

Mantarlardan Elde Edilen Sclerotia ve Fonksiyonel Gıda Olarak Kullanımı

Beyhan KİBAR¹ Aysun PEKŞEN²

ÖZET: İnsan beslenmesinde kullanılan mantarların en yaygın yenilebilir kısımları mantar sap ve şapkası iken, bazı mantar türlerinin sclerotiası da tüketilebilmektedir. Sclerotia, bazı makromantarlarda besin içeren sertleşmiş mantar misellerinin sıkı yapı gösteren kitlesidir. Sclerotia sağladığı besin maddeleri ve onu yiyen insanlar üzerindeki etkileri nedeniyle “felsefe taşı” olarak bilinmektedir. Sclerotia oluşturan başlıca yenilebilir ve/veya tıbbi mantarlar *Morchella* türleri, *Pleurotus tuber-regium*, *Polyporus rhinocerus*, *Lentinus squarrosulus*, *Wolfiporia cocos*, *Grifola umbellata*, *Omphalia lapidescens*, *Xylaria nigripes*, *Psilocybe atlantis*, *P. tampanensis*, *P. mexicana* ve *P. galindoi* türleridir. Bu makalede sclerotia oluşumu ve yapısı, biyokimyasal, besinsel, teknolojik ve biyofarmakolojik özellikleri ve bazı mantar türlerinin sclerotiasının yetiştiriciliği hakkında bilgi verilmiştir. Fonksiyonel gıda olarak mantar sclerotiasının potansiyel rolü, fiziksel, kimyasal özellikleri ile fizyolojik faydaları ve kontrollü koşullarda mantar sclerotiasının yetiştiriciliği hakkında daha kapsamlı araştırmaların yapılması gerekmektedir.

Anahtar kelimeler: Sclerotia, mantar, gıda, yetiştiricilik



Sclerotia Obtained from Mushrooms and Its Use as Functional Food

ABSTRACT: The fruiting bodies of mushrooms are the most common edible form in the human diet, but the sclerotia of some mushroom species can also be consumed. Sclerotia are compact mass of hardened fungal mycelia containing food reserve in some macrofungi. It is named as philosopher’s stone thanks to the nutrients it provides and its effect to the people who eat it. The sclerotia-forming, edible, and/or medicinal mushrooms are mainly *Morchella* spp., *Pleurotus tuber-regium*, *Polyporus rhinocerus*, *Lentinus squarrosulus*, *Wolfiporia cocos*, *Grifola umbellata*, *Omphalia lapidescens*, *Xylaria nigripes*, *Psilocybe atlantis*, *P. tampanensis*, *P. mexicana* and *P. galindoi*. In this review, formation and structure of sclerotia, biochemical, nutritional, technological characteristics and biopharmacological values of mushroom sclerotia and cultivation of some mushroom sclerotia are presented. Potential role of mushroom sclerotia as a functional food, physical and chemical properties and physiological benefits of mushroom sclerotia and the cultivation of mushroom sclerotia under controlled artificial conditions should be investigated comprehensively.

Keywords: Sclerotia, mushroom, food, cultivation

¹ İğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, İğdır, Türkiye

² Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Samsun, Türkiye
Sorumlu yazar/Corresponding Author: Beyhan KİBAR, beyhan.kibar@igdir.edu.tr

GİRİŞ

Mantarlar sahip oldukları besin değeri ve insan sağlığı için yararlı olan farmakolojik özellikleri nedeniyle önemli gıdalardır. Genellikle beslenme ve medikal amaçlı olarak mantar sap ve şapkaları kullanılmaktadır. Ancak son yıllarda bileşimindeki biyoaktif bileşiklerden dolayı mantar sclerotiasının fonksiyonel gıda olarak kullanılabilirliği konusunda yoğun çalışmalar yapılmaktadır. Mantar sclerotiası fonksiyonel bir gıda maddesi olarak taze, kurutulmuş veya çay yapılarak tüketilebilmekte, gıda ürünlerine doğrudan ilave edilebilmekte veya alternatif olarak sclerotia kendi başına nutrasötik (hastalıkları önleyici ve tedavi edici özelliği olan gıda) olarak da kullanılabilir. Sclerotium; morfolojik olarak değişken, besince zengin, olumsuz çevre koşullarında çok uzun bir süre boyunca dormant ve pasif kalabilen, çok sayıda hifin bir araya toplanmasıyla oluşmuş bir yapı olarak tanımlanmaktadır (Willetts and Bullock, 1992). Sclerotium şekli genellikle yuvarlak veya oval olmakla birlikte, sclerotium büyüklüğü türlere göre değişmektedir. Mikroskopik (sadece birkaç hücreden oluşan, *Verticillium dahliae*'de olduğu gibi) ya da çok büyük (çapı 30 cm'den daha fazla olan, *Polyporus mylittae*'de olduğu gibi) boyutlarda olabilmektedir (Carlisle et al., 2001; Moore, 2003). Sclerotianın doğal rengi genellikle çikolata kahvesi olmakla birlikte, çevresel koşullara bağlı olarak değişebilmektedir. Sclerotianın yer altında gelişmesi onun bulunmasını zorlaştırmaktadır. Sclerotia, içerisinde birçok besin elementini depolamaktadır. Sclerotia sağladığı besin maddeleri ve onu yiyen insanlar üzerindeki etkileri nedeniyle "felsefe taşı" olarak bilinmektedir.

Bazı mantarlar sclerotia üretme yeteneğine sahiptir. Sclerotia oluşturan başlıca yenilebilir ve/veya tıbbi mantarlar *Morchella* türleri, *Pleurotus tuberregium*, *Polyporus rhinocerus*, *Lentinus squarrosulus*, *Wolfiporia cocos*, *Grifola umbellata*, *Omphalia lapidescens*, *Xylaria nigripes*, *Psilocybe atlantis*, *P. tampansensis*, *P. mexicana* ve *P. galindoi* türleridir (Huang, 1999a; Adejaye et al., 2009; Anonymous, 2012a, b).

Son yıllarda dünyada mantar sclerotiasının fonksiyonel gıda olarak kullanılabilirliği üzerine çalışmalar yapılmasına rağmen, ülkemizde mantar sclerotiasının yetiştiriciliği ve gıda olarak kullanımı ile ilgili herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Bu makalede mantar sclerotiasının oluşumu ve yapısı, biyokimyasal, besinsel, teknolojik, biyofarmakolojik özellikleri ile bazı mantar türlerinin sclerotiasının yetiştiriciliği hakkında bilgi verilmesi amaçlanmıştır.

SCLEROTİA OLUŞUMU VE YAPISI

Sclerotia ile ilgili çalışmalar ilk olarak 19. yüzyılda bildirilmiştir. Sclerotia oluşumu olumsuz şartlarda mantarın hayatta kalması için etkili bir stratejidir. Sclerotial gelişimin başlamasında çok sayıda içsel ve dışsal faktör etkilidir. Bununla birlikte sclerotia esas olarak açlık koşullarında veya misel gelişimine elverişsiz diğer koşullarda oluşmaktadır (Carlisle et al., 2001). Yapılan çalışmalarda sclerotial gelişiminin başlamasını etkileyen çevresel (ışık, sıcaklık, pH), mekanik (kesilme, yırtılma), biyokimyasal (mikroorganizmalar, antibiyotikler, fenolikler ve polifenoloksidazlar), besinsel (C/N oranı, mineral ve vitaminler) ve içsel morfojenetik faktörler kapsamlı bir şekilde incelenmiştir (Willetts and Bullock, 1992; Wong and Cheung, 2008).

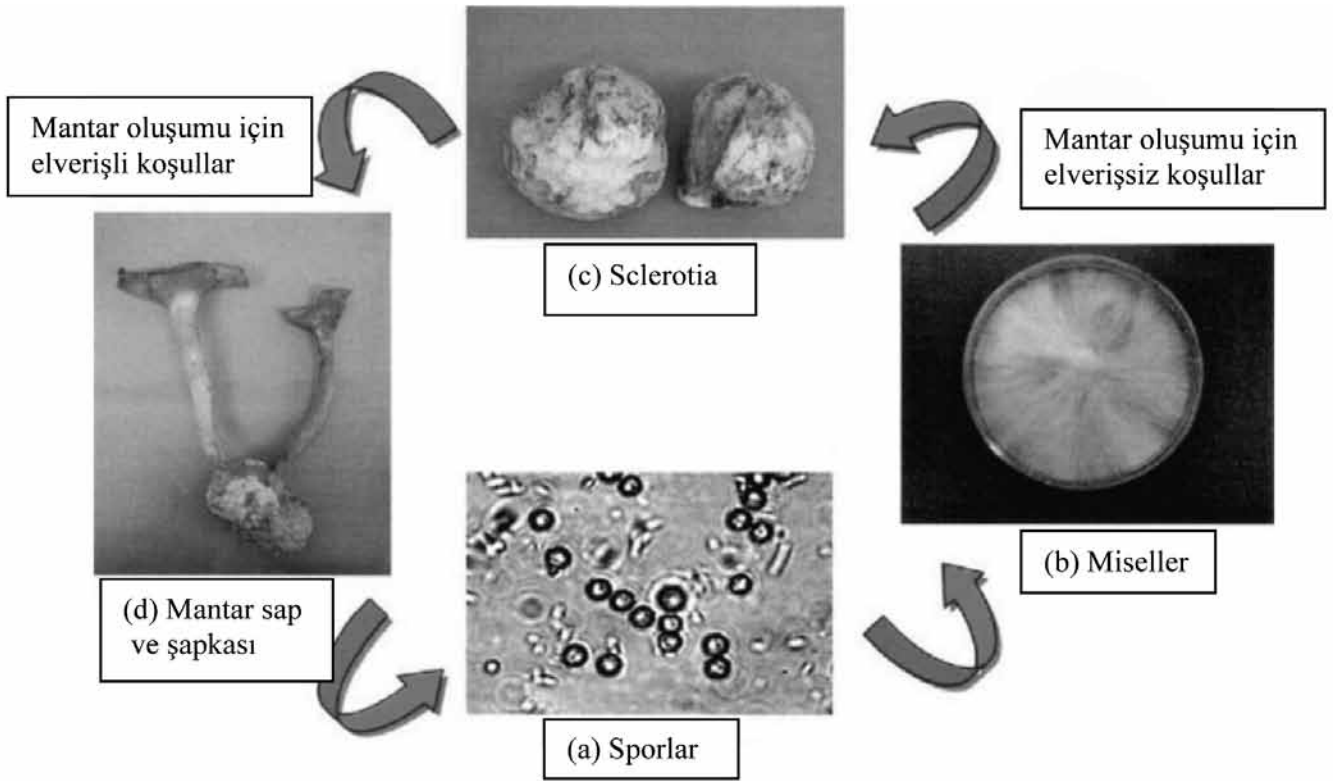
Sclerotial gelişim sırasında, enerji ve besin sağlamak amacıyla substrattan oldukça fazla besin maddesi emilmekte ve bunu çeşitli enzimler ile parçalanma takip etmektedir. Böylece, yüzeyin besin durumu, üretilen sclerotianın sayısı ve büyüklüğünü doğrudan belirlemektedir (Willetts and Wong, 1971).

Sclerotial çimlenme şekli türe bağlıdır. Sclerotianın çimlenmesi eşeysiz sporlar, mantar sap ve şapkası, miseller veya bunların kombinasyonu yoluyla olabilmektedir (Wong and Cheung, 2008).

Mantarlar sclerotia oluşturduğunda, onlar kendi yaşam döngüsü içinde bir dinlenme safhasına girmekte ve dormant kalmaktadır. Dormant sclerotia birkaç yıl boyunca hayatta kalabilmekte ve koşullar tekrar elverişli hale geldiğinde sclerotia mantar üretmek için tekrar çimlenebilmektedir (Willetts and Bullock, 1992). Bazı fungal türlerde (özellikle Askomisetler ve Basidiomisetler) mantar sclerotiasının üretimi, istenmeyen şartlar altında hayatta kalmak için etkili bir stratejidir ve mantarın hayat döngüsünde önemli aşamalardan birini oluşturmaktadır (Georgiou et al., 2006). Şekil 1'de sclerotia oluşturan bir mantarın yaşam döngüsü gösterilmektedir.

Sclerotium genellikle "kabuk" (dış yüzey) ve "medulla" (öz) kısımlarından oluşmaktadır. Bazı durumlarda ise sclerotia kabuk ve medulla arasında dar ve sıkı bir hif tabakasından oluşan "korteks" görülebilmektedir (Willetts and Bullock, 1992).

Kabuk (dış yüzey): Sclerotiumun dış kısmındaki odunsu yapıdaki sclerotium duvarı kabuk olarak adlandırılmaktadır. Sclerotiumun çevresindeki hifal uçların sürekli bir tabaka oluşturmak için çok sıkı bir şekilde



Şekil 1. Sclerotia oluşturan bir mantarın yaşam döngüsü (Anonymous, 2012c)

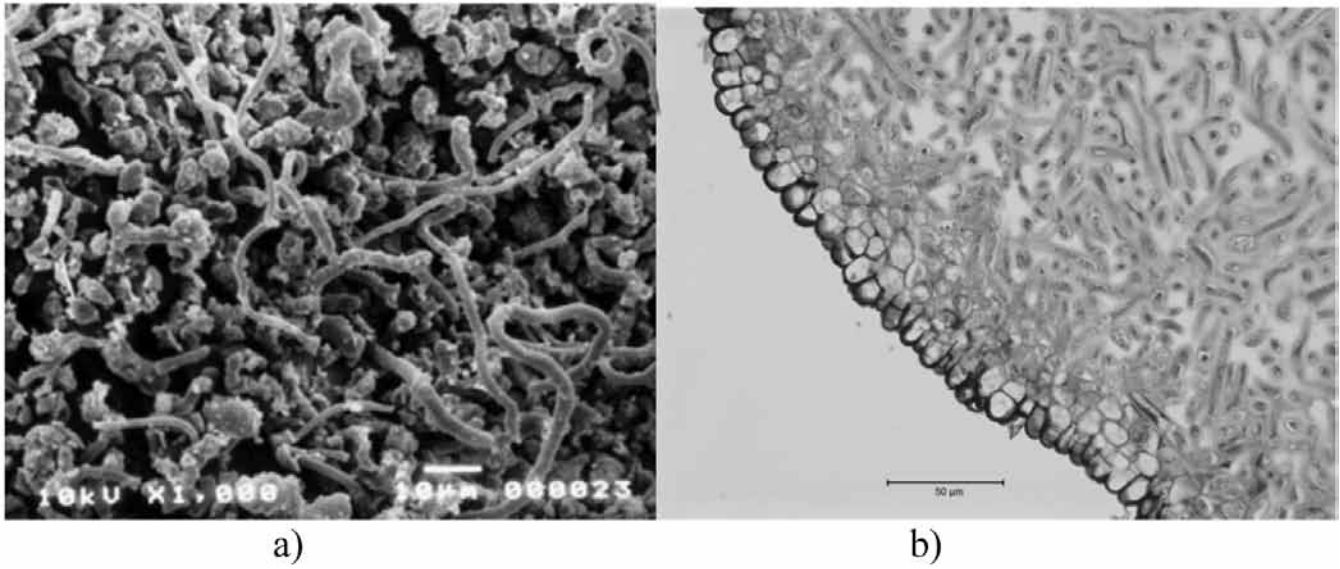
de bir araya gelmesiyle kabuk oluşmaktadır. Kabuk gelişiminin erken safhasında hücre duvarları kalınlaşmaya başlamakta ve olgun bir sclerotiada kabuğun hücre duvarı en kalın aşamaya ulaşmaktadır (Bullock et al., 1980). Sclerotial kabuk oluşumunun karakteristik bir özelliği melanin birikiminin neden olduğu beyazdan koyu kahverengi veya siyaha kadar olan renk değişimidir. Olgunlukta sclerotium kabuk hücrelerinin çoğu bozulmakta veya ölmektedir. Böylece sclerotia geçirgenliğinde bir azalma gözlenmektedir (Wong and Cheung, 2008).

Korteks: Bazı sclerotiada kabuk farklılaşmaya başladığında ve sclerotium neredeyse onun tam büyüklüğünü aldığı anda kabuk ve medulla arasında hiflerin sıkı bir şekilde bir araya gelmesiyle korteks olarak adlandırılan yapı oluşmaktadır. Korteksin genişliği türler arasında ve hatta tür içerisinde değişebilmektedir (Kohn and Grenville, 1989). Korteks rezerv materyallerin birikimi ve depolanmasına uygun bir alan olduğu için kortikal hifler içinde bol miktarda depo organının yayılması kortikal gelişimin önemli bir özelliğidir (Wong and Cheung, 2008).

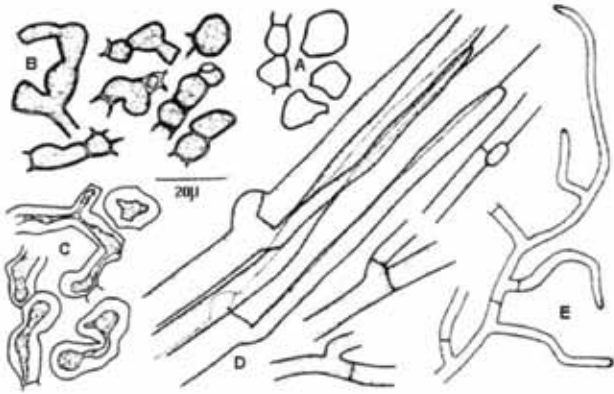
Medulla (öz): Sclerotiumun iç kısmı medulla olarak adlandırılmaktadır. Sclerotiumun ana bölümünü oluşturan medulla, hücre içi rezervler için asıl depo alanı

olan hiflerden meydana gelmektedir (Moore, 1995). En fazla hifal yoğunluk genellikle medullanın dış kısmında oluşmaktadır. Medullanın en dikkat çekici farklılaşma özelliği, hifler arasındaki boşluklarda hücre dışı maddenin birikimidir (Willets et al., 1990). Medulla hifleri de kortikal hiflere benzer türde depolama organları ve duvar kalınlaşmasına sahiptir (Wong and Cheung, 2008). Yapay koşullar altında *Grifola umbellata*'nın hiflerinden geliştirilen sclerotiumun morfolojik özelliklerinin incelendiği çalışmada medulla çapının değişen ince ve kalın duvarlı hiflerden oluştuğu, kalın duvarlı hücrelerin her zaman hifal uçların altında meydana geldiği ve sitoplazmanın geri çekilmesinin hücre duvarının kalınlaşması ile birlikte olduğu tespit edilmiştir (Xiaoke and Shunxing, 2005).

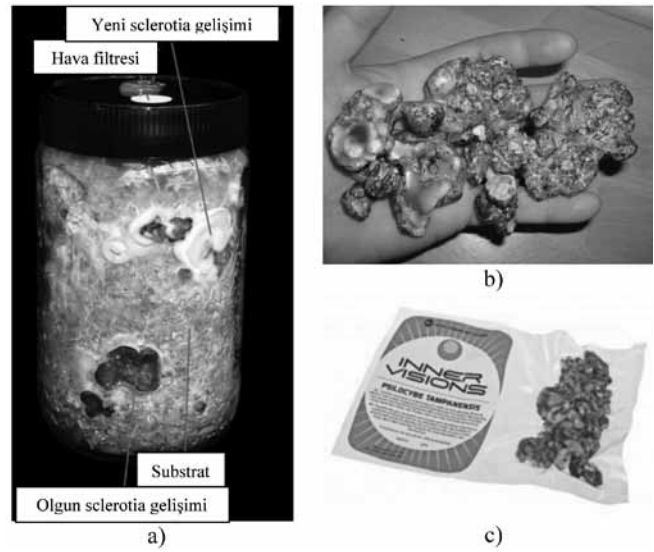
Pleurotus tuber-regium sclerotiasının hifal yapısının elektron mikroskopunda görünümü ile olgun bir sclerotiumun (*Sclerotinia sclerotium*) enine kesitinde kabuk, korteks ve medulla kısımlarının görünümü Şekil 2'de, *Corticium rolfsii* sclerotiumunun görünümü Şekil 3'te verilmiştir. *Psilocybe tampanensis* türünde sclerotia yetiştirme kiti, hasat edilen sclerotia ve satışa sunulan sclerotia Şekil 4'te, *Wolfiporia cocos*, *Pleurotus tuber-regium* ve *Polyporus rhinoceros* sclerotia' sının görünümü ise Şekil 5'te gösterilmiştir.



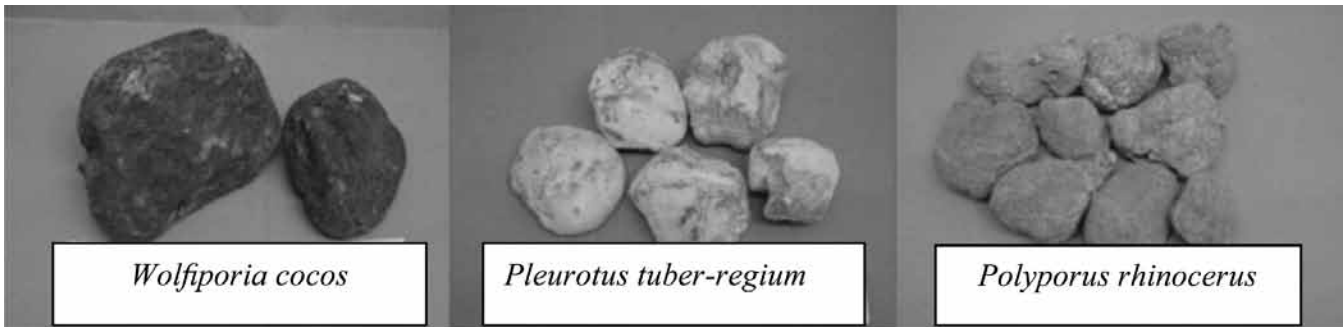
Şekil 2. a) *Pleurotus tuber-regium* sclerotiasının elektron mikroskopunda görünümü (Anonymous, 2012c), b) Olgun bir sclerotiumun (*Sclerotinia sclerotium*) enine kesitinde melanin birikiminden dolayı koyulaşmış dış kısımdaki kabuk, kabuk ile medulla arasında yer alan ince bir tabaka halindeki korteks ve sclerotiumun büyük bir bölümünü oluşturan iç kısımdaki medullanın (mor renkli kısım) görünümü (Anonymous, 2012d)



Şekil 3. *Corticium rolfsii* sclerotiumunun görünümü, A: Yuvarlak sclerotium hücreleri, B: Korteks, C: Medulla, D: Birinci ve ikinci derecedeki hifler, E: Üçüncü derecedeki hifler (Anonymous, 2012e)



Şekil 4. *Psilocybe tampanensis* türünde a) Sclerotia yetiştirme kiti (Anonymous, 2012f), b) Hasat edilen sclerotia (Anonymous, 2012g), c) Satışa sunulan sclerotia (Anonymous, 2012h)



Şekil 5. Bazı mantar türlerine ait sclerotiaların genel görünümü (Anonymous, 2012c)

MANTAR SCLEROTİASININ BİYOKİMYASAL, BESİNSEL VE TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİ

Mantar Sclerotiasının Biyokimyasal Bileşenleri: Mantar sclerotiası başlıca ana bileşeni fungal hücre duvarları olan çok sıkı misel hiflerinden oluşmaktadır. Çoğu basidiomisetlerin fungal hücre duvarlarına benzer şekilde, sclerotial hiflerin hücre duvarı, genellikle β -glukan, kitin, α -glukan ve glikoprotein gibi büyük miktarda polisakkaritlerden oluşmaktadır (Willets et al., 1990). Melaninler veya okside fenolik pigmentler, kabuk (dış yüzey) duvarlarında ve bazen dış kortikal hücrelerin duvarlarında büyük miktarlarda depolanmış olarak bulunmaktadır (Kohn and Grenville, 1989).

Mantar sclerotiasında belirlenen başlıca sitoplazmik rezervler glikojen, protein, polifosfat ve lipidlerdir (Willets and Bullock, 1992). Çeşitli mantar sclerotiasında hifler arası boşlukları dolduran hücre dışı matrisin en önemli kimyasal bileşimini de başlıca β -glukanlar oluşturmaktadır (Bullock and Willets, 1996).

Mantar Sclerotiasının Besin Değeri: Farklı tarımsal artıklar (muz yaprakları, mısır koçanı, pamuk artığı ve çeltik samanı) üzerinde yetiştirilen *P. tuber-regium* sclerotiasında oldukça yüksek miktarlarda kalsiyum ($6200-21000 \mu\text{g g}^{-1}$), magnezyum ($5800-15100 \mu\text{g g}^{-1}$), demir ($100-500 \mu\text{g g}^{-1}$), bakır ($100-500 \mu\text{g g}^{-1}$), çinko ($100-500 \mu\text{g g}^{-1}$), potasyum ($24.500-95.600 \mu\text{g g}^{-1}$) ile az miktarda fosfor ($8200-18300 \mu\text{g g}^{-1}$) ve mangan ($100-1000 \mu\text{g g}^{-1}$) belirlenmiştir. Ayrıca çalışma sonucunda mantar sclerotiasının mineral içeriğinin substrat ortamına ve yetiştiricilik şartlarına bağlı olarak değiştiği bildirilmiştir (Fasidi and Ekuere, 1993).

Ude et al. (2001) tarafından yapılan çalışmada *P. tuber-regium* sclerotiasının ham protein içeriği % 10.8, kül içeriği % 2.78 ve nem içeriği % 14.9 olarak belirlenmiştir.

Wong et al. (2003) tarafından yapılan çalışmada *P. tuber-regium*, *P. rhinocerus* ve *W. cocos* sclerotiasının temel karbonhidrat miktarı (% 90.5-98.1) ve aşırı düşük yağ içeriği (% 0.02-0.14) bakımından benzer bir kompozisyona sahip olduğu belirlenmiştir. Bu 3 sclerotianın ham protein (% 0.67-6.71) ve kül içeriği (% 1.09-2.78) düşük bulunmuştur. *P. tuber-regium* sclerotiasının ham protein içeriği % 6.71 ve kül içeriği % 2.78 olarak belirlenmiştir. Tüm hava kuru sclerotia oldukça yüksek nem içeriğine sahip bulunmuştur. *P. tuber-regium* sclerotiumunun nem içeriği % 12.9 olarak belirlenmiştir.

Farklı selülozik atıklar üzerinde yetiştirilen *Lentinus squarrosulus* sclerotiasının protein oranı tavuk güb-

resi ilave edilen mısır koçanı üzerinde % 25.57 ve muz kabuğu ilave edilen *Cordia milleni*'nin odun atığında % 23.55 olarak belirlenmiştir. Sclerotianın ham lif içeriği genellikle düşük bulunmuştur. Protein, kül ve ham yağ bakımından en yüksek değerler tavuk gübresi ilave edilen mısır koçanı üzerinde yetiştirilen sclerotiadan elde edilmiştir. *L. squarrosulus* sclerotiasında en çok bulunan mineralin klorür olduğu tespit edilmiştir. Kalsiyum, sodyum ve fosfor içeriklerinin tavuk gübresinin bulunduğu ortamda yetiştirilen sclerotia da daha yüksek olduğu, buna karşılık muz yapraklarının bulunduğu ortamda yetiştirilen sclerotianın klorür bakımından daha zengin olduğu belirlenmiştir (Adejoye et al., 2009).

Karbonhidratlar, yağlar ve lifler gıdaların fonksiyonel özelliklerini etkileyebilir. Mantar sclerotiası karbonhidrat, yağ ve lif bakımından zengindirler. Gıdalarda fonksiyonel bileşim olarak herhangi bir yiyecek maddesinin kullanımı onun üretebileceği başlıca faydalara bağlıdır (Alobo, 2003). Gıda endüstrisi araştırmalarında mantar sclerotiasının faydalı bir ham madde olarak kullanılabilirliği düşünülmektedir. Alobo (2003) tarafından yapılan çalışmada *P. tuber-regium* sclerotiasının hem un hem de protein konsantrasyonunun iyi bir protein, kül ve lif kaynağı olduğu ve formüle edilmiş gıdalarda kullanılabilirliği, ancak antibesinsel özelliklerinin belirlenmesinin gerektiği bildirilmiştir. Taze, kurutulmuş veya çay yapılarak tüketilebilen sclerotianın halüsinojenik madde sağladığı da bilinmektedir. Bu nedenle sclerotia tüketimi çocuklar, hamileler, fiziksel veya ruhsal problemleri olan ve ilaç kullanan kişiler için sakıncalı bulunup, bazı ülkelerde sclerotianın satışı ve hatta tüketimi yasaklanmıştır (Anonymous, 2012i). Bu konularda detaylı çalışmaların yapılması gereklidir.

Sclerotial Diyet Lifi: Son 30 yıldır yapılan kapsamlı araştırmalar, yeterli diyet lifi alımının sağlığını korunması ve hastalıkların önlenmesi için faydalı olduğunu göstermiştir [American Diabetic Association (ADA), 2002]. Tüketiciler arasında diyet lifinin sağlık üzerindeki faydaları konusunda artan bilinçlenme yeni diyet lifi kaynakları bulmak ve içecek, bisküvi, çerez, atıştırılabilir gıda, konserve et gibi lifce zenginleştirilmiş veya lif takviyesi yapılmış gıda ürünleri geliştirmek için gıda üreticilerini teşvik etmektedir. Lifce zenginleştirilmiş gıda ürünleri için son derece rekabetçi bir piyasa nedeniyle, yeni diyet lifi kaynaklarının bulunmasına acil ihtiyaç vardır. Mantar sclerotiası bol miktarda diyet lifi içermektedir ve bu nedenle gıda endüstrisinde alternatif diyet lifi kaynağı olarak kullanılabilir (Wasser and Weis, 1999).

Genel olarak diyet lifi, çözünür diyet lifi ve çözünmez diyet lifi olarak iki kısımdan oluşmaktadır. Yapılan çalışmalar (Wong et al., 2003; Wong and Cheung, 2005a) *P. tuber-regium*, *P. rhinoceros* ve *W. cocos* sclerotiasının oldukça yüksek çözünmez diyet lifi içeriğine (% 77.4-94.6) ve son derece düşük çözünür diyet lifi içeriğine (% 1.45-2.50) sahip olduğunu göstermiştir. Bununla birlikte onların toplam diyet lifi içeriği kuru maddenin % 81.7-96.3'ü arasında değişmiştir ve bazı ticari lifce zenginleştirilmiş ürünlere yakın bulunmuştur. Bu mantar türlerine ait üç sclerotial diyet lifi, tahıllar, meyveler, baklagiller ve sebzeler gibi yaygın diyet lifi kaynakları ve bazı ticari diyet lifi ilaveli ürünler ile karşılaştırıldığında daha düşük seviyede besinsel olarak önemli minerallere (kalsiyum, magnezyum, bakır, demir ve çinko) sahip bulunmuştur. Bu bulgular her üç sclerotianın diyet lifinin gıda sanayinde alternatif yüksek lif kaynağı olarak büyük bir potansiyele sahip olduğunu göstermektedir.

Yeni bir alternatif diyet lif kaynağı olarak sclerotia'yı araştırmak ve geliştirmek için sclerotial diyet lifinin fiziksel ve kimyasal özellikleri hakkında daha kapsamlı bilgiye gerek duyulmaktadır. Bununla birlikte bu konudaki çalışmalar çok sınırlıdır.

Sclerotial Diyet Lifinin Fizikokimyasal ve Fonksiyonel Özellikleri: Sclerotial diyet lifi fizyolojik faydaları yanında, istenen bazı fonksiyonel özelliklere de sahiptir. Bu nedenle, diyet lifi araştırmaları özellikle gelişmekte olan nutrasötik (hastalıkları önleyici ve tedavi edici özelliği olan gıda) endüstrisinde son zamanlarda büyük bir ilgi toplamıştır (Jalili et al., 2000).

Wong and Cheung (2005a) tarafından yapılan bir çalışmada *P. tuber-regium*, *P. rhinoceros* ve *W. cocos* mantar türlerinin sclerotiasından elde edilen 3 yeni diyet lifinin bazı fizikokimyasal ve fonksiyonel özellikleri (renk, pH, su bağlama kapasitesi, yağ tutma kapasitesi, emülsiyon aktivitesi ve emülsiyon stabilitesi) araştırılmış ve lif bakımından zengin ticari bir arpa karışımı ile karşılaştırılmıştır. Her üç sclerotial diyet lifi tipinin süspansiyonunun pH'sı hafif asidik (5.59-6.11) olarak bulunmuştur. *P. tuber-regium* ve *P. rhinoceros* diyet lifinin renginin açık olduğu belirlenmiştir. Beyaz ekmek, bisküvi, kurabiye gibi fırıncılık ürünlerine ilave edildiğinde, böyle yüksek bir beyazlık derecesi bu iki sclerotial diyet lifi türü için teknolojik bir avantaj olarak kabul edilmektedir. *W. cocos* diyet lifi en yüksek su bağlama kapasitesi değerine (6.26 g g⁻¹ kuru ağırlık) sahip bulunmuştur. Bu değer tahılın işlenmesiyle elde edilen bazı yan ürünlerin diyet lifinin su bağlama

kapasitesi değerine oldukça yakın bulunmuştur. *W. cocos* diyet lifinin oldukça yüksek su bağlama kapasitesi değeri, bu materyalin peynir gibi ürünlerin lastiksi yapısını geliştirmek ve büzülmeyi önlemek için fonksiyonel bir katkı maddesi olarak kullanılabileceğini göstermektedir. *P. rhinoceros* (1.87 g g⁻¹ kuru ağırlık), *P. tuber-regium* (1.36 g g⁻¹ kuru ağırlık) ve *W. cocos* (1.37 g g⁻¹ kuru ağırlık)'tan elde edilen diyet lifinin yağ tutma kapasitesi değerleri ticari lif ile zenginleştirilmiş karışımlarinkine benzer bulunmuştur. Tüm diyet lifi örneklerinin emülsiyon aktivitesi değerleri (% 56.7-71.9) % 50'nin üzerinde bulunmuştur. Bu durum onların formüle edilen gıdada emülsiyonlaştırıcı olarak görev yapma potansiyelinin yüksek olduğunu göstermektedir. İncelenen bu 3 sclerotia türü birkaç teknolojik avantaj (doğal kaynaklı, yüksek diyet lifi içeriği ve iyi fizikokimyasal ve fonksiyonel özellikleri) ile birlikte çok amaçlı düşük kalorili besin bileşenleri olarak görülmektedir ve onların unlu mamüller, şehriye ve kuru yemiş gibi çok çeşitli gıdalara katılabileceği düşünülmektedir.

MANTAR SCLEROTİASININ BİYOFARMOKOLOJİK DEĞERİ

İn Vitro Mineral Bağlama Kapasitesi: Diyet lifinin in vitro mineral bağlama kapasitesinin insanlarda mineral biyoyararlılığı üzerinde onun etkisini tahmin etmede çok önemli bir parametre olduğuna inanılmaktadır (Laszlo, 1989).

P. tuber-regium, *P. rhinoceros* ve *W. cocos* mantar türlerinin sclerotiasından hazırlanan 3 yeni diyet lifinin in vitro mineral bağlama kapasitesi insan midesi, ince bağırsak ve kalınbağırsağı ile simule edilen fizyolojik koşullarında beslenme açısından önemli 5 mineral (Ca, Mg, Cu, Fe ve Zn) bakımından araştırılmış ve karşılaştırılmıştır. Elde edilen bulgular üç sclerotial diyet lifi türünün mideye ulaştığında, onların içsel Ca (% 96.9-97.9) ve Mg'unun (% 95.9-96.7) çoğunun kolayca serbest kaldığını ve onların içsel Cu, Fe, Zn'sunun yaklaşık yarısının bağlı kaldığını göstermektedir. Simule edilen ince bağırsak fizyolojik koşullarında üç sclerotial diyet lifi türünün in vitro mineral bağlama kapasitesi, özellikle Ca (% 4.79-5.91) ve Mg (% 3.16-4.18) bağlama kapasitesi düşük bulunmuştur. Simule edilen kalın bağırsak fizyolojik koşullarında ise Ca (% 34.2-72.3) bağlama kapasitesinin yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu bulgular, üç sclerotial diyet lifi türünün Ca biyoyararlılığı üzerindeki potansiyel fizyolojik faydalarını göstermektedir (Wong and Cheung, 2005b).

İn Vitro Fermente Olabilirlik: İnsan bağırsağında diyet lifinin fermente edilmesi insanların fizyolojik fonksiyonlarını önemli oranda etkileyen bazı gazların (CO₂, CH₄ ve H₂) ve yağ asitlerinin üretimine yol açmaktadır (Tungland and Meyer, 2002).

Bir gıda bileşeni olarak *P. tuber-regium*, *P. rhinocerus* ve *W. cocos*'tan hazırlanan sclerotial diyet lifinin fermente olabilirliği incelenmiş ve selüloz kontrolünki ile karşılaştırılmıştır. Tüm diyet lifi örnekleri anaerobik koşullar altında 37 °C'de 24 saat boyunca in vitro fermente edilmiştir. Her 3 sclerotial diyet lifi türü selüloz kontrolü ile karşılaştırıldığında daha yüksek kuru madde kaybı (*P. tuber-regium* % 8.56; *P. rhinocerus* % 13.5; *W. cocos* % 53.4) ve organik madde kaybı (*P. tuber-regium* % 9.82; *P. rhinocerus* % 14.6; *W. cocos* % 57.4) göstermiştir. Bununla birlikte, sadece *W. cocos* diyet lifinin fazla miktarda toplam yağ asitlerini üretmek için önemli oranda çözündüğü belirlenmiştir. *P. tuber-regium* ve *P. rhinocerus* diyet lifi fermente olmadan insan bağırsağında kalmaktadır. Fermente olmayan *P. tuber-regium* ve *P. rhinocerus* diyet lifi kanserojen ve toksik maddelerin etkisinin azaltılmasını sağlamaktadır (Wong et al., 2005).

İn Vivo Ca ve Mg Emilimi: Önceki çalışmalarda sclerotial diyet lifinin Ca emilimini azaltabileceği ileri sürülmekle birlikte, son on yılda yapılan çalışmalarda Ca emiliminin yalnız başına lif bileşeninden etkilenmediği bildirilmiştir (Kennefick and Cashman, 2000; Harrington et al., 2001). Ayrıca çoğu yeni çalışmalar oligosakkaritler ve polisakkaritler dahil fermente olabilir diyet lifinin hem insanlarda (Tahiri et al., 2001) hem de farelerde (Younes et al., 2001) Ca emilimini artırdığını göstermiştir.

P. tuber-regium, *P. rhinocerus* ve *W. cocos* mantar türlerinin sclerotiasından hazırlanan diyet lifinin Ca ve Mg emilimi üzerine etkisi sclerotial diyet lifi ile beslenen farelerde incelenmiş ve selüloz kontrol grubu ile karşılaştırılmıştır. Elde edilen bulgular *W. cocos* diyet lifinin yenmesinin daha fazla bağırsak fermentasyonuna yol açtığını ve önemli derecede daha yüksek toplam yağ asitleri ürettiğini göstermektedir. Ayrıca *W. cocos* diyet lifi grubunda oluşan hafif asidik bir ortam çözünabilir Ca (2.56 kat) ve Mg (1.22 kat) konsantrasyonlarında dikkate değer bir artışa yol açmıştır. Selüloz kontrol grubu ile karşılaştırıldığında, *W. cocos* diyet lifi grubunun Ca (% 16.5) ve Mg (% 15.3) emilimi de önemli oranda artmıştır. Bu bulgular *W. cocos* diyet lifinin yenmesi ile düşük Ca diyetinin olumsuz etkilerinin azaltılabildiğini göstermektedir. Onun Ca ve Mg emilimi

üzerindeki artırıcı etkisi aktif Ca emiliminin yetersiz olduğu yaşlılar ve menapoz sonrası kadınlar için oldukça önemlidir (Wong et al., 2006).

Fermente olabilirlik mineral emilimi üzerinde indirilemeyen karbonhidratların artırıcı etkisini belirleyen asıl faktördür. Bu yüzden, Ca ve Mg'un emilimini arttırmak için fonksiyonel gıda bileşenleri olarak sclerotial diyet lifinin fermente olabilirliği geliştirilmelidir (Cashman, 2003).

Antitümör ve Bağışıklık Sistemini Düzenleyici Aktiviteleri: Mantar sclerotiasının önemli miktarda β-glukanlara sahip olduğu (> % 80 kuru ağırlık olarak) belirtilmiştir (Wong et al., 2003). *P. tuber-regium* sclerotiasının major polisakkaritler olarak β-1,3 ve β-1,6 glukan, kitin ve selüloz ihtiva ettiği belirlenmiştir (Cheung and Lee, 2000). *P. tuber-regium*, *P. rhinocerus* ve *W. cocos* mantar türlerinin sclerotiasından izole edilen sclerotial diyet liflerinin hepsi beta-glukanlar bakımından zengin bulunmuştur (Wong and Cheung, 2005b). Yapılan çalışmalarda mantar sclerotiasındaki baskın biyoaktif bileşenler olan β-glukanların, bağışıklık sistemini düzenleyici ve tümör engelleyici aktivitelere sahip olduğu tespit edilmiştir (Zhang et al., 2001, 2004a, b, c; Tao et al., 2006; Moradali et al., 2007; Wong et al., 2007). Mantar sclerotiasındaki β-glukanların kanser hücrelerinin büyümesini durdurarak veya programlanmış hücre ölümünü uyarak doğrudan kanserli hücreleri öldürmede etkili olduğu bildirilmiştir. Mantar sclerotial β-glukanları, insan kalın bağırsağındaki yararlı bakteriler için ideal prebiyotikler olarak da gösterilmiştir. Ayrıca, mantar sclerotial β-glukanlarının insan hücrelerinde oksidatif hasara neden olabilen çok sayıdaki farklı serbest radikalleri temizleyebildiği belirtilmiştir (Anonymous, 2012c).

P. tuber-regium ve *P. rhinocerus*'tan izole edilen sclerotial β-glukan kesitlerinin çeşitli memeli hayvanların kanser hücreleri üzerinde doğrudan sitotoksik etki gösterdiği belirlenmiştir (Zhang et al., 2001, 2004a, b; Tao et al., 2006). *W. cocos*'un sclerotial β-glukan fraksiyonlarının önemli ölçüde nitrik oksit (NO) üretimini ve aynı zamanda indüklenebilir NO sentezini (iNOS) teşvik ettiği bildirilmiştir (Lee and Jeon, 2003).

Zhang et al. (2004c) *P. tuber-regium*'un sclerotiasından ekstrakte edilen fungal beta-glukanların antiviral madde olarak kullanılabileceğini bildirmişlerdir. *W. cocos* sclerotiumundan ekstrakte edilen polisakkaritlerin güçlü antitümör, antiviral ve bağışıklık sistemini düzenleyici etkilere sahip olduğu belirlenmiştir (Uki-

ya et al., 2002). Gao et al. (2009) yaptıkları çalışmada sindirim sistemi sağlığı için yeni prebiyotikler olarak *Poria cocos* ve *Polyporus rhinocerus* medikal mantar sclerotiasından izole edilen sindirilemeyen karbonhidratların kullanım potansiyelini araştırmışlardır. Mantar sclerotiasından elde edilen sindirilemeyen karbonhidratların *Bifidobacterium longum* ve *Lactobacillus brevis*'in gelişimini teşvik ettiği ve yeni prebiyotikler olarak kullanılabilceği belirlenmiştir.

Grifola umbellatus sclerotiası da geleneksel Çin tıbbında ödem tedavisinde kullanılmaktadır (Xiao and Shunxing, 2005). Bu sclerotianın su ekstraktlarının diüretik etkiye ve metanol ekstraktlarının insanlarda gastrit kanser hücrelerine karşı sitotoksik etkiye sahip olduğu bildirilmiştir. *G. umbellatus* sclerotiasından erogosterol, erogosterol peroksit, ergone, glukan, ve ergosta-7,22-dien-3-ol içeren çeşitli fonksiyonel maddeler izole edilmiştir (Ohta et al., 1996). *Polyporus umbellatus* sclerotiası idrar söktürücü olarak uzun zamandır geleneksel Çin tıbbında kullanılmaktadır (Zhang et al., 2010). *P. tuber-regium* sclerotiumu Nijerya'da baş ağrısı, mide rahatsızlıkları, soğuk algınlığı, kabızlık, yüksek ateş, astım, çiçek hastalığı, sinir bozuklukları ve yüksek tansiyon gibi hastalıkları tedavi etmek için kullanılmaktadır (Zadrazil, 1996). *W. cocos*'un sclerotiumu Çin'de sarılık, ishal, öksürük, dalak rahatsızlıkları, uykusuzluk, idrar söktürücü, adet söktürücü, sakinleştirici, yatıştırıcı ve kalp kuvvetlendirici madde olarak kullanılmaktadır (Xu and Wang, 2002). *P. rhinocerus*'un sclerotiumu Çinli doktorlar tarafından karaciğer kanseri, kronik hepatit ve mide ülserini tedavi etmek için geleneksel tıpta kullanılan pahalı bir üründür.

Sclerotial β -glukanlar bağışıklık sistemini düzenleyici ve tümör engelleyici etkiler göstermesine ve bu konu son yıllarda birçok bilim adamının ilgisini çekmesine rağmen, onların temel teşkil eden in vivo mekanizmaları hala tam olarak anlaşılamamıştır (Ooi and Liu, 2000). Mantar sclerotial β -glukan fraksiyonlarının bağışıklık sistemi üzerindeki temel teşkil eden mekanizmaları insanlar üzerinde de ayrıntılı olarak araştırılmalıdır. Böylece gelecekte tümör engelleyici maddeler olarak bu makromoleküllerin daha etkin bir şekilde kullanımını mümkün olabilecektir.

MANTAR SCLEROTİASININ YETİŞTİRİCİLİĞİ

Morchella türleri, *P. tuber-regium*, *P. rhinocerus* ve *W. cocos* türleri son yıllarda popülerite kazanan ve

ekonomik açıdan en önemli sclerotia oluşturan mantar türleridir. Özellikle *P. tuber-regium*, *P. rhinocerus* ve *W. cocos* türleri Çin'de kontrollü yapay koşullar altında başarılı bir şekilde yetiştirilmektedir (Huang, 2000). Bu nedenle bu makalede bu 4 türün yetiştiriciliği hakkındaki bilgilere yer verilmiştir.

***Morchella* türleri:** Askomiset sınıfında yer alan *Morchella* cinsinin yenilebilir mantar türleri "Morel-Kuzu göbeği mantarı" olarak bilinmektedir. Ticari değeri, besin değeri ve lezzeti nedeniyle ulusal ve uluslararası düzeyde ekonomik olarak çok önemli olan türlerdir. Dünyanın bir çok bölgesinde yabancı olarak bulunan bu mantar türlerinin ticari yetiştiriciliği konusunda patentler olmasına rağmen (Ower et al., 1986), günümüzde hala yapay şartlarda üretimi oldukça zor olup, bu türlerin üretimi doğadan toplamaya bağlıdır.

Morchella'nın sclerotiumu kahverengi renkte, küresel veya oval şekilli olup, 1 mm-5 cm çapındadır. Yapılan çalışmalar sclerotianın *Morchella*'nın olumsuz koşullarda hayatta kalmasına izin veren dayanıklı yapılar olduğunu, mantarın yaşam döngüsünde sclerotianın önemini ve sclerotianın elde edilmesinin mantarın kültüre alınması ve ticari yetiştiriciliği için gerekli olduğunu göstermiştir (Ower et al., 1986; Volk and Leonard, 1990; Stott and Mohammed, 2004; Pilz et al., 2007).

Ower et al. (1986) ve Buscot (1993), *Morchella* türlerinde sclerotia oluşumu için fiziksel bir engel, yetersiz besinli bir ortam ya da bazı olumsuz koşulların (yetersiz nem, ekstrem sıcaklık, aşırı yağış, uzun süren kış dönemi, sel, kar, vb.) gerekli olduğunu, bu şekilde misel gelişiminin durduğunu ve daha sonra olgunlaşarak sclerotiaya dönüşecek çok sıkı bir yapının oluştuğunu bildirmişlerdir.

Morchella türlerinde en iyi bilinen sclerotia üretim metodu patenti kendilerine ait olan Ower et al. (1986) tarafından tanımlanmıştır. Bu yöntemde, bir kavanoz yarısına kadar buğdayla doldurulmakta ve üzeri delikli bir alüminyum örtü ile kapatılmaktadır. Daha sonra geri kalan kısım toprak tabakası ile doldurulmaktadır. Volk and Leonard (1990), bu metotta düzenlemeler yaparak ortalama 4 haftalık bir sürede sclerotia elde etmişler ve özellikle buğday, çavdar ve darının sclerotia üretimi için uygun olduğunu bildirmişlerdir. *Morchella* türlerinde sclerotia üretimi için en çok kullanılan hububatın buğday olduğu bildirilmiştir (Ower et al., 1986; Singh et al., 1999). Singh et al. (1999), *Morchella*'da sclerotia oluşumunun 70 gün sürdüğünü belirtmişlerdir.

Güler and Özkaya (2008), *M. conica*'da sclerotium oluşumuna farklı karbon kaynaklarının etkilerini in

vitro koşullarda agar içeren ortamlarda incelemişlerdir. Çalışmada malt ekstrakt agar, buğday agar, patates dekstroz agar ve maya ekstrakt agar ortamlarına % 0.0, 0.25, 0.50, 0.75, 1.00 ve 1.25 dozunda glukoz, sukroz, maltoz ve nişasta ilave edilmiştir. Araştırma sonucunda glukoz, sukroz ve nişasta içeren buğday agar ve patates dekstroz agar ortamları hariç diğer kültür ortamlarında sclerotial oluşum sağlanmıştır. Malt ekstrakt agar ve maya ekstrakt agar ortamları sclerotia oluşumu ve gelişimi için en iyi ortamlar olarak belirlenirken, buğday agar ve patates dekstroz agar ortamları uygun bulunmamıştır. Sclerotial oluşum için geçen zaman 10 günden 7 aya kadar değişmiştir.

Alvarado-Castillo et al. (2011) 5 farklı *Morchella* ırkında sclerotia üretimi için çavdara farklı katkı maddelerinin ilavesinin etkisini değerlendirmişlerdir. Bu amaçla çalışmada aşağıdaki uygulamalar kullanılmıştır; 1. RHMC (90 g çavdar + 10 g at gübresi + 1 g mikrobesein elementi + 10 g kompost + 0.2 g CaCO₃), 2. RSMA (80 g çavdar + 10 g kum + 1g mikrobesein elementi + 4.5 g kül), 3. RCG (100 g çavdar + 10 g kompost + 1 g alçı), 4. RC (100 g çavdar-Kontrol). Uygulamalar 4 hafta boyunca karanlık koşullarda 26 °C'de inkübe edilmiştir. Tüm uygulamalarda sclerotia, inokulasyondan sonraki 3. ve 4. haftalar arasında elde edilmiştir. Araştırma sonucunda en yüksek sclerotia üretimi ve biyolojik etkinlik RCG (sırasıyla 10.93 g ve % 31.70) uygulamasından elde edilmiş, bunu sırasıyla RSMA (sırasıyla 5.97 g ve % 17.32) ve RHMC (sırasıyla 4.55 g ve % 13.19) uygulamaları izlemiştir. En düşük sclerotia üretimi ise RC (sırasıyla 3.06 g ve % 8.88) uygulamasında belirlenmiştir. Sclerotia üretimi için en iyi ırk CP506 (8.47 g) olarak tespit edilmiştir. Buna karşılık, en düşük sclerotia üretimi CP509 (4.90 g) ırkında belirlenmiştir. Çalışmada ayrıca fiziksel bir engelin (delikli bir alüminyum örtü) olmadığı uygulamalar (7.91 g), sclerotia üretimi bakımından fiziksel bir engelin bulunduğu (5.35 g) uygulamalardan daha verimli bulunmuştur.

Morchella elata ve *M. crassipes* türlerinde in vitro sclerotia oluşumu ve gelişimi üzerine farklı karbon ve azot kaynaklarının etkisi araştırılmıştır. *M. crassipes* türünde karbon kaynağı olarak riboz, selobiyoz, galaktoz, ksiloz, sukroz ve mannitol içeren ortamlarda çok sayıda (18–125) 0.16-0.43 cm çapında krem renkli sclerotia elde edilmiştir. Diğer taraftan *M. elata*'da riboz, galaktoz, sorboz ve mannitol içeren ortamlarda nispeten küçük boyutta (0.16-0.28 cm) ve kahverengi renkte sclerotia oluşmuştur. Karbon kaynağı olarak mannitol ve ri-

boz, azot kaynağı olarak ise sodyum nitrat ve maya ekstrakt her iki türde de çok sayıda büyük boyutta sclerotia üretimine neden olmuştur (Kanwal and Reddy, 2012).

***Pleurotus tuber-regium* (Fr.) Sing.:** Basidiomiset sınıfına ait, yenilebilir ve tıbbi bir mantar türüdür. *P. tuber-regium* başlıca Çin, Avustralya ve Afrika (özellikle Nijerya) gibi tropik ve subtropik bölgelerde yetişmektedir (Zadrazil, 1996). Çin'de, "kaplan sütü mantarı" olarak bilinmektedir (Huang et al., 1996). *P. tuber-regium* geniş yapraklı ve iğne yapraklı ağaçları kullanabilen bir türdür. *P. tuber-regium*, sclerotiumdan mantarların meydana geldiği tek *Pleurotus* türüdür (Isikhuemhen and Nerud, 1999). Sclerotium, gelişme mevsiminin (Nisan- Eylül) sonuna doğru yaklaşık 10-25 cm çapına ulaşmakta ve yeni mantarlar (açık kahverengi, 10 cm çapında ve orta kısımda basık) daha sonraki gelişme mevsiminde oluşmaktadır (Wong and Cheung, 2008). *P. tuber-regium*'un sclerotiumu toprak altında, farklı büyüklükte, küresel veya oval şekillidir. Sclerotiumun kabuğu parlak ve koyu kahverengi, içyapısı ise sıkı, toz gibi ve beyaz renktedir (Okhuoya and Okogbo, 1991).

P. tuber-regium'un sclerotiumu oldukça pahalı olmasına rağmen, Nijeryada çok yaygın olarak tüketilmekte ve çok lezzetli olarak nitelendirilmektedir (Okhuoya and Okogbo, 1990). Oldukça sert olan sclerotium, çorbalara veya yemeklere konulmadan önce parçalanmakta veya toz haline getirilmektedir. Ayrıca, *P. tuber-regium* sclerotiası bir gıda maddesi olarak besin kalitesini, hatta mantar üretme yeteneğini kaybetmeden yıllarca saklanabilmektedir (Zadrazil, 1996). *P. tuber-regium* sclerotiumu sadece besin değeri ve lezzetinden dolayı değil, aynı zamanda tıbbi etkilerinden dolayı da tüketilmektedir (Okhuoya and Okogbo, 1991). Son zamanlarda antitümör özelliği, bağışıklığı düzenleyici etkileri ve nutrasötik (hastalıkları önleyici ve tedavi edici özelliği olan gıda) faydaları *P. tuber-regium* sclerotiasının tüketimini, popüleritesini ve ekonomik önemini artırmıştır (Huang, 2000; Zhang et al., 2001).

Laboratuvarda kompost kullanılarak *P. tuber-regium* sclerotiasının yetiştiriciliği konusunda çalışmalar yapılmıştır (Okhuoya and Okogbo, 1990; Fasidi and Ekuere, 1993; Huang et al., 1996; Isikhuemhen and Okhuoya, 1996; Jiang et al., 2000).

P. tuber-regium sclerotiası Çin'de geniş yapraklı ağaçların kütüklerine ek olarak, substrat torbaları kullanılarak da yetiştirilmektedir. Yaygın olarak kullanılan iki genel kompost formülü bulunmaktadır. Bunlar;

- 1) Talaş (% 78), buğday kepeği (% 20), beyaz şeker (% 1) ve su (1:1.1-1.3),
- 2) Talaş (% 39), buğday kepeği (% 49), şeker kamışı (% 1), CaCO₃ (% 1) ve su (1:1.1-1.3) karışımıdır (He et al., 2000).

Diğer *Pleurotus* türlerine benzer şekilde *P. tuber-regium* sclerotiasının pamuk artığı (biyolojik verim % 30.11), çeltik samanı (% 29.51), mısır koçanı (% 22.85), muz yaprakları (% 13.58) gibi çeşitli selüloz içeren artık materyaller üzerinde de yetiştiği belirlenmiştir (Fasidi and Ekuere, 1993). *P. tuber-regium* sclerotiasının yetiştiriciliği üzerine yapılan bir çalışmada 3 artığın kullanılma olanağı (talaş, mısır koçanı ve cassava artığı) ve talaş substratında sclerotia verimi üzerine NPK gübre ilavesinin (% 0, 1, 2, 3 ve 4) etkisi araştırılmıştır. Çalışmada en yüksek verim ve biyolojik etkinlik (113.31 g 500 g⁻¹ substrat ve % 22.66) talaştan elde edilirken, en düşük verim ve biyolojik etkinlik ise cassava artığından (75.23 g 500 g⁻¹ substrat ve % 15.05) sağlanmıştır. NPK etkisinin araştırıldığı çalışmada ise en yüksek sclerotia verimi ve biyolojik etkinlik, NPK ilavesi yapılmayan uygulamadan (117.42 g 500 g⁻¹ substrat ve % 23.48) elde edilmiş, NPK konsantrasyonu artırsa verim ve biyolojik etkinlik azalmıştır. Çalışmada % 4 NPK uygulamasında sclerotia elde edilememiştir (Isikhuemhen and Okhuoya, 1996).

Yapılan bir çalışmada *P. tuber-regium* sclerotiası *Daniella oliveri* ve *Elaeis guineensis* ağaçlarından elde edilen nemli hızar tozu üzerinde sırasıyla inokulasyondan 65 ve 71 gün sonra elde edilmiştir (Okhuoya and Okogbo, 1990). *P. tuber-regium* sclerotiasının optimum koşullarda yetiştiriciliği için gerekli sıcaklık (23-28 °C), pH (7.5-8), kültür ortamı: su oranı (1:2.2), karbon ve azot kaynakları (mısır nişastası, buğday kepeği ve inek gübresi) tespit edilmiştir (Jiang et al., 2000).

***Polyporus rhinoceros* Cooke:** Çin’de “hurulingzhi” olarak bilinen, özellikle Çin, Malezya, Sri Lanka, Filipinler, Avustralya ve Doğu Afrika’da yaygın olarak yetişen bir mantar türüdür (Huang, 1999a). Bu mantar hakkında literatürde çok az bilgi bulunmaktadır. *P. rhinoceros*’un sclerotiumu küresel, oval veya düzensiz şekilli olup, yaklaşık 4-5 cm çapında ve toprak altında bulunmaktadır. Sclerotiumun kabuğu beyaz veya açık kahverengi renkte, pürüzlü ve kırışiktir. Sclerotiumun iç yapısı ise beyaz ve toz halindedir. Hasat edilen sclerotia yıkanmakta, yenilmeden veya tıbbi kulanımdan önce güneşte veya fırında kurutulmaktadır (Huang, 1999b).

P. tuber-regium’un aksine, *P. rhinoceros* sclerotiasının yetiştiriciliği hakkındaki bilgi çok sınırlıdır. Bununla birlikte, substrat torbaları kullanılarak *P. rhinoceros* sclerotiasının başarılı bir şekilde yetiştirildiği Huang (1999b), tarafından bildirilmiştir. Kompost karışımı olarak talaş (% 80), buğday kepeği (% 18), şeker kamışı (% 1), CaCO₃ (% 1) ve su (1: 1-1.4) kullanılmıştır. Misel aşılmasından sonra 20-26 °C’ye ayarlı inkübasyon odasında yaklaşık 1.5 ay sonra miseller plastik torbalardaki substratı tamamen sarmış ve sclerotia oluşmaya başlamıştır (Huang, 1999b).

***Wolfiporia cocos* (Schw.) Ryv. Et Gilbn [*Poria cocos* (Schw.) Wolf]:** “Fu Ling” veya “Hoelen” olarak bilinir ve özellikle Çin’in güney bölgelerinde bulunan bir türdür. Çam ve meşe gibi kozalaklı ağaçların kökleri ile birlikte büyüyen kahverengi kök mantarıdır. *W. cocos*’un sclerotiumu küresel, oval veya düzensiz şekillidir. Çapı 10-30 cm olup, toprak altında bulunmaktadır (Ooi, 2000). Sclerotium taze iken hafif yumuşaktır, fakat kurduğunda çok sert bir yapı almaktadır. Sclerotium tüm yıl boyunca özellikle ağustos ve eylül aylarında toplanabilmektedir. Sclerotiumun kabuğu kahverengimsi sarı veya koyu kahverengi renkte, pürüzlü ve kırışiktir. İç kısmı beyaz veya pembe renkte ve toz halindedir (Wong and Cheung, 2008).

W. cocos’un sclerotiumu Çin tıbbında uzun yıllardan beri yaygın olarak kullanılmaktadır. Günümüzde tıbbi kullanım için *W. cocos* sclerotiası öncelikle yetiştiricilikten elde edilmektedir. Çin’de *W. cocos* sclerotiası çoğunlukla çam kütüklerinin üzerinde yetiştirilmektedir. Igari et al. (2000) 10 farklı *W. cocos* ırkının sclerotiasının tohumluk misel inokulasyonundan 21 ay sonra, arazide gömülmüş çam kütüklerinin yüzeyinde başarılı bir şekilde yetiştirildiğini ve onların kalitesinin ticari ırkların kalitesine oldukça yakın olduğunu bildirmişlerdir.

Kubo et al. (2006), tarafından yapılan çalışmada kapalı yetiştirme tekniği kullanılarak kısa bir sürede yüksek verim ile *W. cocos* sclerotiasının başarılı bir şekilde yetiştirildiği belirlenmiştir. *W. cocos* sclerotiası 5 cm çapında ve 10 cm uzunluğunda üç çam kütüğü bulunan mantar kültür şişelerinde yetiştirilmiş ve şişelerin kapakları bez hava filtreleri ile kapatılmıştır. Çam kütükleri üzerine tohumluk misel inokulasyonundan sonra, kültür şişelerinin hepsi sclerotia oluşumunu sağlamak için 24 hafta boyunca 25 °C’de karanlıkta inkübe edilmiştir. Dış ortamda yapılan yetiştiriciliğin verimi ile karşılaştırıldığında (21 kg m⁻³ kuru ağırlık), *W. cocos* sclerotiasının iç koşullarda yapılan yetiştiriciliğinin

de daha hızlı gelişim hızı (14 hafta) ve daha yüksek verim (110 kg m⁻³ kuru ağırlık) elde edilmiştir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüzde yenilebilir ve tıbbi kullanım için ana kaynak hala yabancı sclerotia olmasına rağmen, onların doğal habitatları tarımsal ve kentsel alanların hızla gelişmesi nedeniyle son yıllarda hızla tahrip edilmektedir. Bu nedenle, fonksiyonel bir gıda olarak son yıllarda popülerite kazanan mantar sclerotiasının korunması ve kontrollü yapay koşullar altında yetiştiriciliğinin başarılı bir şekilde yapılabilmesi için daha kapsamlı araştırmalara ihtiyaç bulunmaktadır.

Mantar sclerotiasındaki β-glukanların biyolojik aktiviteleri özellikle kanser engelleyici ve bağışıklık sistemini düzenleyici etkileri birçok faktör tarafından etkilenebilmektedir. Mantar sclerotiasındaki biyoaktif bileşenlerin ayrıntılı mekanik etkileri hala tam olarak anlaşılamamıştır. Bu nedenle mantar sclerotiası günümüzde yeterli oranda kullanılamamaktadır. Moleküler biyoloji ve biyoteknolojideki gelişmeler ile birlikte mantar sclerotiasının fiziksel ve kimyasal özellikleri, fizyolojik faydaları ve sclerotiadaki biyoaktif bileşenlerin mekanik etkileri tam olarak anlaşıldıktan sonra gelecekte mantar sclerotiasının sağlığa yararlı gıda takviyesi olarak talebe özgü fonksiyonel gıda ürünlerinin üretiminde kullanılabileceği tahmin edilmektedir.

KAYNAKLAR

- Adejoye, O.D., Awotona, F.E., Mesewonrun, O.T., 2009. Growth and yield of *Lentinus squarrosulus* (Mont.) Singer, a Nigerian edible mushroom, as affected by supplements. *Advances in Food Sciences*, 31(4): 214-217.
- Alobo, A.P., 2003. Proximate composition and functional properties of *Pleurotus tuberregium* sclerotia flour and protein concentration. *Plant Foods for Human Nutrition*, 58(3): 1-9.
- Alvarado-Castillo, G., Mata, G., Pérez-Vázquez, A., Martínez-Carrera, D., Tablada, M.E.N., Gallardo-López, F., Osorio-Acosta, F., 2011. *Morchella* sclerotia production through grain supplementation. *Interciencia*, 36(10): 768-773.
- American Diabetic Association (ADA), 2002. Position of the American Dietetic Association: Health implication of dietary fiber. *Journal of the American Dietetic Association*, 102: 993-1000.
- Anonymous, 2012a. http://www.azarius.net/smartshop/shrooms/mushroom_growing/ (Erişim tarihi: 15.05.2012).
- Anonymous, 2012b. *Morchella* spp. kültürü yapılan yenilebilir mantarlar. <http://www.turkiyesel.com/mantar-yetistiriciligi-kitabi-profdratila-gunay/19478-morchella-spp-kulturu-yapilan-yenilebilir-mantarlar-mertugrul-ilbay.html> (Erişim tarihi: 15.05.2012).
- Anonymous, 2012c. Mushroom sclerotia. <http://accessscience.com/content/Mushroom%20sclerotia/YB120271> (Erişim tarihi: 15.05.2012).
- Anonymous, 2012d. Sclerotial development. <http://www.sclerotia.org/lifecycle/sclerotial-development> (Erişim tarihi: 15.05.2012).
- Anonymous, 2012e. Empowering farmers, powering research-delivering improved food security. <http://www.plantwise.org/default.aspx?site=234&page=4279&dsID=49155> (Erişim tarihi: 15.05.2012).
- Anonymous, 2012f. Growbox philosopher stones, tampanensis. <http://english.highstreet.nl/amsterdam/catalog/Growbox-Philosopher-Stones-Tampanensis-p-16308.html> (Erişim tarihi: 15.05.2012).
- Anonymous, 2012g. Sclerotia? <http://preterhuman.net/texts/drugs/nansnook3c/tek/sclerotia.html> (Erişim tarihi: 15.05.2012).
- Anonymous, 2012h. Sclerotia "Tampanensis". <http://www.drgreenstore.com/Mushroom-Cultivation/Magic-Mushroom/Psilocybe-Sclerotia-Tampanensis-10-Gr.?zenid=1glrk4ksl260co9tdsfbrbne3> (Erişim tarihi: 15.05.2012).
- Anonymous, 2012i. World of mushrooms. http://www.zimbio.com/Wild+Mushrooms/articles/wSadXw25_t9/Sclerotium+Philosopher+Stone+Effects+Sclerotia (Erişim tarihi: 15.05.2012).
- Bullock, S., Willetts, H.J., 1996. Ultrastructural and histochemical studies on mycelial germination of sclerotia of *Sclerotinia minor*. *Mycological Research*, 100: 561-570.
- Bullock, S., Willetts, H.J., Ashford, A.E., 1980. The structure and histochemistry of sclerotia of *Sclerotinia minor* Jagger. I. Light and electron microscope studies on sclerotial development. *Protoplasma*, 104(3): 315-331.
- Buscot, F., 1993. Mycelial differentiation of *Morchella esculenta* in pure culture. *Mycological Research*, 97(2): 136-149.
- Carlisle, M.J., Watkinson, S.C., Gooday, G.W., 2001. *The Fungi*, 2nd ed. London: Academic, 57(83): 171-172.
- Cashman, K., 2003. Prebiotics and calcium bioavailability. *Current Issues in Intestinal Microbiology*, 4, 21-32. Central Agricultural Broadcasting and Television School and National Farmer's Science and Technology Education Training Centre (CABTS/NFSTTC) (2006). Yao Yong Zhen Jun Gao Xiao Sheng Chan Xin Ji Shu. Beijing: Zhong Guo Nong Ye Chu Ban She, pp. 102-111.
- Cheung, P.C.K., Lee, M.Y., 2000. Fractionation and characterization of mushroom dietary fiber (nonstarch polysaccharides) as potential nutraceuticals from sclerotia of *Pleurotus tuberregium* (Fries) Singer. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48: 3148-3151.
- Fasidi, I.O., Ekuere, U.U., 1993. Studies on *Pleurotus tuber-regium* (Fries) Singer: cultivation, proximate composition and mineral contents of sclerotia. *Food Chemistry*, 48(3): 255-258.
- Gao, S., Lai, C.K.M., Cheung, P.C.K., 2009. Nondigestible carbohydrates isolated from medicinal mushroom sclerotia as novel prebiotics. *International Journal for Medicinal Mushrooms*, 11(1): 1-8.
- Georgiou, C.D., Patsoukis, N., Papapostolou, I., Zervoudakis, G., 2006. Sclerotial metamorphosis in filamentous fungi is induced by oxidative stress. *Integrative and Comparative Biology*, 46(6): 691-712.

- Güler, P., Özkaya, E.G., 2008. Sclerotial structures of *Morchella conica* in agar media with different carbohydrates. *Acta Alimentaria*, 37(3): 347-357.
- Harrington, M.E., Flynn, A., Cashman, K.D., 2001. Effects of dietary fiber extracts on calcium absorption in the rat. *Food Chemistry*, 73(3): 263-269.
- He, P.X., Meng, L., Wang, Z.H., Xu, G.F., Yuan, G.R., Yang, H.Z., 2000. Special new thirty edible fungus. Beijing: Zhong Guo Nong Ye Chu Ban She, pp. 144-147 (in Chinese).
- Huang, N., Guo, M., Huang, L., 1996. Tiger milk mushroom (*Pleurotus tuber-regium* (Fr.) Sing.) and its cultivation. *Edible Fungi of China*, 16: 13-14.
- Huang, N.L., 1999a. Identification of the scientific name of Hurlingzhi. *Acta Edulis Fungi*, 6: 30-32.
- Huang, N.L., 1999b. A new species of medicinal mushroom-cultivation of Hurlingzhi. *Edible Fungi China*, 18: 8-9.
- Huang, N.L., 2000. Current and future perspectives on production of edible mushroom in China. *Edible Fungi China*, 4: 3-5.
- Igari, N., Minoura, S., Sano, T., Kubo, T., Higuchi M., Sasaki, H., Okada, M., 2000. Cultivation of sclerotia of *Wolfiporia cocos*. *Natural Medicines*, 54(5): 237-240.
- Isikhuemhen, O.S., Okhuoya, J.A., 1996. Cultivation of *Pleurotus tuber-regium* (Fr.) Singer for production of edible sclerotia on agricultural wastes. *Mushroom Biology and Mushroom Products* (Editor: D.J. Royse) Penn. State University, pp. 429-436, University Park.
- Isikhuemhen, O.S. Nerud, F., 1999. Preliminary studies on the lignolytic enzymes produced by the tropical fungus *Pleurotus tuber-regium* (Fr.) Sing. *Antonie van Leeuwenhoek*, 75(3): 257-260.
- Jalili, T., Wildman, R.E.C., Medeiros, D.M., 2000. Nutraceutical roles of dietary fiber. *Journal of Nutraceuticals, Functional and Medical Foods*, 2(4): 19-34.
- Jiang, Z., Li, S.S., Zheng, Y.B., Tang, P.Y., 2000. Studies on the biological characteristics of *Pleurotus tuber-regium*. *Acta Edulis Fungi*, 7(4): 11-17.
- Kanwal, H.K., Reddy, M.S., 2012. The effect of carbon and nitrogen sources on the formation of sclerotia in *Morchella* spp. *Annals of Microbiology*, 62(1): 165-168.
- Kennefick, S., Cashman, K.D., 2000. Inhibitory effect of wheat fibre extract on calcium absorption in Caco-2 cells: Evidence for a role of associated phytate rather than fiber per se. *European Journal of Nutrition*, 39(1): 12-17.
- Kohn, L.M., Grenville, D.J., 1989. Anatomy and histochemistry of stromatal anamorphs in the Sclerotiniaceae. *Canadian Journal of Botany*, 67(2): 371-393.
- Kubo, T., Terabayashi, S., Takeda, S., Sasaki, H., Aburada, M., Miyamoto, K., 2006. Indoor cultivation and cultural characteristics of *Wolfiporia cocos* sclerotia using mushroom culture bottles. *Biological and Pharmaceutical Bulletin*, 29(6): 1191-1196.
- Laszlo, J.A., 1989. Effect of gastrointestinal conditions on the mineral-binding properties of dietary fibers. In *Mineral Absorption in the Monogastric GI Tract* (Editors: F.R. Dintzis, J.A. Laszlo), New York: Plenum, pp.133-145.
- Lee, K.Y., Jeon, Y.J., 2003. Polysaccharide isolated from *Poria cocos* sclerotium induces NF-B/Rel activation and INOS expression in murine macrophages. *International Journal of Immunopharmacology*, 3(10): 1353-1362.
- Moore, D., 1995. Tissue formation. In *The Growing Fungus* (Editors: N.A.R. Gow, G.M. Gadd), London: Chapman and Hall, pp. 424-435.
- Moore, D., 2003. *Fungal Morphogenesis*. Cambridge, Cambridge University Press.
- Moradali, M.F., Mostafavi, H., Ghods, S., Hedjaroude, G.A., 2007. Immunomodulating and anticancer agents in the realm of macromycetes fungi (macrofungi). *International Journal of Immunopharmacology*, 7(6): 701-724.
- Ohta, K., Yaoita, Y., Matsuda, N., Kikuchi, M., 1996. Sterol constituents from the sclerotium of *Polyporus umbellatus* Fries. *Natural Medicines*, 50: 179-181.
- Okhuoya, J.A., Okogbo, F.O., 1990. Induction of edible sclerotia of *Pleurotus tuber-regium* (Fr.) Sing. in the laboratory. *Annals of Applied Biology*, 117(2): 295-298.
- Okhuoya, J.A., Okogbo, F.O., 1991. Cultivation of *Pleurotus tuber-regium* (Fr.) Sing. on various farm wastes. *Proceeding Oklahoma Academy Science*, 71: 111-121.
- Ooi, V.E.C., 2000. Medicinally important fungi. In *Science and Cultivation of Edible Fungi*, Vol. 1., (Editor: L.J.L.D. Van Griensven), pp. 41-49, Rotterdam: Balkema.
- Ooi, V.E.C., Liu, F., 2000. Immunomodulation and anticancer activity of polysaccharide-protein complexes. *Current Medicinal Chemistry*, 7(7): 715-729.
- Ower, R.D., Mills, G.L., Malachowski, J.A. 1986. Cultivation of *Morchella* U.S. Patent No: 4,594,809.
- Pilz, D., McLain, R., Alexander, S., Villarreal-Ruiz, L., Berch, S., Wurtz, T., Parks, C., McFarlane, E., Baker, B., Molina, R., Smith, J.E., 2007. Ecology and management of morels harvested from the forests of western North America. Gen. Tech. Rep. PNWGTR-710. Forest Service, Pacific Northwest Research Station, U.S. Department of Agriculture. Portland, OR, USA. 161 pp.
- Singh, S.K., Dhar, B.L., Verma, R.N., 1999. Mass production of carpogenic sclerotial spawn in *Morchella esculenta*- An attempt at its domestication. In 3rd Int. Conf. -World Society of Mushroom Biology and Mushroom Products. Penn State University, pp. 1-11, USA.
- Stott, K., Mohammed, C., 2004. Specialty mushroom production systems: maitake and morels. (Project UT-30AII) Rural Industries Research and Development Corporation, Australia. 86 pp.
- Tahiri, H.M., Tressol, J.C., Arnaud, J., Bornet, F., Bouteloup-Demange, C., Feillet-Coudray, C., Ducros, V., Repin, D., Brouns, F., Roussel, A.N., Rayssiguier, Y., Coudray, C., 2001. Five-week intake of short-chain fructo-oligosaccharides increases intestinal absorption and status of magnesium in postmenopausal women. *Journal of Bone and Mineral Research*, 16(11): 2152-2160.

- Tao, Y.Z., Zhang, L., Cheung, P.C.K., 2006. Physicochemical properties and antitumor activities of water-soluble native and sulfated hyperbranched mushroom polysaccharides. *Carbohydrate Research*, 341(13): 2261-2269.
- Tungland, B.C., Meyer, D., 2002. Nondigestible oligo- and polysaccharides (dietary fiber): Their physiology and role in human health and food. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 1(3): 90-109.
- Ude, C.M., Ezenwugo, A.E.N., Agu, R.C., 2001. Composition and food value of sclerotium (Osu) and edible mushroom (*Pleurotus tuber-regium*). *Journal of Food Science and Technology*, 38(6): 612-614.
- Ukiya, M., Akihisa, T., Tokuda, H., Suzuki, H., Mukainaka, T., Ichiishi, E., Ken Yasukawa, K., Kasahara, Y., Nishino, H., 2002. Inhibition of tumor-promoting effect by poricoic acids G and H and other lanostane-type triterpenes and cytotoxic activity of poricoic acids A and G from *Poria cocos*. *Journal of Natural Products*, 65(4): 462-465.
- Volk, T.J., Leonard, T.J., 1990. Cytology of the life-cycle of *Morchella*. *Mycological Research*, 94(3): 399-406.
- Wasser, S.P., Weis, A.L., 1999. Therapeutic effects of substances occurring in higher Basidiomycetes mushrooms: A modern perspective. *Critical Reviews in Immunology*, 19(1): 65-96.
- Willetts, H.J. Bullock, S., 1992. Developmental biology of sclerotia. *Mycological Research*, 96: 801-816.
- Willetts, H.J., Bullock, S., Begg, E., Matsumoto, N., 1990. The structure and histochemistry of sclerotia of *Typhula incarnate*. *Canadian Journal of Botany*, 68(10): 2083-2091.
- Willetts, H.J., Wong, A.L., 1971. Ontogenetic diversity of sclerotia of *Sclerotinia sclerotiorum* and related species. *Transactions of the British Mycological Society*, 57(3): 515-524.
- Wong, K.H., Cheung, P.C.K., 2005a. Dietary fiber from mushroom sclerotia: 1. Preparation, physico-chemical and functional properties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(24): 9395-9400.
- Wong, K.H., Cheung, P.C.K., 2005b. Dietary fiber from mushroom sclerotia: 2. In vitro mineral binding capacity under sequential simulated physiological conditions of the human gastrointestinal tract. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(24): 9401-9406.
- Wong, K.H., Cheung, P.C.K., 2008. Sclerotia: Emerging Functional Food Derived from Mushrooms. *Mushrooms as Functional Foods*. (Editor: P.C.K. Cheung), pp. 111-146. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.
- Wong, K.H., Cheung, P.C.K., Wu, J.Z., 2003. Biochemical and microstructural characteristics of insoluble and soluble dietary fiber prepared from mushroom sclerotia of *Pleurotus tuber-regium*, *Polyporus rhinoceros* and *Wolfiporia cocos*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(24): 7197-7202.
- Wong, K.H., Wong, K.Y., Kwan, H.S., Cheung, P.C.K., 2005. Dietary fiber from mushroom sclerotia: 3. In vitro fermentability using human fecal microflora. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(24): 9407-9412.
- Wong, K.H., Katsumata, S., Masuyama, R., Uehara, M., Suzuki, K., Cheung, P.C.K., 2006. Dietary fibers from mushroom sclerotia: 4. In vivo mineral absorption using ovariectomized rat model. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54 (5): 1921-1927.
- Wong, S.M., Wong, K.K., Chiu, L.C.M., Cheung, P.C.K., 2007. Non-starch polysaccharides from different developmental stages of *Pleurotus tuber-regium* inhibited the growth of human acute promyelotic leukemia HL-60 cells by cell-cycle arrest and/or apoptotic induction. *Carbohydrate Polymers*, 68(2): 206-217.
- Xiaoke, X., Shunxing, G., 2005. Morphological characteristics of sclerotia formed from hyphae of *Grifola umbellata* under artificial conditions. *Mycopathologia*, 159: 583-590.
- Xu, L., Wang, W., 2002. *Chinese Materia Medica-Combination and Applications*. London: Donica Publishing, pp. 217-219.
- Younes, H., Coudrays, C., Bellanger, J., Demigné, C., Rayssiguier, Y., Rémésy, C., 2001. Effects of two fermentable carbohydrates (inulin and resistant starch) and their combination on calcium and magnesium balance in rats. *Journal of Nutrition*, 86: 479-485.
- Zadrazil, F., 1996. *Pleurotus (Lentinus) tuber-regium*. *Mushroom Information*, 109: 24-29.
- Zhang, M., Cheung, P.C.K., Zhang, L., 2001. Evaluation of mushroom dietary fiber (nonstarch polysaccharides) from sclerotia of *Pleurotus tuber-regium* (Fries) Singer as a potential antitumor agent. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(10): 5059-5062.
- Zhang, M., Cheung, P.C.K., Zhang, L., Chiu, C. M., Ooi, V.E.C., 2004a. Carboxymethylated β -glucans from mushroom sclerotium of *Pleurotus tuber-regium* as novel water-soluble anti-tumor agent. *Carbohydrate Polymers*, 57(3): 319-325.
- Zhang, M., Zhang, L., Cheung, P.C.K., Ooi, V.E.C., 2004b. Molecular weight and anti-tumor activity of the water-soluble polysaccharides isolated by hot water and ultrasonic treatment from the sclerotia and mycelia of *Pleurotus tuber-regium*. *Carbohydrate Polymers*, 56(2): 123-128.
- Zhang, M., Cheung, P.C.K., Ooi, V.E.C., Zhang, L., 2004c. Evaluation of sulfated fungal beta-glucans from the sclerotium of *Pleurotus tuber-regium* as a potential water-soluble anti-viral agent. *Carbohydrate Research*, 339(13): 2297-2301.
- Zhang, G., Zeng, X., Han, L., Wei, J.A., Huang, H., 2010. Diuretic activity and kidney medulla AQP1, AQP2, AQP3, V2R expression of the aqueous extract of sclerotia of *Polyporus umbellatus* Fries in normal rats. *Journal of Ethnopharmacology*, 128(2): 433-437.

