버 섯 류

꽃송이버섯

목 차

1. 버섯의 특성

1-1. 분류학적 위치

1-2. 분포

1-3. 꽃송이버섯의 생활환

2. 재배기술

2-1. 꽃송이버섯의 균 분리

2-2. 재배조건

2-3. 접종원 준비

2-4. 톱밥재배

2-5. 단목재배

3. 건조 및 보관

4. 꽃송이버섯의 선별

4-1. 건꽃송이버섯

4-2. 생꽃송이버섯

5. 주요 기능성 물질 및 고함량 수확시기

5-1. 베타-글루칸(β-glucan)의 기능성

5-2. 베타-글루칸(β-glucan) 고함량 수확시기 및 이용 부위

꽃송이버섯

- 학　명 : *Sparassis latifolia* Y.C. Dai & Zheng Wang
- 영　명 : Cauliflower mushroom
- 북한명 : 꽃잎버섯(꽃보라버섯)
- 일본명 : ハナビラタケ(하나비라타케)
- 중국명 : 綉球菌(수구균)

1. 버섯의 특성

1-1. 분류학적 위치

꽃송이버섯은 담자균문(Basidiomycota), 담자균강(Basidiomycetes), 주름버섯아강(Agaricomycetidae), 구멍장이버섯목(Polyporales), 꽃송이버섯과(Sparassidaceae), 꽃송이버섯속(Sparassis)에 속하는 분류학적 위치를 갖는다(Kirk et al., 2001).

담자균문(Phylum Basidiomycota)
　담자균강(Class Basidiomycetes)
　　주름버섯아강(Subclass Agaricomycetidae)
　　구멍장이버섯목(Order Polyporales)
　　꽃송이버섯과(Family Sparassidaceae)
　　꽃송이버섯속(Genus Sparassis)
　　꽃송이버섯(*Sparassis crispa* → *Sparassis latifolia*)

※ 우리나라의 꽃송이버섯은 분석한 모든 시료에서 *S. latifolia*로 확인되었음

꽃송이버섯은 과거 자실체의 색깔이나 모양과 같은 외부 형태적 형질에 의해 주로 분류가 이루어져 왔으나, 최근에는 분자생물학적 방법을 많이 도입하여 분류에 활용하고 있다. Wang 등(2004)은 핵과 미토콘드리아 리보좀 DNA 및 RNA 중합효소 분석을 통해 계통발생학적 유연관계를 제시하였으며, 이와 함께 꺽쇠연결체의 존재, 버섯의 지리적 분포와 담자기의 형태 형성 등이 꽃송이버섯 종 구분에 있어 중요한 인자임을 언급한 바 있다. 우리나라는 꽃

송이버섯속(Sparassis)에 속하는 종이 한 종 밖에 보고되어 있지 않으나, 세계적으로는 10종의 꽃송이버섯이 알려져 있다(http://www.indexfungorum.org). 우리나라의 꽃송이버섯은 2013년 이전에는 *S. crispa*로 동정하였으나, 관찰된 모든 시료에서 *S. latifolia*로 확인되었다(Ryoo *et al*., 2013).

1-2. 분포

꽃송이버섯은 우리나라를 비롯하여, 동남아시아, 북미, 유럽 등 전 세계적으로 분포하고 있다(그림 1). 버섯은 나무 밑동 부근 또는 뿌리를 따라 지상부위에서 주로 발생하는데, 드물게는 나무의 줄기에서도 발생하고 있다. 유사종인 *S. radicata*는 서부 북미지역의 침엽수에서 발생하며, *S. spathulata*는 동부 북미지역의 활엽수에서 발생하고 있다. 또한 *S. brevipes*는 유럽지역의 활엽수에서 발생하고 있다.

우리나라에서 발생하는 꽃송이버섯의 경우에는 침엽수 기부의 그루터기나 살아있는 나무 뿌리에 단생하는 형태로, 낙엽송, 잣나무, 소나무 등에서 찾아볼 수 있다(그림 2).

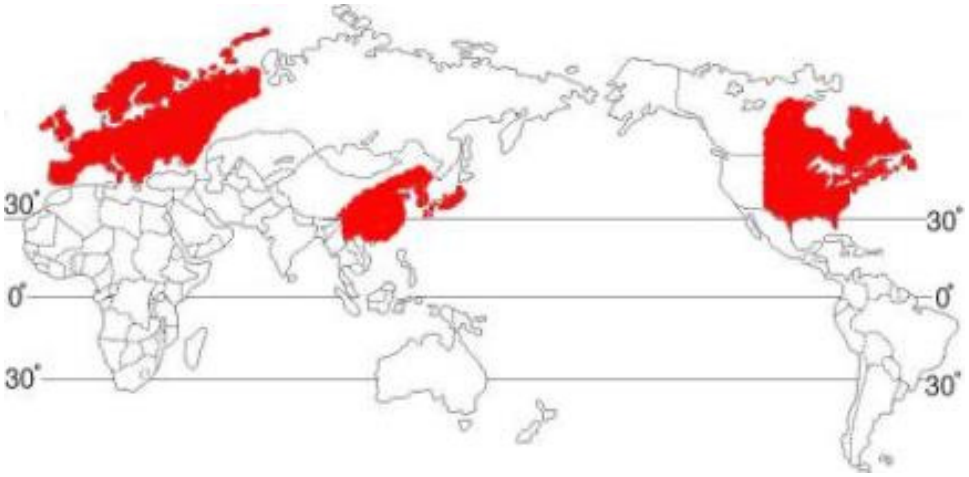
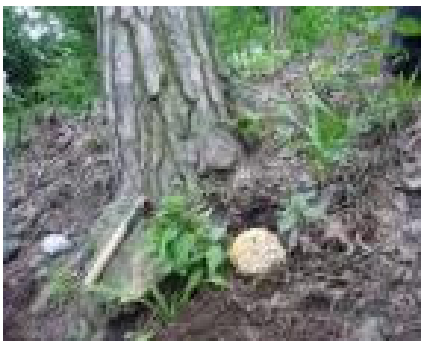


그림 1. 꽃송이버섯의 분포지역

낙엽송 근부에 발생한 꽃송이버섯

잣나무 근부에 발생한 꽃송이버섯


소나무 근부에 발생한 꽃송이버섯

꽃송이버섯 균사가 만연된 토양표면

그림 2. 수종별 꽃송이버섯의 발생과 토양에 만연된 꽃송이버섯 균사

1-3. 꽃송이버섯의 생활환

꽃송이버섯에 대한 생활환은 일반화되어 있지 않다. 하지만, 뿌리썩음병을 일으키는 대표적인 버섯으로 여기에서는 야외에서 관찰된 내용을 근거로 그들의 생활사를 소개하고자 한다(그림 3). 꽃송이버섯은 고온다습한 환경을 좋아하는데, 우리나라에서는 7~8월경, 주로 장마철인 여름철에 침엽수 나무 밑동 부근 혹은 죽어있는 그루터기에서 발생한다. 밑동 부근에서 발생한 버섯은 덩이 모양인 공통의 자루가 땅속 10~15 cm 깊이까지 들어가 뿌리와 연결되어 있다(이 등 2007). 꽃송이버섯의 자실체에서 떨어진 포자들은 공기에 의해 비산되며, 일부 포자들은 침엽수의 밑동 부근에 떨어진다. 발아된 균사들은 다른 균사들과 만나서 2핵의 균사체를 이룬다. 균사들은 뿌리주변에서 생장하면서 뿌리에 상처가 났거나 갈라진 부위에 침투하여 생장한다. 또는 줄기 부분의 상처 부위를 통해 침투한다. 특히 바람을 동반한 태풍과 산사태는 나무뿌리와 줄기에 쉽게 상처를 낼 가능성이 있으며, 균사들은 뿌리의 수피 아래 부분 및 중앙부분인 수(pith) 부분을 통해 줄기의 심재부 부분으로 침투할 것이다.

◑ 버섯류

Koiwa(2002)은 낙엽송에서 해면버섯과 꽃송이버섯이 근주심부병의 대표적인 원인균이고, 최초 7년생부터 가장 늦게 31년생까지 버섯균이 침입했으며, 16-30년생 범위의 낙엽송에 78%의 높은 빈도로 출현한다고 하였다. 또한 Koiwa(2002)은 낙엽송내 버섯균 침입의 가장 중요한 환경인자로 토양내 바위와 강한 바람을 지적하고 있다. 김(1993)은 단순림으로 구성된 침엽수림내 꽃송이버섯 발생률에 있어 영급, 경사위치, 방위, 토양습도, 국소지형, 경사도, 토성, 생장의 순으로 영향을 크게 미치는 것으로 나타났으며, 가장 크게 영향을 미치는 인자는 4령급 이상의 침엽수가 가장 큰 영향 인자임을 보고 하였다. 균 침입경로의 형성원인은 입지조건과 강한 연관성을 가질 것이라 판단된다. 심한 바람이 불면서 밑동부근의 뿌리가 움직일 때 뿌리 주변의 바위와 물리적인 마찰에 의해 생겨난 상처를 통해 버섯균이 쉽게 침입할 수 있기 때문이다.

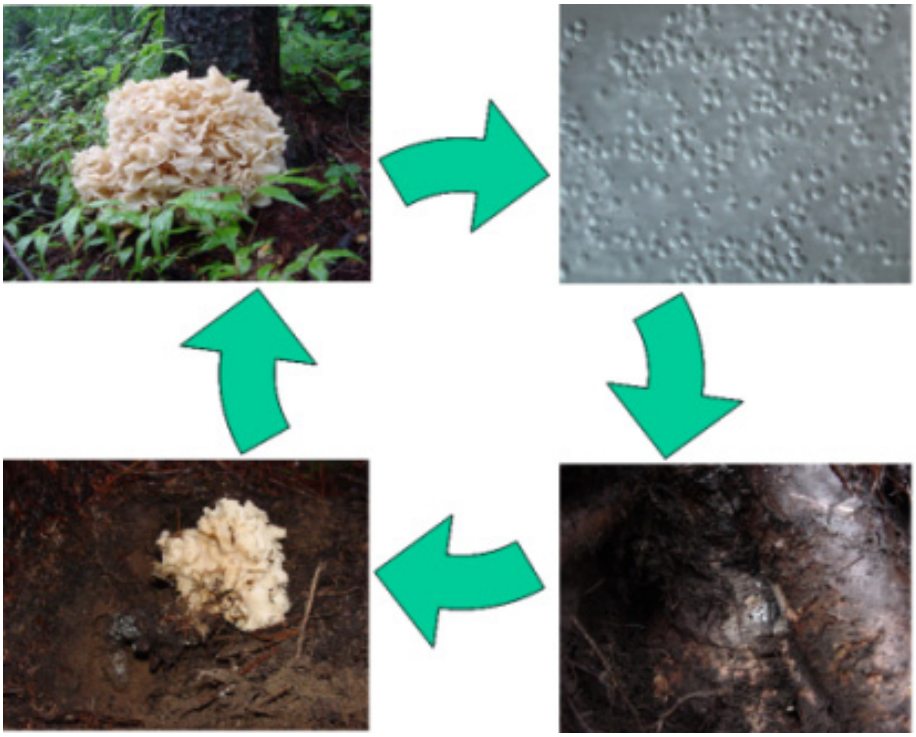


그림 3. 꽃송이버섯의 생활사.

왼쪽 위 : 꽃송이버섯, 오른쪽 위 : 포자
오른쪽 아래 : 꽃송이버섯이 부착된 뿌리부분(흰색),
왼쪽 아래 : 줄기형태의 자루가 나무 뿌리에 붙어있는 어린버섯

1-3-1. 꽃송이버섯의 생장

꽃송이버섯은 1년생으로 우리나라에서는 6월부터 버섯이 발생하기 시작한다. 버섯이 만들어지기 위해서는 먼저 발생초기에 균사체들이 모여 뭉쳐진 덩어리 형태의 자루를 형성한다. 아마도 이 단계는 5월부터 시작될 것으로 생각되는데, 이 균사체의 자루는 직경 2cm , 길이 10cm 내외의 큰 덩어리이기 때문이다. 이 단계의 버섯은 빛 보다는 온·습도 조건이 버섯의 원기를 만드는 데에 중요한 인자라고 판단된다.

균사체 덩어리가 땅 위로 나오기 시작하면서 버섯은 여러 장의 잎모양의 어린 버섯을 만든다. 그 이후에는 정상적인 형태의 버섯으로 성숙하며, 여름철 장마기에 빠르게 생장한다. 완전히 생장한 버섯은 대개 1 kg 이상의 무게와 직경 30cm 이상의 크기가 되기도 한다(그림 4, 5). 큰 버섯의 경우 70cm 이상 6kg 정도 되는 것도 알려져 있다(Schmidt, 2006).

그림 4. 꽃송이버섯과 기부 위치

그림 5. 꽃송이버섯, 볼펜 길이는 15 cm

1-3-2. 꽃송이버섯의 균사 및 포자

PDA 배지에서 1달 이상 배양한 꽃송이버섯 기중균사의 형태를 보면, 균총 주변에 갈색을 띠는 것을 알 수 있다. 갈색의 정도는 균주 간에 차이가 있는데, 이와 같이 배지내 갈변 정도와 부후력 간의 상관관계에 대해서도 조사해볼 필요가 있을 것으로 여겨진다. 꽃송이버섯의 균사는 매끈하며 직경은 2~4 ㎛이고, 균사 끝 혹은 중간에 타원형으로 5~8 ㎛ 크기로 부풀어 있다. 균사는 서로 연결되거나, 길게 자라는 형태를 나타낸다. 또한 균사에는 꺽쇠연결이 다수 관찰된다(그림 6).

자실체 조직의 두께는 위치에 따라 크게 차이가 나며, 잎모양 부분의 자실

층의 전체 버섯 두께는 600～900 ㎛이다. 자실층의 버섯조직 안쪽 균사는 subpaparallel 배열이고 격막이 있는 모양은 뚜렷하나 꺽쇠연결은 관찰하기 어렵다. 자실층에서 subpaparallel 부분까지의 거리는 175～250 ㎛, 중앙부의 subpaparallel 부분은 250～400 ㎛, subparallel 끝부분부터 반대쪽까지는 175～300 ㎛ 이다.

꽃송이버섯의 담자기는 사진상으로 명확하게 나타나 있지는 않지만, 4개의 돌기가 있다(그림 7). 포자는 무색으로 약간 타원형이고 4.5-6 ㎛ × 3.5-4.5 ㎛ 이다. 젖산 마운팅 액을 처리하면, 포자의 세포 내용물과 포자벽이 쉽게 분리된 모습을 볼 수 있다. 간혹 포자 내용물이 빠져나와 빈 껍데기 형태의 포자가 관찰되기도 한다. 담자기에 포자가 붙는 부분은 뾰족하게 튀어나와 있다.

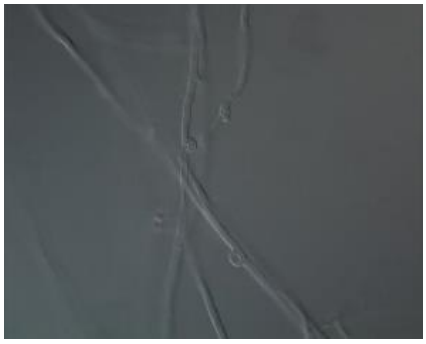


그림 6. 꽃송이버섯의 꺽쇠연결(1000배)

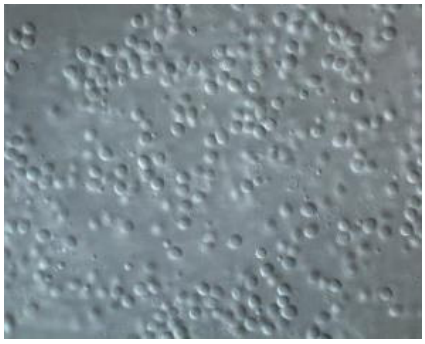


그림 7. 꽃송이버섯 포자(1000배)

1-3-3. 꽃송이버섯의 결정물질

일부 꽃송이버섯은 배양과정에서 결정물질을 배지에 생산하는데, 결정의 크기와 양은 균주에 따라 차이가 크다(그림 8, 9). 배양과정에서 결정이 전혀 관찰되지 않는 균주들도 있다. 이와 같이 결정을 만드는 균주와 만들지 않는 균주들에 대한 비교 또는 결정을 만드는 조건 구명은 앞으로 중요한 연구과제가 될 것이다. 꽃송이버섯의 결정물질은 sparassol (methyl-2-hydroxy-4-methoxy-6-methylbenzoate)로 알려져 있다(김, 2000). Sparassol은 Sparassis ramosa로부터 생산되는 것으로 orsellinic acid monomethyl ether라 표기하기도 한다(Hawksworth et al., 1995). 이 물질은 항균활성이 있는 것으로 알려져 있으며, 상업화되어 시판되기도 한다. 아래 사진에 나타난 결정물질은 무색에 가까우며, 길이 약 1 cm, 직경 0.1～0.18mm 크기로 생장한다.

그림 8. 꽃송이버섯의 결정물질

그림 9. 꽃송이버섯의 결정물질

2. 재배기술

2-1. 꽃송이버섯의 균 분리

꽃송이버섯의 균 분리는 조직분리나 포자분리 방법을 통해 이루어질 수 있다(그림 10, 11). 조직분리의 경우에는 여름철에 꽃송이버섯을 채취한 후, 버섯의 조직 내부에서 무균적으로 균사조직을 잘라 감자한천배지(PDA 배지)에 올려 놓아 배양을 하는 방법이다. 포자 분리법은 버섯 조직 일부를 샤레에 놓고 하루 정도 지난 후에 흰색 가루가 쌓인 것을 취해 감자한천배지에 접종하여 배양하는 방법이다. 버섯의 조직 및 포자는 25℃ 배양기에서 2주일 정도 배양하면 균사가 생장한 것을 관찰할 수 있다. 생장한 균사체는 균 활성이 우수한 선단부를 다시 취해 감자한천배지에 옮겨 이식함으로써 균 분리를 완료한다. 꽃송이버섯은 낮은 pH(4~5)에서 잘 생육하며, 적정 배양 온도는 23~25℃이다.

그림 10. 버섯 조직에서 균 분리

그림 11. 꽃송이버섯 포자 발아

2-2. 재배조건

꽃송이버섯은 톱밥재배와 단목재배를 할 수 있다. 균 배양은 23~25℃에서 실시하며, 균 배양이 완료될 즈음 어린 버섯이 꽃잎처럼 발생하기 시작하면 발생처리에 들어간다. 발생실은 빛이 있는 조건에서 20℃ 전후 상대습도 90% 이상을 유지시켜 준다. 균 배양은 톱밥재배의 경우 2개월, 단목재배의 경우 3-4개월 정도 소요된다. 발생처리 시 톱밥재배는 1개월 정도면 수확이 가능한 반면, 단목재배는 1개월 이상 소요된다.

2-3. 접종원 준비

톱밥재배의 경우 접종원으로는 액체종균과 톱밥종균을 모두 사용할 수 있다. 재배시설 여건에 따라 접종원을 선택하면 된다. 단목재배의 경우 접종원은 이들 모두를 사용할 수 있으나, 액체종균을 사용하는 것이 더 편리하다. 이때 사용하는 균주는 미리 고체배양 또는 액체배양한 것을 사용한다(그림 12, 13).

그림 12. 종균 배양

그림 13. 접종용 균주 준비

2-3-1. 액체종균

접종용 균주는 PDB(potato dextrose broth) 배지(또는 각 배양소별로 사용하는 액체배지)를 pH 5.0 내외로 만든다. 배양은 23-25℃에서 3~4주간 실시하되, 배양액의 탁도(濁度)를 검토하면서 진행하고, 배양균사가 뭉치는 현상이 나타나거나, 배양기간이 5주를 넘지 않도록 유의한다. 종균의 양은 각 배지별로 20㎖ 수준을 접종하게 되므로 1,000개의 배지에 접종할 계획이라면 20ℓ의 배지를 준비하면 되지만, 배양과정의 부피 감소 및 접종 시 손실량을 감안하여 20%의 여유분을 추가하여 약 24ℓ의 배지를 준비하는 것이 좋다. 접종기를 사용할 경우 배양된 균사의 뭉침 현상으로 인하여 접종에 어려움이 나타나지

않도록 균사를 잘라주어야 하며, 이 경우 멸균 처리한 균질기(homogenizer)를 사용하여 균사를 섞으며 자르되, 섞은 후에는 3일간 회복기를 거친 후 접종에 사용한다. 단, 오염이 발생하지 않도록 유의하여야 한다.

2-3-2. 톱밥종균

종균용 배지는 낙엽송 등 침엽수 톱밥 80%에 보릿가루나 소맥분 20%, 그리고 설탕 또는 물엿 수용액을 중량 대비 3~5% 첨가한 혼합물을 수분함량 60~65% 수준으로 만들어서 사용한다. 일반적으로 톱밥은 5㎜ 이하의 목재조각을 의미하는데, 1㎜ 이하의 톱밥은 가능하면 배제하고 사용하는 것이 좋다. 톱밥은 야외에서 비를 맞추면서 송진을 비롯한 휘발 성분이 감소하도록 6개월 이상 부숙시키거나 증기처리를 통해 방향족 화합물이 다소 감소된 상태로 사용하면 배양기간의 단축에 도움을 준다. 배양병은 다양한 규격을 사용할 수 있으나 800㎖ 이하의 병을 사용하여 700㎖ 이하의 톱밥배지를 입병하며, 밀도는 0.76g/㎤ 수준으로 맞추는 것이 좋다(예, 700㎖의 눈금에 532g의 톱밥배지를 채워 넣음). 그리고 각 배지는 가운데 직경 2㎝ 크기의 구멍을 뚫고 뚜껑을 덮어서 121℃에서 90분간 멸균하여 사용한다. 냉각된 배양병에 액체 종균을 20 ㎖ 정도 접종하여 50일 내외 배양하면 균사가 배양병에 만연하게 되며, 종균병 내에 원기(原基)가 형성되기 전에 사용하는 것이 바람직하다.

2-4. 톱밥재배

톱밥재배는 재배 용기에 따라 봉지재배와 병재배로 나눈다. 봉지배재는 내열성 PP필름(톱밥 1.5kg, 2kg 등)을 이용하고 병재배는 제품으로 나와 있는 내열성 PP병(400㎖, 600㎖, 800㎖ 등)을 이용하는 것이다.

여기에 필요한 장비 및 시설로는 배지혼합기, 입봉기, 살균기, 접종기, 탈병기, 봉지이동대차, 접종실, 냉각실, 생율실(배양실), 발생실, 저온창고 등이 있다.

재배과정은 크게 배지제조, 균사배양, 자실체 생육의 3단계로 나눌 수 있다. 톱밥배지는 톱밥종균을 만드는 일반적인 방법대로 실시한다. 재료의 배합이 끝나면 즉시 입봉기를 이용하여 배지를 봉지에 넣고 필터가 부착된 뚜껑으로 닫은 다음, 살균기에서 살균 한 후 냉각기로 옮겨 실온까지 냉각하고 접종실에서 종균을 접종한다. 접종을 끝마친 봉지는 23±2℃의 배양실로 옮겨 55-60일정도 배양하게 된다. 버섯의 원기가 발생하기 시작하면, 버섯 발생실로 옮겨

자실체가 성숙되도록 유도한다. 버섯 발생실은 명배양 조건으로 온도 18±2℃, 습도 90～95%로 유지한다. 버섯이 성숙되면 수확한다(그림 14).

① 배지제조	⇒	② 입봉작업	⇒	③ 살균	⇒
톱밥+보릿가루 또는 밀가루(8:2), 설탕 또는 물엿 3-5% 추가 수분 65%		입봉기 이용 봉지 : 1.5 kg 병 : 크기에 따라 85% 채움 밀도 : 0.76 g/㎤		고압살균 (121℃, 90분) 상압살균 (98～100℃, 4시간)	

④ 접종 및 배양	⇒	⑤ 버섯 발생 및 수확	⇒	⑥ 건조	⇒
액체종균 : 20 ㎖ 톱밥종균 : 20 g 온도 : 23±2℃ 습도 : 65% 기간 : 55-60일		온도 : 18±2℃ 습도 : 90～95% 버섯이 변색되기 전		자연건조 : 상온 3-4일 열풍건조 : 40℃ 1-2일 동결건조	

그림 14. 봉지 및 병재배 과정

2-4-1. 톱밥준비

톱밥은 국내에서 생산되는 대부분의 침엽수 및 미송(*Pseudotsuga menziesii*) 톱밥을 사용한다. 일반적으로 톱밥은 톱밥종균에 제시된 크기의 것을 사용한 것이 좋다. 톱밥에 보릿가루(또는 밀가루와 옥수수 혼합체)를 중량대비 8:2의 비율로 섞고, 다시 3～5% 수준으로 설탕 또는 물엿 수용액을 첨가하여 수분함량 60% 수준으로 맞추어 잘 섞거나, 낙엽송톱밥과 밀가루, 옥수수가루를 중량비로 7:1:2의 비율로 섞어 수분함량을 60%로 하여 배지를 준비한다.

배양봉지를 이용하여 톱밥 혼합배지에 균을 접종하여 재배할 수 있다. 꽃송이버섯은 균사생장이 늦기는 하나, 원기가 저절로 형성되는 점을 감안할 때, 1.5㎏ 이하의 배지를 만드는 것이 유리하다. 배양봉지의 경우에도 밀도는 0.76g/㎤로 하는 것이 좋으며, 배지 가운데 직경 2㎝, 깊이 5㎝의 구멍을 1～2개 만들고 필터가 달린 뚜껑으로 입구를 막는다. 병재배의 경우에는 톱밥종균을 만드는 방법을 따르면 된다. 배지 재료의 입병량은 크기에 따라 다소

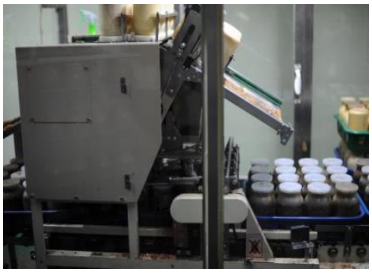
차이가 있으나 용량 100cc당 65%정도 즉 850cc병이면 550~570g 정도씩 넣어 표면을 다진 후 가운데에 직경 1.5~2.0㎝의 구멍을 뚫고 마개를 막아 살균 작업을 하여야 한다. 각 배양봉지에 준비된 배지는 121℃에서 90분 이상 멸균한다.

① 배지준비

② 배지혼합

③ 입봉작업

④ 살균작업


⑤ 접종

⑥ 배양

그림 15. 톱밥을 이용한 꽃송이버섯 재배 공정

2-4-2. 종균접종

액체 종균은 배양병 내부에 미리 만들어 놓은 구멍을 중심으로 자동접종기 등을 이용하여 배양병당 약 20~30㎖를 살포하는 방식으로 실행한다. 봉지를 사용한 경우에는, 액체 종균을 1~2개의 구멍에 각각 20㎖씩 접종기 등을 이용하여 접종한다. 접종 후에는 필터가 달린 뚜껑으로 입구를 다시 막은 후 배양실로 옮긴다.

톱밥재배용 톱밥종균은 종균병 윗 부분의 균사 덩어리를 제거한 후 스푼을 이용하여 종균을 부서뜨린 다음, 어른용 수저로 1스푼(약 20g)을 톱밥배지 윗부분에 조심스럽게 뿌려준다. 접종 후에는 필터가 달린 뚜껑으로 입구를 다시 막은 후 배양실로 옮긴다. 접종일이 같은 배지는 함께 무리를 지어 정돈하며 접종일자, 접종자, 품종명 등을 기록한다.

2-4-3. 버섯 종균

2-4-5-1. 종균의 종류

버섯재배용 종균은 버섯을 발생할 수 있는 특성을 지닌 2핵 균사를 적당한 배지에서 순수배양 한 것이다. 현재, 가장 광범위하게 사용되어진 종균은 그 주된 배지재료의 종류에 따라 톱밥종균, 성형종균, 액체종균, 종구종균으로 구별된다. 톱밥종균과 성형종균은 배지재료가 같다.

(1) 톱밥종균

나무의 톱밥과 영양원(미강, 밀기울 등)을 일정 비율로 섞은 다음 함수율을 맞추고 종균병에 넣어 살균한다. 냉각 후 종균을 접종하여 배양 후 원목 및 톱밥재배에 등에 종균용으로 사용한다. 톱밥종균은 전통적으로 모든 버섯에서 접종원으로 가장 널리 사용되어 왔다.

(2) 성형종균

약 30일 정도 배양하여 만연된 톱밥종균을 다시 잘게 부순 후 총알모양의 일정한 플라스틱 성형판에 톱밥종균을 부은 후 압착하고 스티로폼 뚜껑으로 막은 후 다시 7~10일간 배양하여 원목접종에 사용한다. 국내에서 성형종균은 표고버섯 원목재배용으로 가장 널리 이용되고 있다.

(3) 액체종균

액체종균은 특정물질의 추출용도와 종균 확보 두 가지 목적으로 시도되었다. 원목재배의 경우 해균 오염 및 활착불안 등 이유로 현재 사용되고 있지 않다. 톱밥재배에서 일부 농가에서 종균으로 사용하고 있다. 국내에서 액체종균이 가장 널리 사용되는 곳은 팽이버섯 재배이다.

(4) 종구(종목)종균

종주종균은 작은 원기둥의 1~2cm 형태로, 1942년 일본에서 개발되어 원목에서 주로 사용되었다. 현재는 종균보관용으로 일부 연구소 등에서 사용되고 있다. 종구는 그 형태에 의해 쐐기형, 환봉형, 환형으로 나누어지는데, 현재는 환형이 주류로 되어 있다. 종구에는 주로 활엽수의 너도밤나무, 물참나무, 졸참나무가 이용된다.

이제까지 서술해 온 톱밥종균은 '목재부후균' 재배용 종균이라고 말하지만, 종균에는 이외에 양송이용으로서 퇴비종균(구비, 합성퇴비 등을 배지로 한 것), 곡립종균(밀, 귀리 등의 곡립에 오트밀 등을 더해서 배지로 한 것), 또한 풀버섯용으로서 왕겨종균(침수하여 잘게 자른 왕겨에 오트밀 등을 더해서 배지로 한 것) 등이 있다.

톱밥종균

성형종균

액체종균

종구종균

그림 1. 종균의 종류

2-4-5-2. 종균 선택의 중요성

모든 버섯재배에 있어 종균이 갖는 역할은 극히 크고, 종균의 좋고 나쁨에 의해서 재배의 성패가 결정된다고 해도 과언이 아니다. 종균에 해균, 해충이 혼입되어 있거나 균사활력이 저하되어 자실체 생산능력이 낮아지거나 발아불량 등 어떤 변이가 있게 된다면 정상적 재배를 할 수 없게 된다.

푸른곰팡이병(*Trichoderma*) 등의 해균(또는 사상균)이 혼입하여 있는 경우, 오염이 되고 거기서 발생하는 무수한 포자가 시설 내에 만연하게 되고, 그 이후 배양물에 장시간 악영향을 주는 존재가 된다. 박테리아(세균)가 혼입된

경우, 최초의 증식에는 잠복상태에서 발견할 수 없지만 다시 한 번 증식할 때 균사주위의 균사생장 정지현상 등이 나타나기도 한다. 세균 중에는 내열성이 강한 것이 많고, 균주의 외관상 눈으로 보이지 않는 상태에서도 맹위를 떨치는 위험을 내포한다는 점에서 사상균과는 다른 영향력을 갖고 있다. 먼지진드기 등 미소한 진드기류가 혼재하고 있는 경우, 배양실은 그것들의 생활에 적합한 환경이며 서식하는 동안 해균 포자를 매개하고, 푸른곰팡이병의 이상발생 등 괴멸적인 해균 피해를 초래하는 경우가 있다.

종균에 균사활력의 저하, 혹은 어떤 유전적 변이가 일어난 경우 버섯재배에 미치는 영향은 크다. 균사활력의 저하는 일반적으로 '노화'라고 부르고, 수량과 품질이 미흡하게 되는 것과 밀접한 관계가 있다. 또한 변이에는 버섯의 색, 형상, 형질이 열화되는 것, 생육불량으로 되는 것, 발아불량이 되는 것, 또한 발아하지 않는 것 등이 있다. 그러나 이러한 변이는 환경조건에 의해서도 일어나기 때문에 균사노화의 경우를 포함하여 이에 대한 판정기술이나 대책기술이 미확립 되었기 때문에 현 단계에는 균사의 노화나 유전적 변이를 확실히 피하는 것은 곤란한 상태이다.

2-4-5-3. 건강한 종균과 불량 종균의 식별

(1) 건강한 종균

종균의 좋고 나쁨을 외관으로 보고 구별하는 것은 충분한 경험이 없이는 그리 쉽지 않은 일이다. 일반적으로 좋은 종균이라 함은 누가 보아도 상태가 좋은 것을 말하는데, 다음과 같은 점을 들 수 있다.

① 순수한 버섯 균사로써 버섯 특유의 신선한 냄새와 윤택한 색깔을 지니고 잡균이 없는 것.
② 종균이 최고의 활성을 보이는 시기에 배양이 완료된 것.
③ 보통 500g 용량의 병에 버섯 원균을 접종한 경우, 24℃ 내외에서 약 2개월간 배양한 것.
④ 종균이 등록품종으로써 재배특성이 대체적으로 우수한 것.

(2) 불량종균

불량종균의 외관상 판별은 잡균에 의한 변색을 관찰하는 것이 가장 중요하면서도 쉬운 일이라고 하겠다. 그러나 잡균을 버섯균사가 자라 덮어

버리는 경우, 종균의 수분이 과하거나 부족한 경우, 균사가 배양과정에서 고열을 받아 세력이 약화된 경우 등은 외관상의 관찰만으로는 식별하기 어렵다. 다음은 외관적으로 불량종균을 판별할 수 있는 일반적인 방법이다.

① 종균병의 상부에서 하부까지 흰색의 균사가 균일하고 조밀하게 만연되어 있지 않은 것. 단, 종균배양과정에서 배양일수가 다소 경과되어 표면이 약간 갈색으로 변한 것도 있는데 이는 정상종균으로 볼 수 있음.
② 종균병의 입구부근이나 종균표면에 종균과는 색이 다른 잡균의 포자나 균사가 보이는 것. 특히, 초록색 잡균은 표고 균사를 먹고 사는 푸른 곰팡이류 균일 가능성이 높음.
③ 종균병 속의 산소부족으로 균사가 변질되어 갈색 물이 고인 것.
④ 종균표면의 균사에 광택이 없는 것으로서, 백색균사가 더럽고 짙은 갈색을 띠고 있는 것은 해균 혼입 또는 생리장애를 받은 종균임.
⑤ 종균병 속 톱밥의 갈색이 그대로 있으면 목질 부후력이 약화된 종균임.
⑥ 저장기간이 너무 길어 종균표면의 대부분이 갈색으로 변하고 마른 것.
⑦ 종균병의 뚜껑을 열었을 때 종균특유의 싱싱한 냄새가 나지 않는 것. 특히, 산패(酸敗) 냄새를 발산하면 잡균에 오염된 종균임.

2-4-5-4. 종균 선택할 때 주의사항

재배를 처음 시작하는 경우에는 종균생산자의 설명을 잘 들을 뿐만 아니라, 그 종균을 사용하고 있는 재배자를 방문하여 종균 사용 상황을 눈으로 직접 보고 확인하는 것도 매우 중요하다.

봄철 버섯 종균 접종 적정시기에 종균을 구입하면 즉시 접종하여야 잡균 오염을 방지하고 균사의 활력을 높일 수 있다. 부득이 보관을 할 경우, 10℃ 이하의 냉암소에 통풍이 양호하고 건조하거나 과습하지 않은 습도 60~70% 정도의 장소나 저온창고에 농약이나 비료 등과 분리하여 보관하였다가 사용하여야 한다. 원균을 톱밥에 배양하여 종균을 제조한 후, 버섯 재배자에게 판매하기 전 자체종균검사를 하고 품질검사에 합격된 종균을 공급하게 되어 있다. 따라서 등록된 종균을 허가된 배양소에서 생산하여 판매하는 종균을 사용하는 것이 실패할 염려가 없으며 소득향상에 직결된다고 하겠다. 특히 종균병에서 오염이 관찰되면, 전량을 반품시켜야 한다.

[종균 선택 시 고려사항]

① 유전형질이 안정하고 계통 혹은 품종의 특성을 구비하고 있는 것(변이가 없는 것)

② 균사활력이 강하고(균사의 노화가 없는 것), 자실체 생산능력이 높은 것

③ 미생물학적으로 순수한 것

- 목적으로 하는 버섯균 이외의 미생물(해균, 해충)의 혼입이 없는 것
- 목적으로 하는 계통 혹은 품종이외의 계통 혹은 품종(다른 계통, 다른 품종)의 혼입이 없는 것

이러한 조건을 만족시키고 우량한 종균을 제조·판매하기 위해서는 일정 수준 이상의 청정시설이나 미생물취급에 관한 충분한 지식·기술 등이 필요하다.

④ 종자업을 등록한 종균배양소에서 구입하여야 함. 종균은 1년 내내 파는 것은 아니고 늦가을부터 이듬해 봄까지 사용적기에만 팔고 있다. 종균배양소에 따라 취급하는 품종이 다르기 때문에 희망하는 품종의 종균을 빨리 결정하여 종균배양소에 미리 예약 주문해 두는 것이 안전하다.

[건강한 종균 검사 목록]

점검 항목	검사법	확인
종균병 청결 상태	푸른곰팡이 등 다른 균의 침입으로 인한 오염이 있는가?	○ ×
종균병 마개의 개폐 상태	마개의 안정적으로 닫혀있고, 쉽게 열려 외부 공기에 노출되지 않는가?	○ ×
종균의 생장 상태	하얀 균사체가 성형종균의 톱밥에 균일하게 골고루 활착되었는가?	○ ×
종균의 건조 상태	종균이 장기배양으로 인해 건조되어 딱딱하게 마르진 않았나?	○ ×
종균의 배양 상태	종균병 마개를 열었을 때 버섯 특유의 냄새 이외의 다른 냄새가 나는가?	○ ×

건강한 종균	불량한 배지	
오염된 종균		

2-4-4. 균사배양 및 버섯발생

톱밥재배의 적정 배양조건은 온도 23±2℃, 상대습도 60±5% 수준이다. 배양은 암배양 조건으로 45일 이상 실시하며, 균사의 생육상황 점검 이외에는 빛을 제공하지 않는 것이 좋다. 톱밥재배에서도 별도의 후기배양(명배양)은 필요치 않다. 배양 중 꽃송이버섯이 빛을 받게 되면 균사 배양에 있어 오히려 장해요인이 되기 때문에 암배양을 해야 되고 암배양 과정만으로도 충분히 원기(原基)가 저절로 형성된다.

그림 16. 균사배양

그림 17. 버섯발생

꽃송이버섯은 별도의 발생처리가 필요 없다. 또한 꽃송이버섯은 '균긁기'를 하지 않아도 자실체가 1개로 연합하여 발생하게 되므로 '균긁기'는 하지 않는 것이 바람직하다. 봉지 내에서 원기가 5 ㎝ 이상의 크기를 갖추고 꽃이 분화되기 시작하면 버섯 발생실로 옮긴다. 발생실의 조건은 온도 18±2℃, 습도 90~95%, 환기는 15분/4회/일의 조건으로 하여 자실체 발생을 유도할 수 있다. 버섯 발생실은 명배양의 조건인 120lux 수준을 유지한다. 버섯은 배양병 및 봉지에서 일주일이 채 되지 않아 꽃 부분이 확장되며 배양병 또는 봉지의 바깥으로 꽃 부분이 올라오게 된다. 자실체의 생장을 유도하는 기간은 발생실로 옮긴 후 1개월 정도이다.

그림 18. 배양봉지의 꽃송이버섯

2-4-5. 버섯 수확

봉지재배 및 병재배에서 자실체가 봉지 밖으로 처지면서 봉지나 바닥에 닿아 갈변하는 현상이 없도록 유의하여 수확해야 한다. 버섯 생육실로 옮긴 후 보름 정도 경과하면 꽃송이버섯의 자실체는 수국 모양의 꽃 부분이 완전히 형성되어 병 밖으로 처지는 현상이 나타난다. 꽃 부분과 기부를 함께 배지에서 떼어내는 방식으로 수확하되, 상품을 구분할 때는 꽃 부분과 기부를 분리하여 관리하는 것이 바람직하다.

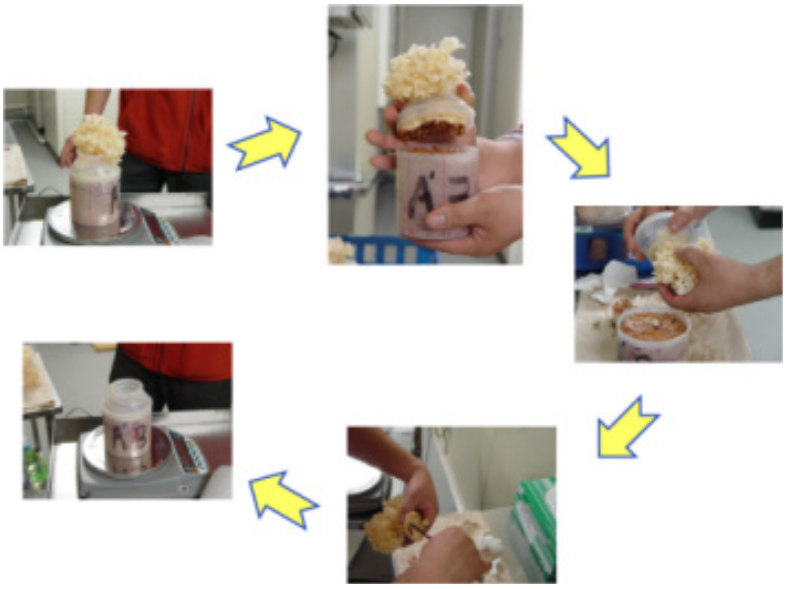


그림 19. 병재배 한 꽃송이버섯의 수확

2-5. 단목재배

2-5-1. 단목준비

단목은 국내에서 생산되는 대부분의 침엽수를 사용할 수 있다. 낙엽송과 잣나무, 소나무를 중심으로 연구를 진행하였으나, 해송, 리기다소나무, 메타세쿼이아, 삼나무를 이용해서도 재배에 성공한 바 있으므로 시도할 수 있다. 각 침엽수 원목은 가을철에 벌채된 것이 좋으며, 직경 20㎝ 내외의 간벌목을 사용하는데 야외에서 비를 맞추면서 송진을 비롯한 휘발성분이 감소하도록 6개월 정도 방치하여 사용하는 것도 좋다.

원목은 취급하기 편하게 길이 15 ㎝ 정도로 잘라서 사용한다. 잘라낸 원목이 지나치게 건조한 경우(표면이 말라있는 경우)에는 1~2일간 침수작업을 하는 것이 바람직하다. 단목을 내열성 PP(Poly-propylene) 봉지에 담아 필터가 달린 뚜껑으로 입구를 막은 후 상압(100℃ 이상으로 올려 증기 발생 후 12시간 이상) 또는 고압(121℃에서 90분 이상) 멸균한다. 멸균된 봉지 속의 단목은 봉투가 찢어지는 일이 없도록 유의하며 냉각실에서 20℃ 정도까지 냉각 후 무균실로 옮겨 접종한다.

2-5-2. 접종

종균의 접종은 액체종균 또는 톱밥종균을 접종할 수 있다. 액체종균과 톱밥종균의 접종은 톱밥재배 방식과 같은 방법으로 접종한다. 액체종균은

접종기를 이용하여 단목 당 약 20~30㎖를 윗부분에 살포하는 방식으로 실행한다. 윗부분에 살포할 때에는 가운데 부분에 살포하되 최대한 골고루 퍼질 수 있도록 살포하는 것이 좋다. 톱밥종균은 1스푼(약 20 g)을 단목의 윗부분에 조심스럽게 뿌려준다. 접종 후에는 필터가 달린 뚜껑으로 입구를 다시 막은 후 배양실로 옮긴다. 접종일이 같은 배지는 함께 무리를 지어 정돈하며 접종일자, 접종자, 품종명을 기록한다.

2-5-3. 균사배양 및 버섯발생

꽃송이버섯 단목재배의 적정 배양조건은 톱밥재배와 동일하게 온도 23±2℃, 상대습도 60±5% 수준이다. 그러나 단목재배는 톱밥재배보다 배양기간이 더 길어 3~4개월이 소요된다.

봉지 속에서 버섯의 원기가 발생하면, 봉지를 벗기지 않고, 원기의 크기가 5㎝ 이상 자라서 꽃 부분이 분화된 이후에 봉지를 벗기는 것이 바람직하다. 이때 발생실 조건은 온도 20℃ 내외, 상대습도 90~95% 수준을 유지한다. 봉지 윗부분을 열어서 수분이 충분히 공급될 수 있도록 하며, 이 때의 수분조건은 상대습도 95% 내외, 조도는 120 lux 수준으로 유지한다. 배양된 단목을 발생시킬 경우에는 봉지를 바꾸어 줄 수 있는데, 이 경우 새 봉지에 배양된 단목을 넣고 수분을 공급한 후, 윗부분을 끈으로 느슨하게 묶어 준다. 완벽한 공조시설을 갖춘 곳에서는 완전히 봉지를 벗겨 버섯을 발생시키는 것이 좋다.

꽃송이버섯 해충 중 하나인 긴수염버섯파리의 살충 약제 시험 결과 테플루벤주론 액상수화제, 스피네토람 액상수화제, 루페뉴론 유제가 약제 등록이 되었다. 버섯파리, 푸른곰팡이, 접합균류 등의 병해충 피해가 발생될 수 있지만, 방제를 위한 농약잔류허용기준이 아직 마련되어 있지 않다. 미등록된 농약은 일률기준(0.01ppm)을 적용하고, 앞으로 추가되는 농약잔류허용기준은 추후 농약정보서비스(htttp://pis.rda.go.kr) 또는 농사로(http://www.nongsaro.go.kr)에서 확인이 가능하다.

그림 20. 비닐하우스 내 배양모습

그림 21. 실험실내 배양모습

그림 22. 단목재배 및 자실체 생장

2-5-4. 수확

황색 계통의 포자가 비산하기 시작하면 꽃 부분이 녹아내리는 현상이 나타나므로 이 시기에 도달하기 전에 수확하는 것이 바람직하다. 수확 시 자실체 잔여물이 남을 경우에는 오염균의 만연을 초래할 수 있으므로 깔끔하게 떼어내야 한다. 2차 수확을 유도할 경우, 물로 단목을 깨끗이 씻은 후 봉지를 다시 덮어 주고 90%의 습도조건에서 25℃의 온도로 높여 보름 내외의 휴면시기를 갖는다. 2차 발생처리를 위해서는 20℃ 내외 수준으로 다시 온도를 낮추어 자실체 생육을 유도한다. 이후 자실체 생장 유도 및 수확방법은 위의 서술한 바와 같으며, 3~5차례까지 수확할 수 있다. 자실체의 생장을 유도하는 기간은 발생실로 옮긴 이후 총 2개월 정도 소요된다.

3. 건조 및 보관

꽃송이버섯은 수확 한 후 생버섯으로 출하가 가능하나 아직 포장이나 출하 공정이 확립되어 있지 않아 대부분 건조시켜 시판되고 있다. 버섯의 건조는 1) 자연건조, 2) 열풍건조, 3) 동결건조 등의 방법에 의해 이루어진다.

자연건조는 수확한 버섯을 실내 조건(상대습도 60% 미만, 온도는 22℃, 환풍기 가동)의 채반 위에 넓게 펼쳐서 건조시킨다. 3~4일 정도에 초기 건조가 이루어진 후 뒤집어 주고 다시 일주일 정도 건조시키면 포장할 수 있는 수준이 된다.

열풍건조는 40℃ 수준의 열풍건조기를 이용하여 건조하며, 16~20시간이면 포장할 수 있는 수준으로 건조된다. 이 때 온도가 너무 높으면 끝이 적갈색으로 변할 수 있으므로 유의하여야 한다.

동결건조는 동결건조기를 이용하여 건조하며, 다른 건조 조건에 비해 깨끗하게 건조할 수 있다. 하지만, 고가의 장비를 이용하여야 하기 때문에 일반적으로 사용하기 어려운 단점도 있다.

그림 23. 열풍 건조한 꽃송이버섯

4. 꽃송이버섯의 선별

꽃송이버섯의 등급 규격은 임산물 표준규격 고시에 따르며, 건조버섯과 생버섯이 모두 포장되어 유통된다.

4-1. 건꽃송이버섯

건조한 꽃송이버섯의 등급 규격은 버섯의 크기, 모양, 색택에 의해 좌우된다. 임산물 표준규격에 따른 등급 규격은 다음과 같다.

표 1. 건조 꽃송이버섯의 등급 규격

항목/등급	특	상	보통
고르기	크기 구분표상 직경이 다른 것의 혼입이 5%이하인 것	무게 구분표상 직경이 다른 것의 혼입이 10%이하인 것	무게 구분표상 직경이 다른 것의 혼입이 20%이하인 것
갓의 크기	크기 구분표상 “M” 이상인 것	적용하지 않음	“특”, “상”등급에 미달하는 것
모양/색택	품종 고유의 모양, 색택이 양호한 것		
수분	13%이하		
이품	없는 것		
피해품	3%이하인 것	5%이하인 것	20%이하인 것

<정 의>

(1) 갓의 크기 : 재배방법(병재배, 봉지재배, 단목재배)에 따른 차이에서 나타나는 형질도 동일 기준으로 적용(단, 재배방법에 따른 형태적 차이로 인해 발생한 것은 단경과 장경의 합의 평균값 적용)

(2) 수 분 : 50~60℃에서 2일 건조법 또는 이와 동등한 결과를 얻을 수 있는 방법에 의하여 측정한 수분을 말한다.

(3) 이 품 : 해당 종류 이외의 것

(4) 피해품

① 파 쇄 품 : 버섯의 손상이 많이 되어 가루화율 5% 이상, 다만 경미한 것은 제외한다.

② 변질, 변색품 : 버섯이 물러지고 색깔이 변한 것

③ 오염된 것 등 기타 피해의 정도가 현저한 것

표 2. 건조 꽃송이버섯의 크기 구분

구 분	L (대)	M (중)	S (소)
1개의 갓 직경 (cm)	7 이상	4 이상 7 미만	4 미만

※ 갓의 직경은 최대와 최소 합의 평균지름을 말한다.

4-2. 생꽃송이버섯

생버섯인 꽃송이버섯의 등급 규격은 버섯의 크기, 모양, 색택에 의해 좌우된다. 임산물 표준규격에 따른 등급 규격은 다음과 같다.

표 3. 생꽃송이버섯의 등급 규격

항목/등급	특	상	보통
고르기	크기 구분표상 직경이 다른 것의 혼입이 5%이하인 것	무게 구분표상 직경이 다른 것의 혼입이 10%이하인 것	무게 구분표상 직경이 다른 것의 혼입이 20%이하인 것
갓의 크기	크기 구분표상 “M” 이상인 것	적용하지 않음	“특”, “상” 등급에 미달하는 것
모양/색택	품종 고유의 모양, 색택이 양호한 것		
신선도	신선하고 탄력이 있고, 고유의 향기를 유지할 것		
이품	없는 것		
피해품	3%이하인 것	5%이하인 것	20%이하인 것

◑ 버섯류

<정 의>

(1) 갓의 크기 : 재배방법(병재배, 봉지재배, 단목재배)에 따른 차이에서 나타나는 형질도 동일 기준으로 적용(단, 재배방법에 따른 형태적 차이로 인해 발생한 것은 단경과 장경의 합의 평균값 적용)

(2) 이 품 : 해당 종류 이외의 것

(3) 피해품

① 파 쇄 품 : 버섯의 손상이 많이 되어 가루화율 5% 이상, 다만 경미한 것은 제외한다.

② 변질, 변색품 : 버섯이 물러지고 색깔이 변한 것

③ 오염된 것 등 기타 피해의 정도가 현저한 것

표 4. 생꽃송이버섯의 크기 구분

구 분	L (대)	M (중)	S (소)
1개의 갓 직경 (cm)	15 이상	7 이상 15 미만	7 미만

※ 갓의 직경은 최대와 최소 합의 평균지름을 말한다.

5. 주요 기능성 물질 및 고함량 수확시기 (추가 항목)

5.-1 베타-글루칸(β-glucan)의 기능성

꽃송이버섯의 주요 기능성 물질은 베타-글루칸(β-glucan)으로 알려져 있다. 베타-글루칸은 단일 화합물이 아닌 다양한 크기의 천연고분자 물질이며, 여러 가지 생리활성을 나타내기 위해서는 분자구조의 주사슬이 베타(1,3) 결합을 하고 있어야 한다. 최근 버섯류의 베타-글루칸 분자구조는 주사슬이 베타(1,3) 결합이면서 곁가지는 베타(1,6) 결합으로 알려져 주목받고 있다. 이러한 구조의 베타-글루칸은 인체의 면역시스템을 활성시키며, 항진균 작용으로 병원균 감염에도 저항하는 기능을 하고 있다. 또한 베타-글루칸은 혈액 내의 콜레스테롤을 낮추고 혈당을 조절하며 상처가 난 피부세포의 재생을 돕는 기능도 있다. 꽃송이버섯은 시장이 형성된 식용버섯 중에 베타-글루칸 함량이 가장 높은 것으로 알려져 있으며, 건강기능성식품 산업의 소재뿐만 아니라 임업인의 새로운 소득 품목으로도 활용가치가 높다.

5.-2 베타-글루칸(β-glucan) 고함량 수확시기 및 이용 부위

꽃송이버섯의 베타-글루칸 함량은 임산물표준재배지침의 톱밥재배 방법을 기반으로 재배하고, 어린 버섯인 원기(原基)가 형성되고 26일차일 때 가장 높았다. 26일차 이후에 수확시기가 길어질수록 총생산량과 베타-글루칸 함량이 줄어드는 것으로 나타났다. 원기 형성을 유도하고 버섯이 발생한 후 버섯의 생산량과 기능성 물질 함량이 계속해서 늘어나는 것은 아니다. 오히려 최적 수확시기 이후에는 버섯이 노화됨에 따라 생산량, 기능성이 감소하여 상품가치가 떨어진다. 따라서 버섯 생산량과 기능성 물질 함량이 높아 상품성이 가장 우수한 최적 시기에 수확해야 한다.

꽃송이버섯은 가공과정에서 대 부위는 버려지고 갓 부위만 사용되고 있는데, 대의 베타-글루칸 함량도 갓 부위의 함량과 비슷하여 이용 가치가 높다. 따라서 꽃송이버섯은 건강기능성식품이나 화장품 원료 등으로 사용할 때 수확 후 버리는 부위 없이 자실체 전체를 이용하여 활용도를 높일 수 있다.

표1. 꽃송이버섯의 수확시기와 자실체 부위별 베타글루칸 함량 및 총생산량 비교

(평균±표준편차 : 베타-글루칸 함량 %/g, 생산량 g)

수확시기	21일	26일	31일	36일	41일
갓 부위 함량(%/g)	46.26±3.44	47.72±4.90	43.42±4.08	42.81±6.12	39.04±5.66
대 부위 함량(%/g)	46.50±5.47	47.80±3.86	36.28±3.11	35.30±2.57	34.49±1.85
총생산량(g)	78.22	111.48	84.47	103.79	99.67