadır.

Sağlık üzerine faydaları

Kardiyovasküler hastalıklar, her yıl yaklaşık 17,9 milyon kişinin ölümüne neden olmakta ve tüm küresel ölümlerin %31'ini oluşturarak dünya genelinde başlıca ölüm nedeni olarak kabul edilmektedir. Hipertansiyon ve hiperlipidemi, kardiyovasküler hastalıkların en önemli iki risk faktörü arasında yer almaktadır. Hipertansiyon, dünya genelinde 1 milyardan fazla yetişkini (yaklaşık her dört kişiden birini) etkilemekte ve 70 yaş altı erken ölümlerin yaklaşık %40'ından sorumlu tutulmaktadır (Wlosinska ve ark., 2020). Avrupa'da, kardiyovasküler olay riski taşıyan bireylerle gerçekleştirilen randomize, çift kör, plasebo kontrollü bir çalışmada; bir yıl boyunca günlük 2400 mg yıllanmış sarımsak ekstraktı tüketiminin, koroner arter kalsifikasyonunun ilerlemesini anlamlı düzeyde yavaşlattığı, kan glikoz seviyelerini düşürdüğü ve sistolik kan basıncını azalttığı tespit edilmiştir (Wlosinska ve ark., 2020).

Son yıllarda yapılan klinik çalışmalar, tedavi altındaki ancak kan basıncı yeterince kontrol altına alınamayan hipertansiyon hastalarında sarımsak preparatlarının olumlu etkilerine dair umut verici sonuçlar ortaya koymuştur (Mahdavi-Roshan ve ark., 2016; Sobenin ve ark., 2009). Elost ve ark. (2017) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, sarımsak ve yıllanmış sarımsak ekstraktlarının antioksidan aktiviteleri ABTS [2,2'-azino-bis(3-etilbenzotiyazolin-6-sülfonik asit)] radikal süpürme analizi ile değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar, her iki ekstraktın da ABTS⁺ radikallerini temizleme kapasitesi sayesinde anlamlı düzeyde antioksidan özellik gösterdiğini ortaya koymuştur. Özellikle, yıllanmış sarımsak ekstraktının taze sarımsak özütüne kıyasla daha yüksek bir Trolox Eşdeğer Antioksidan Kapasitesi'ne (TEAC) sahip olduğu belirlenmiştir. Bu bulgu, yıllanmış sarımsak ekstraktında bulunan stabil organosülfür bileşiklerinin (örneğin SAC ve SAMC) artmış biyoyararlanımı ve antioksidan potansiyeli ile ilişkilendirilmektedir.

Yıllanmış sarımsak ekstraktının antioksidan özellikleri, artan metabolizma hızı veya kronik inflamasyon sonucunda oluşan reaktif oksijen türlerini (ROS) azaltarak, aterosklerozun erken bir göstergesi olan endotel disfonksiyonunu önlemeye yardımcı olur (Tsuneyoshi, 2020). Rastgele, çift kör, plasebo kontrollü bir beslenme müdahalesinde, üç ay boyunca günde 400 mg sarımsak ekstraktı alımının antioksidan durumu artırdığı ve bunun sonucunda obez bireylerde C-reaktif protein (CRP), düşük yoğunluklu lipoprotein kolesterol (LDL), yüksek yoğunluklu lipoprotein kolesterol (HDL), trigliseritler ve plazminojen aktivatör inhibitörü-1 (PAI-1) gibi endotel biyobelirteçlerinin düzenlenerek kardiyovasküler riskin azaldığı rapor edilmiştir. Ayrıca, randomize, çift kör,



plasebo kontrollü bir klinik çalışmada, yıllanmış sarımsak ekstraktında bulunan organosülfür bileşiklerinin obezite kaynaklı inflamasyon üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Bu çalışmada, yıllanmış sarımsak ekstraktının içerdiği S-alil sistein (SAC) gibi bileşiklerle sistemik inflamasyon arasında anlamlı düzeyde negatif bir korelasyon saptanmıştır. Katılımcılar, altı hafta boyunca günde 3,6 gram yıllanmış sarımsak ekstraktı takviyesi almış ve bu sürenin sonunda SAC'nin hidrojen sülfür (H_2S) üretimini artırarak obeziteye bağlı inflamasyonu azalttığı belirlenmiştir. H_2S , vücutta doğal olarak bulunan; antiinflamatuvar, vazodilatör ve antioksidan etkilere sahip önemli bir sinyal molekülü olarak bilinmektedir (Xu ve ark., 2018).

Metabolik sendrom, abdominal obezite, hipertansiyon, aterosklerotik dislipidemi, protrombotik ve proinflamatuvar durumları içeren bir dizi metabolik bozukluktan oluşan bir rahatsızlıktır. Bu sendrom, etkilenen bireylerde tip 2 diyabet gelişme riskini yaklaşık beş kat, kardiyovasküler hastalık riskini ise iki kat artırmaktadır (Samson & Garber, 2014). Son yıllarda yapılan klinik araştırmalar, yıllanmış sarımsak ekstraktının bu metabolik bozuklukların yönetiminde umut verici sonuçlar ortaya koyduğunu göstermektedir. Örneğin, 24 hafta boyunca günde 1.2 gram yıllanmış sarımsak takviyesi uygulanan bireylerde plazma adiponektin seviyelerinde anlamlı artış gözlenmiş ve buna paralel olarak metabolik sendrom risk faktörlerinde belirgin iyileşmeler rapor edilmiştir (Gómez-Arbeláez ve ark., 2013).

Klinik öncesi çalışmalarda, yıllanmış sarımsak ekstraktının altı günlük uygulama sonrası doza bağlı olarak yara iyileştirme potansiyeli gösterdiği bildirilmiştir (Ejaz ve ark., 2009). Başka bir çalışmada, yıllanmış sarımsak ekstraktı ile beslenen farelerde nöronal nitrik oksit sentaz (nNOS) aracılığıyla kolon düz kas gevşemesinde artış gözlenmiş, enterik sinir sistemi (ENS) hücrelerinde proliferasyonun teşvik edildiği ve ekstraktın belirgin nöroprotektif etkiler gösterdiği saptanmıştır. Bu bulgular, yaşlanmaya bağlı kolorektal dismotilite belirtilerinin azaltılmasında yıllanmış sarımsak ekstraktının potansiyel faydalarını ortaya koymaktadır. Çalışma aynı zamanda, yaşlı farelerde gastrointestinal (GI) motilite özelliklerinin detaylı karakterizasyonunu sunarak, yıllanmış sarımsak ekstraktının GI motilite bozuklukları ve ENS hücre işlevleri üzerindeki olası terapötik etkilerine dikkat çekmektedir (Ohishi ve ark., 2025). Elde edilen sonuçlar, bu doğal ürünün yaşa bağlı sindirim sistemi disfonksiyonlarının yönetiminde umut vadeden bir yaklaşım olabileceğini göstermektedir.

Bitkilerden elde edilen doğal ajanlar, takviyeler, antibiyotikler ve kanser önleyici ilaçların geliştirilmesinde yoğun şekilde araştırılmaktadır. Bu kapsamda sarımsak, hem bir gıda maddesi olarak hem de geleneksel tıpta yaygın biçimde kullanılmaktadır. Yapılan bilimsel çalışmalar, sarımsak ve özellikle yıllanmış sarımsak ekstraktının çeşitli kanser türlerinin önlenmesi ve tedavisinde önemli bir potansiyele sahip olduğunu ortaya koymuştur (Tanaka ve ark., 2006; Jikihara ve ark., 2015; Ohkubo ve ark., 2018; Ishikawa ve ark., 2006; Li ve ark., 2019).

Ayrıca, yıllanmış sarımsak ekstraktının anlamlı antiinflamatuvar özellikler sergilediği ve özellikle oral bakteriyel enfeksiyonların tetiklediği yaygın bir kronik inflamatuvar hastalık olan periodontitis üzerinde olumlu etkiler sağladığı gösterilmiştir. İlgili çalışmalar, yıllanmış sarımsak ekstraktı uygulamasının inflamatuvar semptomları belirgin şekilde azalttığını bildirmiştir (Ohtani ve ark., 2020; Nango ve ark., 2023).

Aroma bileşikleri

Yapılan bir çalışmada, allisin ve S-metilmetantiosülfinat gibi sülfür içeren aroma maddelerinin, taze sarımsağın baskın aroma bileşenleri olduğu, ancak bu bileşiklerin yıllanmış sarımsak ekstraktında bulunmadığı bildirilmiştir. Yaşlanma süreci sırasında, tiyosülfinatlardaki azalmanın, yıllanmış sarımsak ekstraktının keskin kokusunun kaybolmasına yol açtığı saptanmıştır (Abe ve ark., 2020). Aynı çalışmada, aroma-aktif bileşiklerin seyreltme faktörleri (FD), gaz kromatografisi-olfaktometri (GC-O) tabanlı aroma ekstrakt seyreltme analizi (AEDA) yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Elde edilen verilere göre, yıllanmış sarımsak ekstraktında $FD \geq 1$ değerine sahip toplam 39 farklı bileşik tanımlanmış ve bu bileşiklerin, meyveli, fenolik, fındıksı ve sülfürlü aromalar gibi çeşitli aroma karakterlerini sergilediği gözlemlenmiştir. Çalışma, yıllanmış sarımsak ekstraktının kompleks bir aroma yapısına sahip olduğunu ve aroma profilinde esterler, aldehitler, fenoller, pirazinler ve laktonlar gibi bileşiklerin yanı sıra sülfür içeren bileşiklerin de önemli bir rol oynadığını bildirmiştir (Abe ve ark., 2020). Abe ve ark. (2020) tarafından yapılan bir diğer çalışmada, taze dilimlenmiş sarımsak ile yıllanmış sarımsak ekstraktı duyu analizi yöntemiyle kıyaslanmıştır. Araştırma bulguları, taze sarımsakta "keskin" kokunun öne çıkan baskın özellik olduğunu, ancak diğer aroma bileşenlerinin daha düşük yoğunluklarda tespit edildiğini göstermektedir. Bununla birlikte, yaşlandırma işleminin sarımsağın aroma profilini önemli ölçüde değiştirdiği gözlemlenmiştir. Yıllanmış sarımsak örneklerinde, "keskin" notanın anlamlı derecede azaldığı, buna karşın "baharatlı", "asidik", "metalik" ve "karamel" notalarının belirgin şekilde ön plana çıktığı tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, yıllanmış sarımsak ekstraktının, taze sarımsağa kıyasla daha az keskin fakat daha kompleks ve zengin bir aroma profiline sahip olduğunu ortaya koymaktadır.



Tartışma

Derlenen çalışmalar, yıllanmış sarımsak ekstraktının sağlık üzerinde olumlu etkiler gösterdiğini ortaya koymaktadır. Yıllanmış sarımsak ekstraktının antioksidan ve anti-inflamatuvar özellikleri, hipertansiyon, hiperlipidemi, tip 2 diyabet ve obezite gibi metabolik hastalıklar üzerinde olumlu etkiler sunmaktadır. Klinik veriler, yıllanmış sarımsak ekstraktının reaktif oksijen türlerini azaltarak endotel fonksiyonlarını iyileştirdiğini ve ateroskleroz sürecini yavaşlattığını göstermektedir. Ayrıca, antioksidan özellikleri açısından taze sarımsağa kıyasla daha yüksek bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Çalışmalar, yıllanmış sarımsak ekstraktının toplam flavonoid ve flavonol konsantrasyonlarının taze sarımsaktan daha yüksek olduğunu göstermektedir. Duyusal değerlendirmelerde, yıllanmış sarımsak ekstraktında "keskin" koku önemli ölçüde azalırken, "baharatlı", "asidik", "metalik" ve "karamelize" özelliklerin taze sarımsağa kıyasla daha belirgin olduğu bildirilmiştir. Mevcut literatür verileri, yıllanmış sarımsak ekstraktının fonksiyonel bir gıda bileşeni olarak kullanım potansiyelini güçlendirmektedir. Bu alandaki çalışmaların daha da detaylandırılması, bu doğal bileşiğin daha geniş bir kitleye fayda sağlayacak şekilde kullanılması için önemli fırsatlar yaratacaktır.

Kaynaklar

- Abe, K., Hori, Y., & Myoda, T. (2020). Characterization of key aroma compounds in aged garlic extract. *Food Chemistry*, 312, 126081.
- Borek, C. (2001). Antioxidant Health Effects of Aged Garlic Extract. *The Journal of Nutrition*, 131(3), 1010S–1015S.
- Cervantes, M. I., de Oca Balderas, P. M., de Jesús Gutiérrez-Baños, J., Orozco-Ibarra, M., Fernández-Rojas, B., Medina-Campos, O. N., ... & Aguilera, P. (2013). Comparison of antioxidant activity of hydroethanolic fresh and aged garlic extracts and their effects on cerebral ischemia. *Food Chemistry*, 140(1-2), 343-352.
- Ejaz, S., Chekarova, I., Cho, J. W., Lee, S. Y., Ashraf, S., & Lim, C. W. (2009). Effect of aged garlic extract on wound healing: A new frontier in wound management. *Drug and Chemical Toxicology*, 32(3), 191-203.
- Elosta, A., Slevin, M., Rahman, K., & Ahmed, N. (2017). Aged garlic has more potent antiglycation and antioxidant properties compared to fresh garlic extract in vitro. *Scientific Reports*, 7(1), 39613.
- Gómez-Arbeláez, D., Lahera, V., Oubiña, P., Valero-Muñoz, M., De las Heras, N., Rodríguez, Y., ... & López-Jaramillo, P. (2013). Aged garlic extract improves adiponectin levels in subjects with metabolic syndrome: A double-blind, placebo-controlled, randomized, crossover study. *Mediators of Inflammation*, 2013, 285795.
- Hiramatsu, K., Tsuneyoshi, T., Ogawa, T., & Morihara, N. (2016). Aged garlic extract enhances heme oxygenase-1 and glutamate-cysteine ligase modifier subunit expression via the nuclear factor erythroid 2-related factor 2-antioxidant response element signaling pathway in human endothelial cells. *Nutrition Research*, 36(2), 143-149.
- Ishikawa, H., Saeki, T., Otani, T., Suzuki, T., Shimoizuma, K., Nishino, H., ... & Morimoto, K. (2006). Aged garlic extract prevents a decline of NK cell number and activity in patients with advanced cancer. *Journal of Nutrition*, 136(Suppl 3), 816S-820S.
- Jikihara, H., Qi, G., Nozoe, K., Hirokawa, M., Sato, H., Sugihara, Y., & Shimamoto, F. (2015). Aged garlic extract inhibits 1,2-dimethylhydrazine-induced colon tumor development by suppressing cell proliferation. *Oncology Reports*, 33(3), 1131-1140.
- Li, W. Q., Zhang, J. Y., Ma, J. L., Li, Z. X., Zhang, L., Zhang, Y., ... & You, W. C. (2019). Effects of *Helicobacter pylori* treatment and vitamin and garlic supplementation on gastric cancer incidence and mortality: Follow-up of a randomized intervention trial. *BMJ*, 366, l5016.
- Nango, H., & Ohtani, M. (2023). S-1-propenyl-L-cysteine suppresses lipopolysaccharide-induced expression of matrix metalloproteinase-1 through inhibition of tumor necrosis factor- α converting enzyme-epidermal growth factor receptor axis in human gingival fibroblasts. *PLoS One*, 18(3), e0284713.
- Ohishi, K., Rahman, A. A., Ohkura, T., Burns, A. J., Goldstein, A. M., & Hotta, R. (2025). Effects of aged garlic extract on aging-related changes in gastrointestinal function and enteric nervous system cells. *Experimental and Therapeutic Medicine*, 29(5), 103.
- Ohkubo, S., Via, L. D., Grancara, S., Kanamori, Y., García-Argáez, A. N., Canettieri, G., ... & Agostinelli, E. (2018). The antioxidant, aged garlic extract, exerts cytotoxic effects on wild-type and multidrug-resistant human cancer cells by altering mitochondrial permeability. *International Journal of Oncology*, 53(3), 1257-1268.
- Ohtani, M., & Nishimura, T. (2020). Sulfur-containing amino acids in aged garlic extract inhibit inflammation in human gingival epithelial cells by suppressing intercellular adhesion molecule-1 expression and IL-6 secretion. *Biomedical Reports*, 12(2), 99-108.
- Samson, S. L., & Garber, A. J. (2014). Metabolic syndrome. *Endocrinology and Metabolism Clinics*, 43(1), 1-23.





- Szulińska, M., Kręgielska-Narożna, M., Świątek, J., Styś, P., Kuźnar-Kamińska, B., Jakubowski, H., ... & Bogdański, P. (2018). Garlic extract favorably modifies markers of endothelial function in obese patients - randomized double blind placebo-controlled nutritional intervention. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 102, 792-797.
- Tanaka, S., Haruma, K., Yoshihara, M., Kajiyama, G., Kira, K., Amagase, H., & Chayama, K. (2006). Aged garlic extract has potential suppressive effect on colorectal adenomas in humans. *Journal of Nutrition*, 136(Suppl 3), 821S-826S.
- Tsuneyoshi, T. (2020). BACH1 mediates the antioxidant properties of aged garlic extract. *Experimental and Therapeutic Medicine*, 19(2), 1500-1503.
- Wlosinska, M., Nilsson, A. C., Hlebowicz, J., Hauggaard, A., Kjellin, M., Fakhro, M., ... & Lindstedt, S. (2020). The effect of aged garlic extract on the atherosclerotic process - A randomized double-blind placebo-controlled trial. *BMC Complementary Medicine and Therapies*, 20(1), 132.
- Xu, C., Mathews, A. E., Rodrigues, C., Eudy, B. J., Rowe, C. A., O'Donoghue, A., & Percival, S. S. (2018). Aged garlic extract supplementation modifies inflammation and immunity of adults with obesity: A randomized, double-blind, placebo-controlled clinical trial. *Clinical Nutrition ESPEN*, 24, 148-155.

