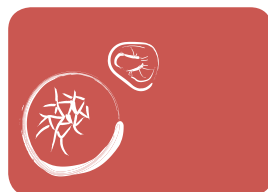


표고버섯 육종 안내서



국립산림과학원

National Institute of Forest Science



국립산림과학원

National Institute of Forest Science

이 문서에 대한 소유권은 국립산림과학원에 있으며, 동의 없이 수정, 변경 및 인쇄할 수 없습니다.

발 간 사

표고버섯은 우리나라의 대표적인 임산물로 매년 50,000톤 내외가 소비되고 있습니다. 그러나 이쉽게도 국내에서 소비되는 60% 이상의 표고버섯이 중국에서 수입되었거나 중국산 수입 배지에서 생산된 표고버섯입니다.

근본적인 해결책은 중국산 표고버섯 수입배지보다 싼 가격으로 공급할 수 있는 배지공급시스템과 중국산 표고버섯과 경쟁할 수 있는 우수한 표고버섯 품종개발에 있다고 하겠습니다. 이를 위해 국립산림과학원은 골든시드 프로젝트(2013-2021)를 통해 이 문제를 해결해보려고 하나 역부족인 부분이 많습니다.

국립산림과학원은 표고버섯 재배농가와 함께하는 표고버섯의 품종육성을 위한 실습 교육을 실시하려고 합니다. 국내에서 표고버섯을 육종하는 곳이 많지 않고, 인력도 부족한 상태입니다. 이를 극복하기 위해서는 표고버섯의 재배자 중에서 어느 정도 경제적 뒷받침이 가능한 곳에서 독자적인 품종을 개발할 필요가 있습니다. 또한 국립산림과학원은 이를 뒷받침하기 위해 보유한 표고버섯의 유전자원의 제공과 필요한 기술적인 부분도 제공하려고 합니다.

국내 표고버섯의 품종은 57개가 출원되었고, 일본은 231개가 출원되어 상당한 차이가 있습니다. 그래서 이를 극복할 수 있는 근본적인 해결책은 개인육종가 양성과 정부의 정책적 지원이 있어야 할 것으로 판단됩니다.

금번에 처음 시작하는 표고버섯 육종 기술 교육은 미미할 수 있으나, 국내 표고버섯 산업을 뒷받침 할 수 있는 중요한 전기가 될 것으로 믿습니다. 끝으로 본 자료집이 발간될 수 있도록 참여한 연구자들에게 감사를 드리며, 이 자료집이 널리 활용되어 국내 표고재배 농가들에 도움이 되었으면 합니다.

2017년 12월

국립산림과학원장 이 청 재



국립산림과학원

National Institute of Forest Science

이 문서에 대한 소유권은 국립산림과학원에 있으며, 동의 없이 수정, 변경 및 인쇄할 수 없습니다.

Contents

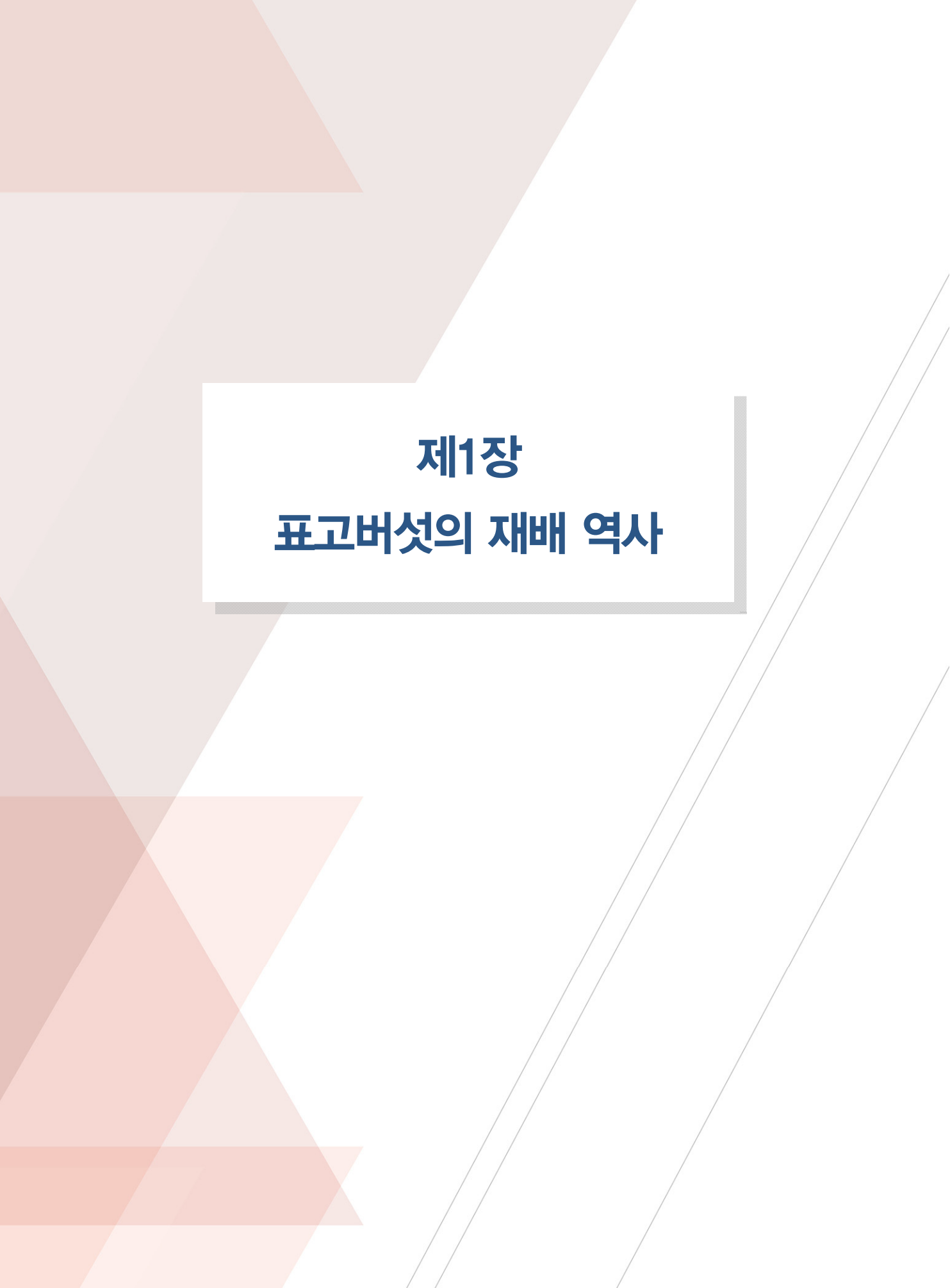
제1장 표고버섯의 재배 역사	7
제2장 표고버섯의 자원수집	15
제3장 표고버섯의 균 분리 및 배양	23
제4장 표고버섯의 보존	39
제5장 표고버섯의 육종	55
제6장 표고버섯 교배형 분석	65
제7장 표고버섯의 품종 출원서 작성	75
제8장 표고버섯의 품종출원 절차와 출원품종	103
〈부 록〉 표고버섯의 생리 및 생태	111
참고문헌	125
국립산림과학원 연구자료 목록	128



국립산림과학원

National Institute of Forest Science

이 문서에 대한 소유권은 국립산림과학원에 있으며, 동의 없이 수정, 변경 및 인쇄할 수 없습니다.



제1장

표고버섯의 재배 역사



국립산림과학원

National Institute of Forest Science

이 문서에 대한 소유권은 국립산림과학원에 있으며, 동의 없이 수정, 변경 및 인쇄할 수 없습니다.

제1장 표고버섯의 재배 역사

1.1 표고의 명칭

가. 일반명

표고는 우리 고유어로 한자를 차용하여 이름을 표기하였다. 표고의 한자 명칭은 세종실록지리지(1454)에 전라도 蕈膏(표고), 경상도 蕈膏(표고), 조선왕조실록에 標篙(표고), 신증동국여지승람(1528-1532)에 香蕈(향심), 동의보감(1613년)에 香蕈(향심), 여지도서(1757)와 만기요람(1808)에 蕈古(표고), 토명대조만선식물자취(1931)에 香蕈(향심), 조선의 임업(1936)에 椎茸(추이), 조선산 야생식용식물(1942)에 蘑菰(마고)로 기록되어 있다.

표고의 한글 이름은 17세기 중엽에 안동 장씨(1598-1680)가 저술한 『음식디미방』에 처음 ‘표고’로 기록되었고, 그 이후 빙허각(憑虛閣) 이(李)씨가 저술한 규합총서(1809)에도 ‘표고’라고 쓰여 있다. 음식디미방에는 표고가 만두법, 상화법, 수교애법, 어만두법, 해삼다루는법, 대구껍질느름, 우족, 석류탕, 잡채 등 매우 다양한 요리에 사용되었다.

표고의 외국 이름은 중국에서 香菇(상구, xianggu), 일본에서 椎茸(시이다케, しいたけ), 영어권에서 shiitake, the forest mushroom, oak-mushroom로 부른다.

나. 학술적 명칭

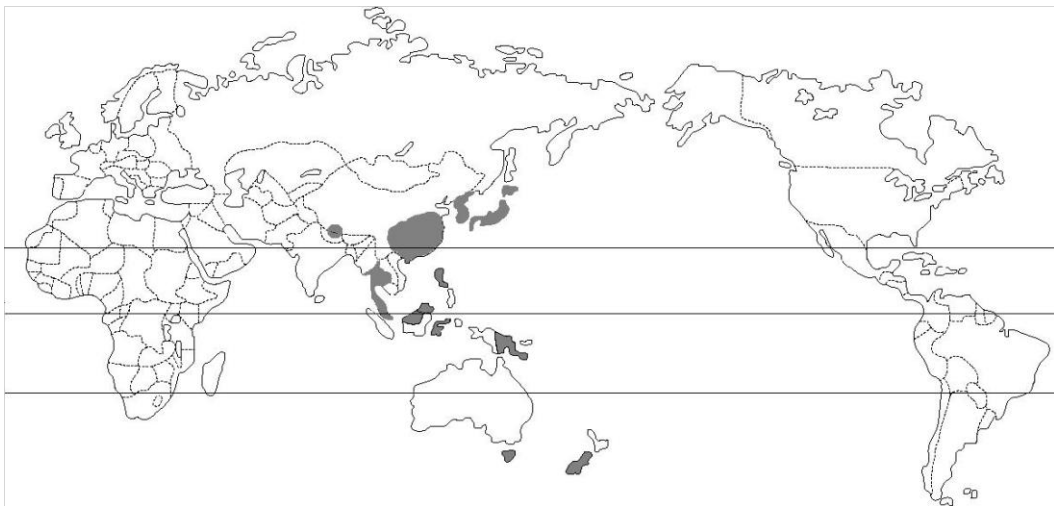
1872-1876년 Challenger 탐험대가 학술조사 과정에서 표고는 1875년 4월 28일 일본의 시장에 서 수집한 것(일본어로 Shi-taki)을 영국의 균학자인 Berkeley가 1877년 Agaricus (Armillaria) edodes Berkeley로 명명하였다(<https://en.wikipedia.org>). 종명 edodes는 東京의 옛 지명인 에도(江戸)를 의미하는 것이며, 당시 속명은 주름버섯속(Agaricus)이었으나 1941년 Singer에 의하여 잣버섯속(Lentinus)으로 바뀌었고 다시 1975년 Pegler에 의하여 표고속(Lentinula)으로 재분류 되어 현재에 이르고 있다(<http://www.indexfungorum.org>). 최근 표고의 분류체계는 낙엽버섯과(Marasmiaceae) 표고속(Lentinula)으로 분류하고 있다.

1.2 표고의 분포

가. 표고의 생물지리적 분포

표고의 지리적 분포는 한국, 중국, 일본, 태국, 말레이시아, 인도네시아, 파푸아뉴기니아, 오스트레일리아, 뉴질랜드, 부탄, 네팔, 인도의 히말라야 지역까지 분포되고 있다. 표고는 참나무류와 밤나무류가 속해 있는 참나무과 식물에서 주로 발견되고 있다.

표고의 기원이 될 수 있는 원산지는 남태평양 지역 있는 보르네오 섬의 고산지대로 추정하는 학자도 있다. 이 지역은 울창한 상록 활엽수림대를 형성하는 수직 아열대 지역으로 이곳에서 발생한 야생 표고의 포자가 오랜 세월을 걸쳐 태풍과 계절풍에 따라 사방으로 퍼져나간 것으로 추정하고 있으나, 금후 유전학적인 견지에서의 검토가 필요한 것으로 생각된다.



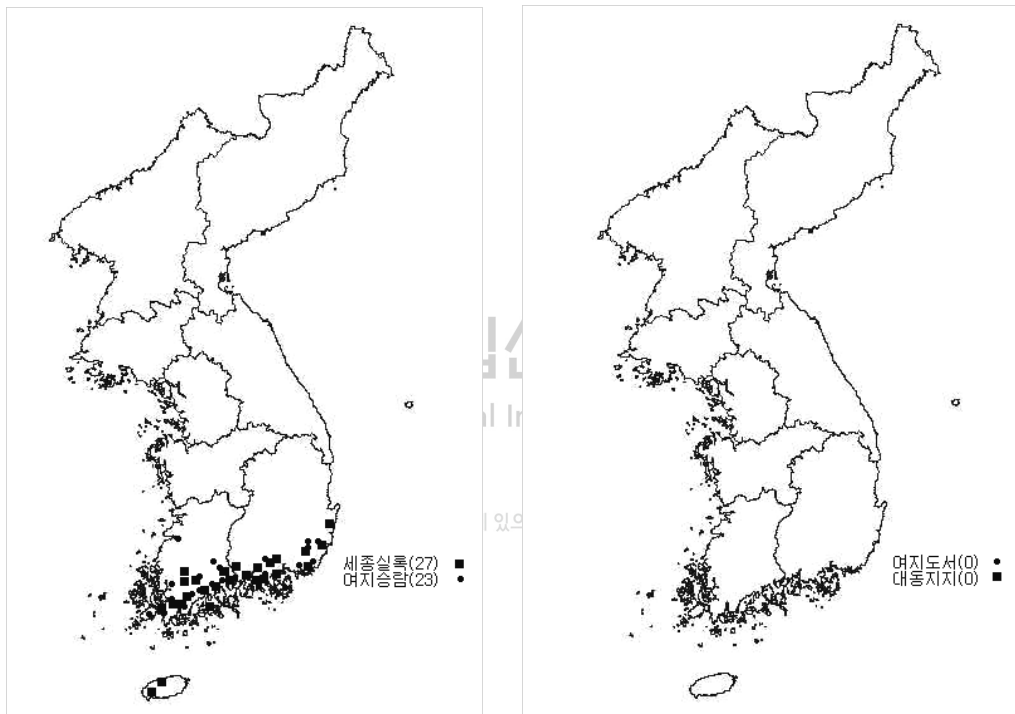
〈그림 1-1〉 표고의 분포 (長谷部, 1999)

나. 우리나라의 표고 산지

우리나라에서 세종실록지리지와 신증동국여지승람에 기록된 표고 산지는 경상도와 전라도에서 한정되어 있다. 경상도 지역은梁山,蔚山,東萊,長鬐,晉州牧,咸安,昆南,固城,泗川,河東,漆原,鎭海,東萊,彦陽,金海,巨濟이었으며, 전라도 지역은綾城,海珍,靈岩,康津,求禮,光陽,長興,茂珍,寶城,樂安,高興,和順,同福,濟州牧,旌義,羅州,珍島,海南,南原,順天,興德,同福이었다.

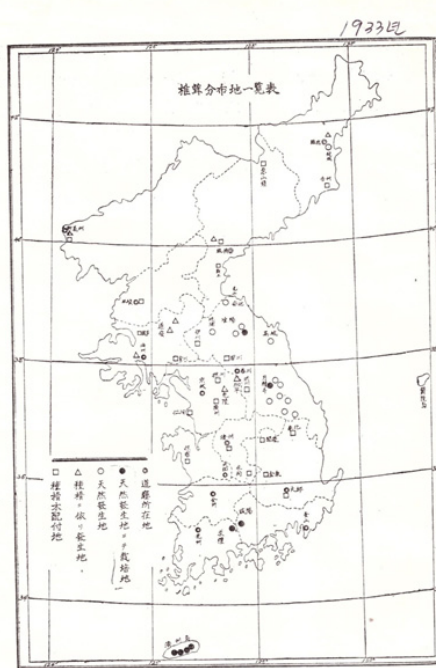
〈표 1-1〉 세종실록지리지와 신증동국여지승람에 기록된 표고의 도별 생산지

	세종실록지리지	신증동국여지승람
경상도	梁山, 蔚山, 東萊, 長鬐, 晉州牧, 咸安, 昆南, 固城, 泗川, 河東, 漆原, 鎭海 (12지역)	蔚山, 梁山, 東萊, 彦陽, 金海, 咸安, 巨濟, 固城, 鎭海 (9지역)
전라도	綾城, 海珍, 靈岩, 康津, 求禮, 光陽, 長興, 茂珍, 寶城, 樂安, 高興, 和順, 同福, 濟州牧, 旌義 (15지역)	羅州, 靈岩, 長興, 珍島, 康津, 海南, 南原, 順天, 樂安, 寶城, 光陽, 求禮, 興德, 同福 (14지역)



〈그림 1-2〉 조선전기와 후기 표고의 생산 군현 분포 (배 등, 2004)

일제강점기에 전국의 표고 발생지 분포 조사에서 표고의 자연 분포지역은 제주도, 경상남도 함양군, 전라남도 구례군, 강원도 평창군, 정선군, 인제군, 고성군, 양양군, 회양군, 평강군, 함경남도 안변군, 함경북도 경성군 등 우리나라 전역에 분포한 것을 알 수 있다. 또한 이 당시 원목재배가 이루어졌던 곳은 경기도 광릉, 가평, 황해도 수안, 해주, 함경남도 함흥, 함경북도 경성, 청진, 평안북도 신의주 등으로 분포지역에 해당하고 있다.



〈그림 1-3〉 일제강점기 표고 분포지역(이원목, 1933)

이 문서에 대한 소유권은 국립산림과학원에 있으며, 동의 없이 수정, 변경 및 인쇄할 수 없습니다.

1.3 우리나라의 표고 재배 역사

농상집요는 중국 원나라 때에 저술된 책이고, 색경은 1676년 조선시대 박세당이 편찬한 책으로 동일한 내용으로 균자(菌子)라는 항목에 버섯 재배법을 소개하고 있다. “3월에 썩은 닥나무를 구해다가 나무와 잎을 땅에 묻는다. 항상 습기가 있도록 뜯물을 부어 준다. 2~3일이면 싹이 난다.” 여기서 표현한 대로 3월에 버섯이 나올 수 있는 것은 무엇인가? 우리나라에서는 3월에 버섯이 발생하며 식용으로 사용할 수 있는 버섯은 팽이버섯이다. 또한 3번까지 나온 버섯은 없애버리고 그 이후 버섯은 크게 자라며 이것을 채취하여 먹는다고 되어 있다. 버섯균이 땅속에서 완전히 나무에 퍼진 다음에 나온 버섯을 채취하여 먹는 것이 독특한 점이다.

증보산림경제(增補山林經濟, 1766년)에는 송이(松茸), 마고(蘑菰), 버섯재배법, 독버섯 증독증상과 해독법이 소개되어 있다. 마고(蘑菰)의 분포지역, 나무와 재배법이 소개되어 있다. 마고는 “남도의 해안이고, 특정한 나무가 없고, 나무를 베어서 그늘진 땅 위에 놓아두었다가 6~7월이

되기를 기다려 항상 축축하게 해주면 살아난다. 또한 도끼머리로 수시로 쳐서 건드리면 쉽게 살아난다”로 되어 있다. 마고는 표고로 번역하고 있고, 현재의 표고 재배법과 매우 유사한 방법이다. 조선시대 표고는 주로 남부 해안지역을 중심으로 분포한 것으로 기록하고 있어, 표고의 분포지역은 위의 표현과 일치한다.

(1) 원목재배

우리나라의 표고 재배는 조선시대 세종실록지리지(1454)와 신증동국여지승람(1530)에 남부지역을 중심으로 주산지 기록에서 찾아볼 수 있다. 아마도 그 이전부터 재배되었던 것을 알 수 있다.

제주도에서는 1886년경에 표고 인공재배를 하였다는 기록이 있다. 한편, 이 당시에 이원목(1933)은 전국의 표고발생지 분포를 조사하면서 원목재배 지역이 제주도, 전남 구례, 경남 함양, 강원도 월정사, 회양, 경기도 광릉, 가평, 황해도 수안, 해주, 함경남도 함흥, 함경북도 경성, 청진, 평안북도 신의주에서 조사되었다.

표고 재배기술은 1923~1929년 사이에 버섯이 나고 있는 골목을 가늘게 쪼개어 원목에 타입(打入)하는 종목감입법(種木嵌入法)과 원목에 칼로 흠집을 내어준 후 포자액을 뿌려주는 포자액 주입법, 포자액 대신 배양한 균사액을 뿌려주는 균사액 주입법, 칼로 흠집 낸 원목과 버섯이 나고 있는 버섯나무(種木)를 섞어 두는 종목 혼입법 등을 비교하였다. 그 결과 골목을 가늘게 쪼개어 원목에 타입 하는 종목감입법이 가장 효과적임을 밝히기도 하였다. 1929년부터는 광릉에서 종목감입법으로 육성한 표고골목을 전국 20개 지역에 분양하고 종목감입법을 보급, 교육함으로써 표고재배 기술을 전국 농가에 확산시킬 수 있게 된 계기가 되었다.

표고의 원목재배나 톱밥재배에 관한 초기 기록은 1940년 임업시험장에서 간행한 선만실용 임업편람(鮮滿實用 林業便覽: 594-598p)에 상세히 기록되어 있다(鎬木, 1940). 이 책에서는 ① 톱밥종균 만드는 법, ② 톱밥종균을 원목에 접종하여 원목재배를 하는 방법, ③ 종균병에서 군사가 만연되면 병을 벗겨내고 지온 처리하여 버섯을 발생시키는 방법 등 3가지에 대하여 설명하고 있는데 오늘날에 하고 있는 방법과 크게 다르지 않은 내용이 설명되어 있다.

1955년 경기도 임업시험장에서는 표고의 종균배양에 성공하였고, 1956년에는 동 임업시험장에서 표고종균 1,362kg을 배양하여 각도에 배부하고 기술지도도 하였다. 특히, 그 이후에 표고증식 제1차 5개년 계획(1957~1961)과 표고증식 제2차 5개년 계획(1962~1966)을 통해서 전국적으로 표고재배 농가 확대에 커다란 기여를 하였다. 제1차 5개년은 연간 11,350kg 종균을 생산하여 100만 본의 원목접종과 건표고 185톤을 수출 하였다. 이 당시에 표고재배는 제주도, 지리산, 오대산을 중심으로 재배단지와 충청도 지역이 포함되었다. 제2차 5개년은 연간 19,068kg 종균을 생산하여

168만 본의 원목접종과 건표고 315톤을 생산하였다(이, 1997).

이 당시에 표고 산업에 큰 영향을 주었던 사람들은 임업시험장의 권영대와 경기도 임업시험장의 김갑성, 이응래, 농림부의 함인조, 권오태 등이다. 특히, 김갑성은 ‘최신표고재배법(1956)’ 책자를 발간하여 표고 재배기술의 확립과 정대교는 ‘표고(椎茸)재배(1966)’ 책자를 발간하여 표고 재배자들에게 커다란 지침서가 되었다.

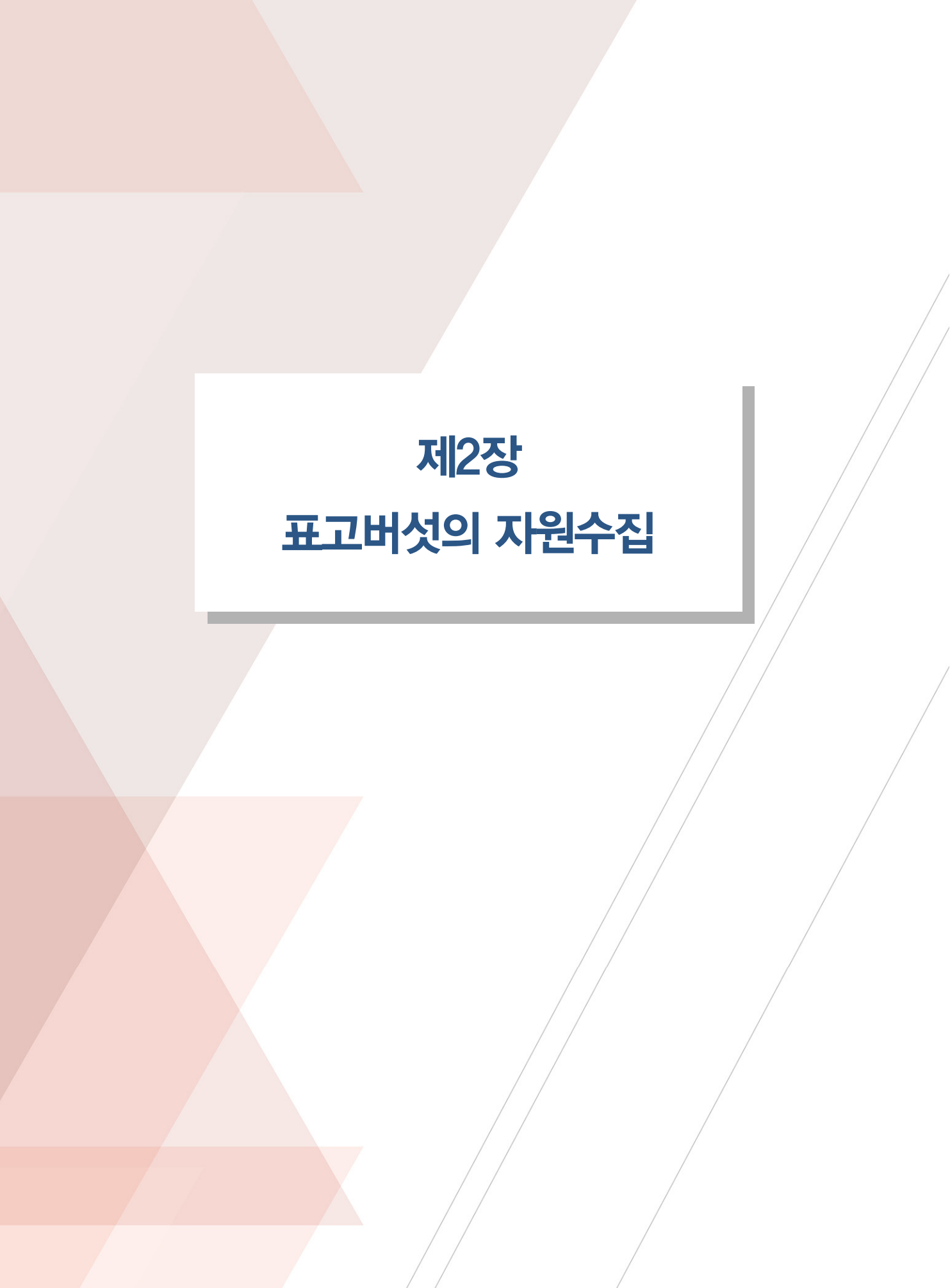
위와 같은 노력으로 표고 생산량은 급격히 증가되어 1957년 198kg이었던 건표고 생산량은 1961년 62,810kg으로 증산되었으며, 1962~1966년간 다시 표고증식 2차 5개년 계획이 수립되어 표고 증산과 수출증대에 획기적 기여를 하게 되었다. 2004년에 38,120톤을 생산하였고, 이중에 건표고는 1,921톤으로 1961년에 비해 30배 이상 증가하였다. 이는 전체 생산량으로 보면, 33년 만에 85배 정도 증가한 수치이다.

산림조합연합회 특수임산사업소에서는 우량품종의 선발육성에 힘써 다수의 종균이 개발되었으며, 1981년부터는 임업연구원에서도 품종개량은 물론 표고재배에 대한 본격적인 연구를 실시하여 현재 20종의 표고 우량품종이 개발 보급되고 있으며, 우리나라의 표고산업 발전에 크게 기여하게 되었다.

(2) 톱밥재배

우리나라는 1980년대 중반부터 상수리 톱밥이나 포플러 톱밥을 이용한 표고 톱밥재배 시험연구를 계속하면서 많은 노력을 기울였으나 잡균 오염과 버섯 발생량의 저조로 실용화되지 못하였다. 1990년 이 문서에 대한 소유권은 국립산림과학원에 있으며 동의 없이 수정, 변경 및 인쇄할 수 없습니다. 핫켄산업의 오오모리(大森清壽)가 임업연구원을 방문하여 일본의 표고 톱밥재배기술에 대한 소개를 하게 됨으로써 1991년 임업연구원의 표고연구자들이 일본을 방문, 견학하게 되었으며 이후 표고 톱밥재배에 대한 본격적인 연구가 이루어지게 되었고 1993년도부터 톱밥재배 기술을 실용화 보급할 수 있게 되었다. 1997년부터는 액체종균 접종에 의한 톱밥재배 연구도 활발히 추진되고 있다. 최근에는 다량의 중국산 톱밥배지가 수입되어 표고를 생산하다보니 굳건했던 표고 원목재배 시장을 위협하고 있다.

우리나라의 표고재배 기술에 대한 연구는 현재 국립산림과학원, 산림버섯연구센터, 충북대학교, 몇몇 도 산림환경연구소에서 이루어지고 있고, 다른 나라보다 표고재배 연구 역사가 깊고, 또한 그 동안 재배자 및 연구기관의 부단한 노력으로 많은 발전을 이루어 왔다. 그러나 가까운 일본이나 중국 등에 비하면 연구기관의 수도 적고, 연구인력 및 장비 등에 있어서 매우 열악한 실정이다. 국제 경쟁력에 앞서기 위해서는 연구의 선진화가 가장 주요한 과제이므로 연구 인력, 자재, 예산의 확충 등 이에 대한 대책이 필요하다.



제2장

표고버섯의 자원수집



국립산림과학원

National Institute of Forest Science

이 문서에 대한 소유권은 국립산림과학원에 있으며, 동의 없이 수정, 변경 및 인쇄할 수 없습니다.

제2장 표고버섯의 자원수집

2.1 표고버섯을 수집하기 전에 알아야 할 것들

표고버섯은 우리산야에 널리 분포하고 있는 버섯이지만 아무 때나 수집하러 간다고 해서 항상 수집할 수 있는 것은 아니다. 표고버섯을 수집하려면 기본적으로 표고가 어떻게 생겼는지, 언제 어디에서 볼 수 있는지 아는 것이 필요하다.

가. 표고버섯은 어떻게 생겼나?

표고버섯은 보통 아래 사진에서 보는 것과 같이 우리가 버섯을 떠올리면 머릿속에 떠오르는 기본적인 버섯의 형태를 지니고 있다. 갓은 편평형~중양볼록형으로 지름은 5~10cm 크기이다. 갓 표면은 갈색을 띠는데 수분을 많이 흡수하면 색이 진해진다. 갓 표면에는 비늘모양의 인편이 있는 경우가 많고, 갓의 밑면에는 주름살이 있다. 대는 백색에서 연한 갈색을 띄며 길이는 3~6cm 정도이다.

표고버섯 실물을 본적이 없다면 요즘에는 시장에서 1년 내내 표고버섯을 판매하고 있기 때문에 표고버섯이 어떻게 생겼는지 실제 수집을 하러 가기 전에 확인을 하고 가도록 하자.



〈그림 2-1〉 원목에서 발생한 표고 윗면과 아랫면

나. 표고는 어디에서 볼 수 있나?

표고버섯은 우리나라 전역에 널리 분포한다. 국립산림과학원에서 조사한 자료에 따르면 표고버섯은 강원도 설악산, 오대산, 가리왕산, 중왕산, 충청북도 속리산, 전라북도 덕유산, 전라남도 지리산, 제주도 한라산 등지에서 확인된 바 있다.

다. 표고버섯은 어디에서 자라나?

표고버섯은 목재를 분해시켜 나오는 영양분을 이용하여 자라는 버섯으로 살아있는 나무가 아닌 죽은 나무에서만 발생한다. 그리고 얇은 나뭇가지보다는 굵은 나무줄기에서 발생한다. 일반적으로 표고버섯을 원목재배할 때에는 상수리나무나 신갈나무 등 참나무를 사용하는데 실제로 표고버섯이 참나무에서만 자랄 수 있는 것은 아니며, 밤나무, 단풍나무, 너도밤나무, 서어나무 등 다양한 활엽수에서 서식한다.

라. 표고버섯은 언제 수집하러 가야 하나?

현재는 재배를 통해 1년 내내 시장에서 표고버섯을 볼 수 있지만 자연상태에서는 언제나 볼 수 있는 것은 아니다. 일반적인 표고균의 생장온도는 5~32°C이며, 32°C 이상에서는 표고균의 생장이 정지된다. 표고버섯이 발생하기 위해서는 온도, 수분, 빛 충격이 필요한데, 버섯을 만들 정도로 충분히 자란 표고균은 8~10°C 온도차에 의해 어린버섯을 만든다. 따라서 낮과 밤의 기온차가 큰 봄과 가을에 자연조건에서 표고를 관찰할 수 있다.

마. 그러면 봄, 가을에 산에 가면 표고버섯을 수집할 수 있나?

버섯은 일반적으로 수분을 많이 포함하고 있다. 이는 표고버섯도 마찬가지로 봄, 가을이라도 건조한 시기에 채집을 하러 가면 버섯을 발견하기 매우 어렵다. 또한 버섯이 발생하여도 1~2주가 지나면 버섯이 썩어 없어진다. 따라서 실제 버섯이 발생하는 시기에 맞추어 여러 번 수집을 하러 가는 것이 중요하다.

2.2 표고버섯 자원수집

가. 수집할 때 주의사항

표고버섯은 산에서 나는 나물, 약초 등과 같이 임산물에 속한다. 임산물을 산에서 채취하기 위해서는 산주의 허락을 받아야 한다. 산주 허락 없이 산림 내 임산물을 채취하면 불법이며, 국립공원과 국유림에서 허가 없이 임산물을 채취하면 7년 이하의 징역이나 2000만원 이하의 벌금에 처하게 되어 있다.

표고버섯을 수집하고 싶다면 꼭 사전에 수집허가를 받고 가자.

나. 수집에 필요한 것들

표고버섯을 수집하기 위해서는 몇 가지 준비물이 필요하다. 이는 일반적인 버섯 수집 시 필요한 것과 거의 동일하며, 필요시 다른 물품들을 추가로 가져가도 좋겠다.

복장 : 표고버섯 수집하기 위해서는 기본적으로 활동하기 편한 복장을 입는 것이 좋다. 일반적으로 산으로

표고버섯 수집을 하러 가는 경우가 많기 때문에 등산 복장을 입는 것도 좋다.

등산화 : 산길을 오르내리다 미끄러지게 되면 다칠 염려가 있기 때문에 부상을 예방하기 위해서는 등산화를 착용해야 한다.

수집용기 : 버섯을 온전한 형태로 담아갈 수 있는 것이라면 어떠한 것이라도 좋다. 단, 추후 균주분리를 하려면 버섯을 최대한 이물질에 오염이 되지 않도록 해야 하기 때문에 용기는 가능하면 깨끗한 것을 사용하는 것이 좋다.

필기도구 : 표고버섯 신품종을 개발하여 품종보호출원을 할 때 출원품종의 육성과정을 적도록 되어있으며 이를 위해 채집한 버섯은 언제 어디에서 수집을 했는지 기록을 해 두는 것이 좋다.

요즘에는 휴대폰으로 사진을 찍는 것이 보편화되어있는데, 휴대폰 사진을 찍으면 사진에 찍은 날짜, 시간, 위치정보가 같이 저장된다. 버섯을 수집하기 전에 사진을 찍어두자.



채집봉투



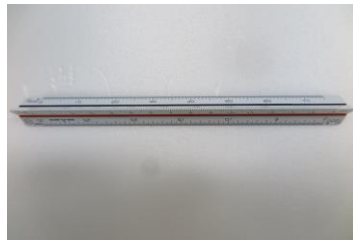
필기도구



장갑



GPS



자



코니칼튜브



비닐봉지



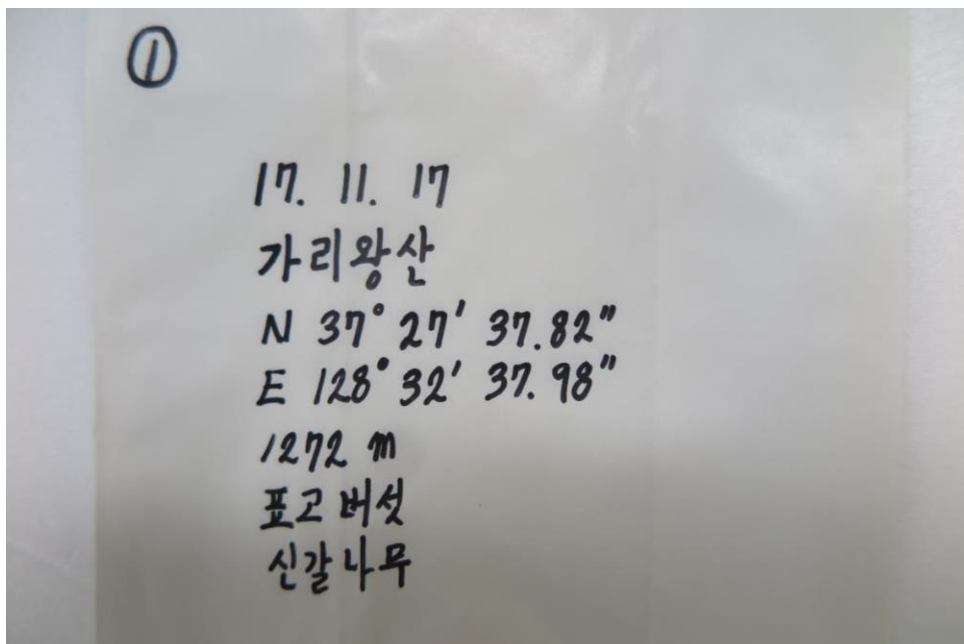
카메라



바구니

〈그림 2-2〉 일반적으로 이용하는 수집도구

그림에서 자는 버섯 사진을 찍을 때 실제 버섯의 크기를 기록하기 위함이며, 코니칼 튜브는 아주 작은 버섯을 채집할 때 수집용기로 이용된다.



〈그림 2-3〉 수집용기에 버섯정보 기록 요령

다. 수집방법

표고버섯은 나무표면에서 자라 올라온다. 버섯은 주름살이 있는 갓과 대 부분으로 구분되는데 수집할 때에는 나무 표면과 최대한 가까운 대 부분을 잡고 버섯을 떼면 버섯을 온전한 형태로 채집할 수 있다. 채집한 버섯은 용기에 담기 전 버섯에 붙어있는 이물질은 가능하면 다 떼고 넣는 것이 추후 균주 분리에 용이하다.

라. 수집한 표고버섯 보관

수집한 표고버섯은 시간이 지날수록 부패하기 때문에 가능하면 채집한 날 바로 균주분리에 이용하는 것이 좋다. 여의치 않으면 균주분리를 시도할 때까지 냉장보관을 해야 한다.



국립산림과학원

National Institute of Forest Science

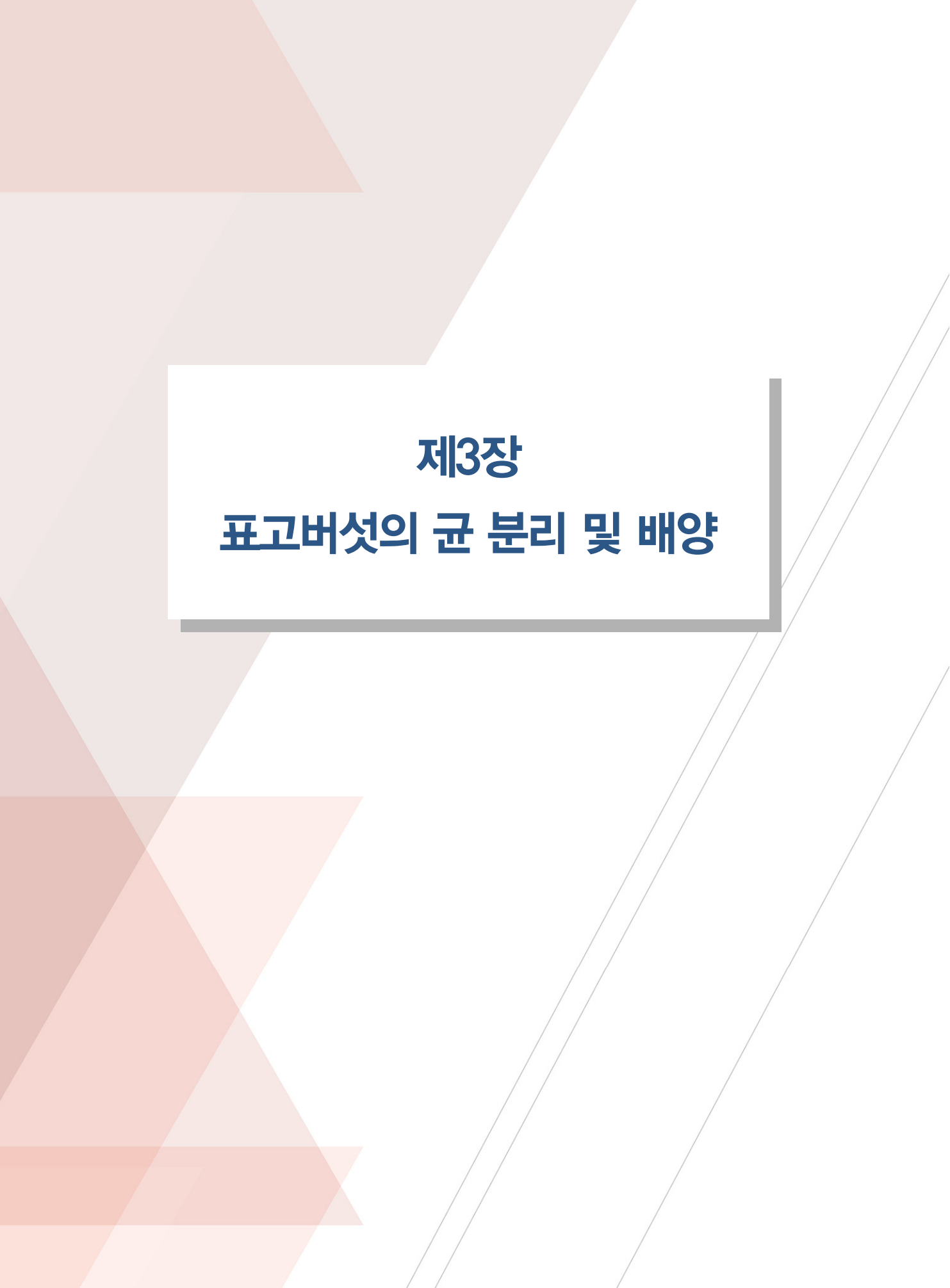
이 문서에 대한 소유권은 국립산림과학원에 있으며, 동의 없이 수정, 변경 및 인쇄할 수 없습니다.



국립산림과학원

National Institute of Forest Science

이 문서에 대한 소유권은 국립산림과학원에 있으며, 동의 없이 수정, 변경 및 인쇄할 수 없습니다.



제3장

표고버섯의 균 분리 및 배양



국립산림과학원

National Institute of Forest Science

이 문서에 대한 소유권은 국립산림과학원에 있으며, 동의 없이 수정, 변경 및 인쇄할 수 없습니다.

3.1. 표고버섯의 단포자 분리

포자를 배지에 직접 낙하시켜 단포자를 분리하는 방법에서 포자의 낙하시간은 버섯의 종류와 성숙정도에 따라 다르며, 보통은 2시간 정도면 충분하다. 또한 다른 잡균의 오염을 방지하기 위해서는 짧은시간 동안 포자를 낙하시키는 것이 좋다.

가. 필요한 재료 : 포자분리를 하고자 하는 표고버섯 자실체, 자실체를 받힐 나무막대, 감자한천 배지(PDA), 90mm 펠트리 접시, 파라필름 또는 비닐랩, 100% 알코올을 넣은 알코올램프, 파이펫, 파이펫팁, 멸균수, 삼각대, 윤성펜, 포자를 받을 용기



〈그림 3-1〉 버섯 포자 분리의 준비

나. 관련 장비: 멸균기, 무균작업대, 온도조절이 가능한 인큐베이터(4~25°C)



멸균기



무균작업대

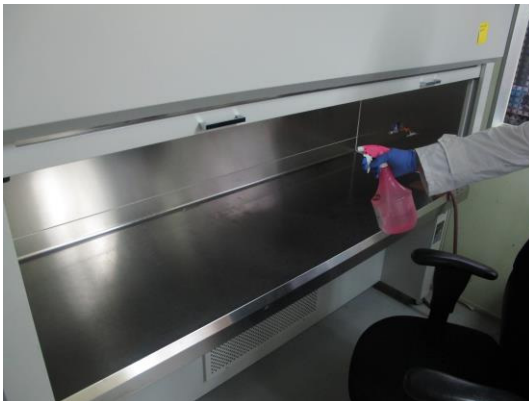


인큐베이터

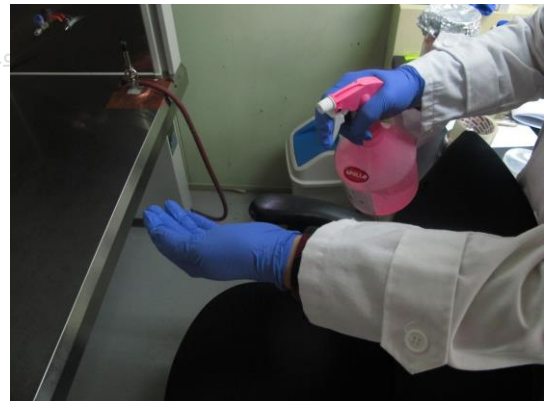
〈그림 3-2〉 관련 장비

다. 실험 환경 조성하기: 포자를 받는 것은 가능하면 무균상태에서 진행하는 것이 좋다. 일반적으로 무균작업대에서 작업을 함으로써 무균상태를 유지할 수 있는데 여의치 않다면 일반작업대에서 수행할 수 있다. 작업대는 실험 전 오염원을 줄이기 위해 70% 알코올을 뿌리고 휴지로 닦는다. 이 이후부터는 무균상태인 작업공간 안에서 실험을 실시한다. 작업을 하기 전 손도 70% 알코올 이용하여 소독을 실시한다.

국립산림과학원
National Institute of Forest Science



무균대 소독



손소독

〈그림 3-3〉 실험환경 조성하기

라. 멸균수 만들기: 멸균수는 보통 증류수를 멸균하여 만드는데, 증류수는 증류장치를 이용하거나 시중에 파는 증류수를 이용할 수 있다. 증류수를 삼각플라스크나 다른 멸균기에 사용가능한 유리병에 넣는다. 마개는 삼각플라스크의 경우 은박지를 이용하여 덮고, 유리병의 경우 마개를

이용할 수 있는데 이 때 마개를 꼭 잠그지 않도록 한다. 꼭 잠그면 멸균 과정에서 유리병이 깨질 우려가 있다. 멸균 후 증류수를 식혀 이용한다.



〈그림 3-4〉 증류수 멸균 요령

마. 파이펫 팁 멸균 및 사용법

파이펫 팁 멸균하기: 파이펫 팁은 보통 팁 통에 꽂아 사용하는데 이렇게 파이펫 팁이 들어있는 팁 통을 은박지로 꼼꼼히 감싼 다음 멸균기를 이용하여 멸균시킨다. 은박지로 꼼꼼히 감싸는 이유는 내부로 수분이 들어가지 않게 하기 위함이다.



〈그림 3-5〉 파이펫 팁 멸균 요령

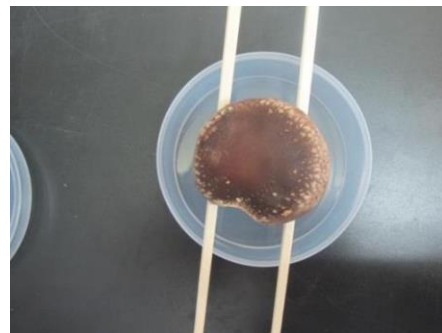
바. 단포자 분리 방법

National Institute of Forest Science

갓이 70~80% 벌어지기 직전의 생육 및 형태가 양호한 자실체를 선발한 후 대를 제외한 갓 부분만 절단한다. 멸균된 용기의 뚜껑을 열고 나무막대를 양쪽에 받쳐 놓는다. 절단된 갓을 주름이 아래쪽으로 향하게 올려놓은 후 공기유동을 방지하기 위해 뚜껑을 살짝 덮어준다. 이때 버섯의 갓이 바닥에 닿지 않도록 한다. 오염원의 접근을 방지하고 온도 15~20℃에서 일정 시간동안 포자를 낙하시킨다.



갓의 절단



자실체 올려놓기

〈그림 3-6〉 표고버섯 자실체의 포자 받기

받아진 포자를 접종하기 위한 감자한천배지(PDA 배지)를 제조한다.

사. PDA 배지의 제조

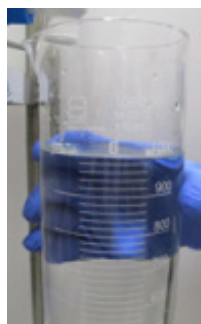
〈표 3-1〉 PDA 배지의 종류 및 조성

Potato Dextrose Agar(PDA)	권장량 39g/1L
Potato Starch	4.0g
Dextrose	20.0g
Agar	15.0g

Potato Dextrose Agar (PDA)는 Difco사의 상용배지로 제조사의 권장 사용량(39 g / 1 L)에 따라 제조하였다. 증류수 1 L의 정량을 맞추기 위해 메스실린더를 사용하였다. 메스실린더는 수평한 곳에 똑바로 세우고 증류수를 넣은 다음 액면과 일치하는 눈금을 읽는다. 저울을 이용하여 39 g 의 PDA를 취한다. 저울을 키고 영점을 맞춘 후 플라스틱 평량디쉬를 놓는다. 다시 한번 영점을 맞추고 시약수저를 이용하여 PDA 39 g을 플라스틱 평량디쉬 위에 놓는다. 메스실린더의 증류수를 비커에 일부 넣어준 뒤 PDA 파우더가 증류수에 녹을 수 있도록 저어준다. 비커의 눈금 1L에 액면이 일치하도록 증류수를 첨가하여 맞춰준다. 배지가 완전히 녹을 수 있도록 저어준다.



① 준비물: 배지(PDA), 비커, 메스실린더, 시약수저



② 메스실린더에 증류수 1L를 채워 넣는다.



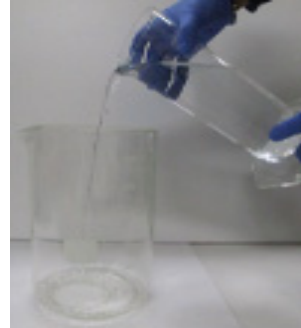
③ 저울을 켜다.(ON)



- ④ 저울 위에 플라스틱
평량디쉬를 놓고,
저울 무게를
0점으로 맞춘다,



- ⑤ 시약수저를 이용하여
PDA(39 g / 1 L)를
플라스틱 평량디쉬 위에
놓는다.



- ⑥ 메스실린더에 채워 넣은
증류수 일부를 비커에
넣는다.



- ⑦ 플라스틱 평량디쉬에 놓인
PDA를 조심스럽게 비커에
넣어준다.



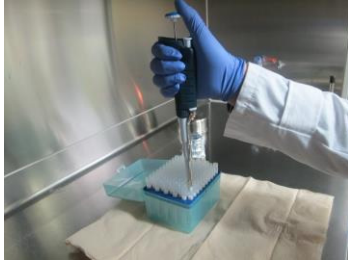
- ⑧ 배지가 증류수에 녹을 수
있게 저어준다.



- ⑨ 비커의 눈금 1000(1L)에
액면이 일치하도록 증류수를
첨가하여 맞춰준다.

〈그림 3-7〉 PDA 배지의 제작

포자를 낙하시킨 후 포자의 양에 따라 현미경상에 1개~2개 정도의 포자가 관찰될 수 있도록 희석배수를 조정해주며, 희석한 포자 현탁액을 PDA를 페트리디시에 파이펫을 이용하여 200 μ l씩 분주하고 삼각대를 이용하여 도말한다. 도말한 배지는 뚜껑을 덮어 파라필름을 이용하여 밀봉한 후, 25℃ 항온기에서 배양한다.



① 파이펫에 팁을 꽂는다.



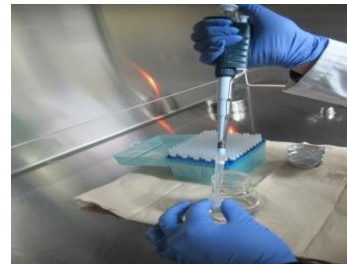
② 위에 레버를 엄지손가락으로 누른 후 팁을 증류수 안으로 넣는다.



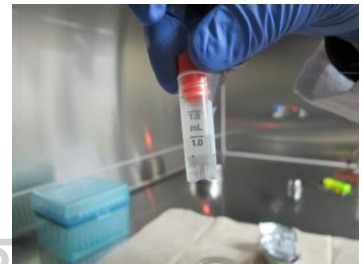
③ 엄지손가락을 천천히 떼면 증류수가 팁 안으로 들어온다.



④ 그림과 같이 증류수가 팁 안에 들어있다.



⑤ 바이알에 팁을 넣고 다시 위에 레버를 천천히 누른다.



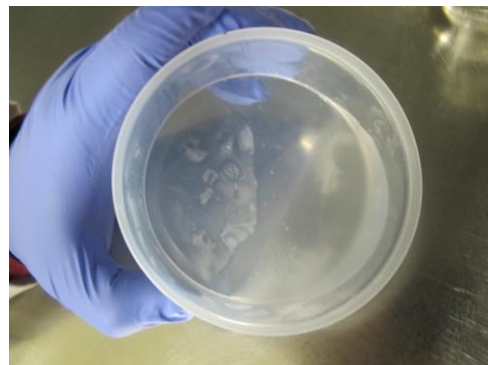
⑥ 바이알로 증류수를 넣고 마개로 잠근다.

이 문서에 대한 소유권은 국립산림과학원에 있으며, 이 문서의 내용을 변경 및 인쇄할 수 없습니다.

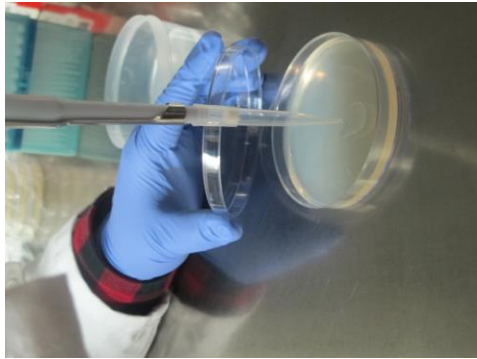
〈그림 3-8〉 파이펫 이용 요령



멸균수를 이용한 포자의 희석



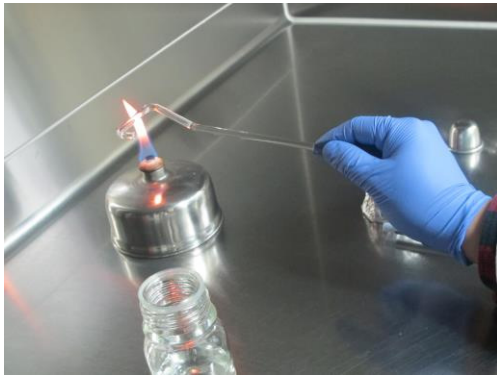
희석한 포자 현탁액



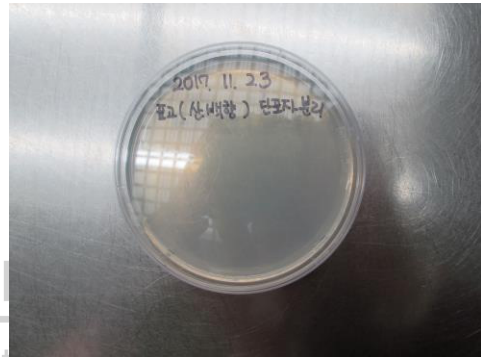
포자현탁액의 분주



분주된 포자 현탁액



도말 전 삼각대 멸균



도말 후 밀봉을 마친 배지



항온기에서 배양

〈그림 3-9〉 단포자 분리

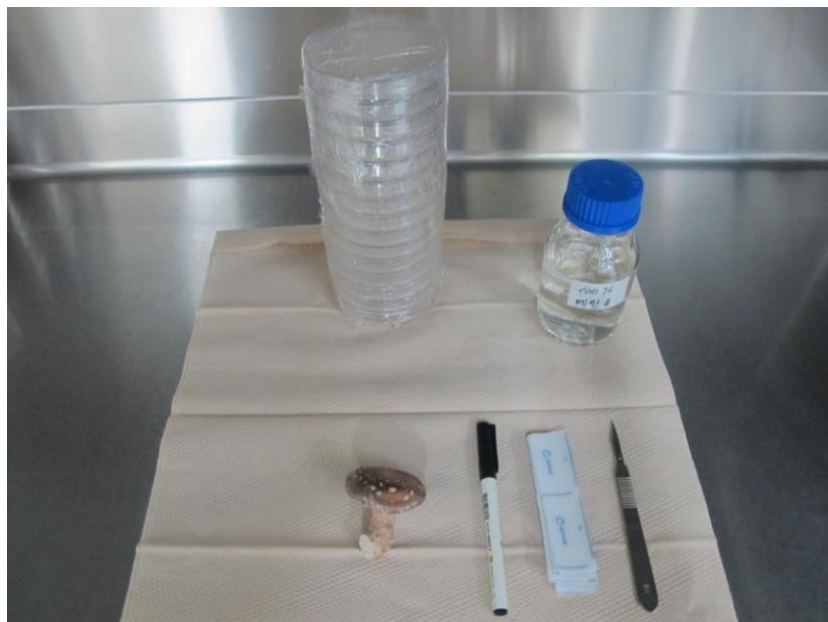
3.2 표고버섯의 조직분리

버섯의 균사체는 영양 번식에 의해 증식하나 균사 세포의 분열의 경우 보통 분열에 의해 나오는 세포는 모세포와 유전적 구조는 동일하나 유전자 돌연변이에 의해 변이가 나올 경우도 있다. 버섯의 육종법으로 재배 과정에서 나온 형질이 좋은 자실체를 조직배양하거나, 조건이 다른 환경이나 지역에서 재배한 자실체에서 조직배양한 균주를 선발 육성하는 것이 이루어지고 있다.

자실체의 조직 내부는 잡균의 오염이 적다. 표고버섯 조직의 순수분리를 위해서는 갓과 대가 만나는 부분의 조직을 떼어내어야 한다. 자실체에서 순수분리한 조직은 자실체와 유전적 형질이 동일한 특성(2n)을 유지하므로 원균으로 사용하기에 적합하다. 조직분리에 적합한 재배버섯은 자실체의 크기가 대형이고 육질이 많은 버섯들이 이용된다.

가. 필요한 재료: 조직분리를 하고자 하는 표고버섯 자실체, 감자한천배지(PDA), 파라필름 또는 비닐 랩, 수술용 메스, 100% 알코올을 넣은 알코올램프, 유성펜.

나. 관련 장비: 멸균기, 무균작업대, 온도조절이 가능한 인큐베이터(4~25℃)



〈그림 3-10〉 조직분리의 준비

가능하면 어리고 신선하며, 병해충의 피해가 없는 자실체를 선택한다. 무균상태에서 버섯을 쪼갬 후 살균한 메스를 이용하여 갓과 대가 연결되어 있는 두꺼운 부분의 내부조직을 사방 3x5mm, 두께 2~3mm 정도 크기로 절단한다(□자 모양으로 먼저 칼집을 내어준 후 접종기구를 이용하여 조직절편을 떼어내어야 한다). 멸균한 수술용메스나 백금으로 페트리디시의 정가운데에 접종한 다음 파라필름등을 이용하여 밀봉한다. 20~25℃에서 2~3cm 정도 균사가 자랐을 때 새로운 배지에 2~3회 계대배양하여 70~80% 자랐을 때 유산지로 밀봉한 후 4℃ 정도의 어두운 장소에 보존한다.



자실체의 절단



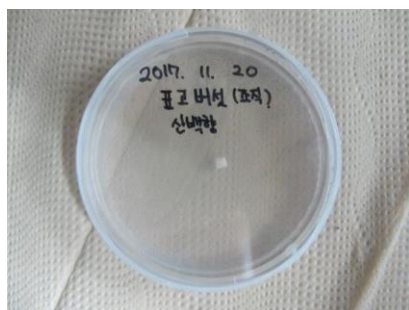
조직의 분리



분리한 조직의 접종



파라필름을 이용한 배지의 밀봉



배지에 이름 기입



항온기에서의 배양

〈그림 3-11〉 표고버섯 조직분리

3.3 종균병 접종 및 배양(톱밥종균제조)

표고버섯 재배시 접종원으로 이용되는 종균병은 주로 참나무 톱밥을 이용하며, 부재료(영양원)로는 미강 또는 밀기울을 주로 혼합한다. 제작한 종균용 톱밥배지에는 재배에 사용되는 원균을 접종하여 배양하며, 배양이 완료된 종균용 톱밥배지는 성형종균 제작 및 톱밥배지 접종시에 접종원으로 사용된다.

가. 필요한 재료: 참나무톱밥(1~3mm), 미강 또는 밀기울, 물, 종균병(1000cc), 필터가 부착된 종균병 마개, 접종에 사용할 표고 균주, 수술용 메스, 100% 알코올을 넣은 알코올램프, 유성펜.



〈그림 3-12〉 종균병 제작에 사용되는 재료. 좌(참나무톱밥) 우(밀기울). 가운데(종균병)

나. 배지재료 준비: 톱밥종균은 종균의 주재료가 톱밥으로 여기에 질소원인 미강을 혼합한 것을 말한다. 톱밥은 3~5mm 정도의 크기로 된 체로 쳐서 덩어리가 큰 것을 제거해야 한다.

다. 재료배합: 참나무 톱밥과 밀기울을 4:1의 무게 비율로 혼합하여 준다. 혼합한 재료에 물을 넣어준다. 물의 양은 톱밥의 양과 동일한 부피비로 넣어주며, 혼합하면서 톱밥배지 내의 수분량을 맞춰준다. 배지 내의 함수율은 60~65% 이내로 조절해주는 것이 좋는데, 혼합한 톱밥을 손에 쥐고 짤 때 손 틈으로 물이 약간 새어나오는 정도로 조절해준다.

라. 입병: 수분조절이 된 배지는 병이나 용기에 담는다. 배지량은 병당 650g 정도를 넣으며 중앙부위에 직경 1.5~2cm의 구멍을 뚫는다. 이유는 버섯균이 호기성이라 구멍으로 산소공급을

원할히 하여 균사생장을 촉진하기 위함이다. 병마개는 면전이 가장 좋으나 일의 능률을 위해 솜을 필터로 넣은 플라스틱 또는 고무마개를 사용한다. 이때 가능한 솜으로 막는 부위가 클수록 좋은데, 솜구멍이 작을수록 산소공급이 적어 균사생장이 느리게 된다.

마. 멸균: 멸균은 입병 후 곧바로 실시하는 것이 좋다. 왜냐하면 풍부한 영양과 수분이 잘 조절된 배지는 온도만 알맞으면 미생물이 잘 번식된다. 특히 온도가 높을수록 미생물 증식은 빠르다. 미생물이 번식되면 배지의 산도가 대부분 낮아지며, 멸균하더라도 미생물의 독소가 남을 가능성이 높다. 따라서 여름철에는 주의하여야 한다. 1000mL 병의 600g 배지를 기준으로 하여 살균기가 100병 이하짜리 용량은 121℃(1.1kg/cm³)에서 90분 살균이면 멸균이 가능하다. 용량이 큰 대형 살균기일수록 시간을 길게 하여야 한다. 입봉한 종균병은 고압증기멸균기에 넣어 멸균을 진행한다. 멸균은 100℃에서 60분간 1차 멸균, 121℃에서 90분간 2차 멸균을 진행한다. 멸균이 끝난 배지는 냉각을 시켜준다.



톱밥과 밀기울의 혼합



물 첨가



혼합 후 함수율 측정



톱밥배지가 담긴 종균병



멸균기에 담긴 종균병



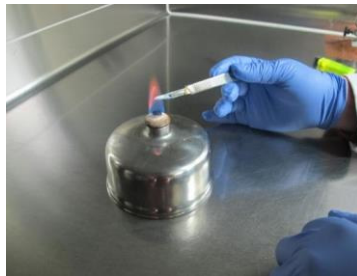
멸균 후 냉각중인 종균병

〈그림 3-13〉 종균병 제작

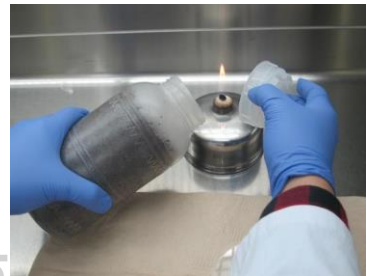
바. 접종 및 배양: 종균 접종실은 항상 깨끗하고 다른 미생물이 잘 증식되지 않는 조건을 유지해야 한다. 따라서 사람이 사용하지 않을 때는 15℃ 이하로 유지하고 습도는 적어도 70% 이하라야 안전하다. 그리고 공기의 유동이 필터를 통해서 들어오는 장치가 이루어져야 무균실로 유지될 수 있다. 또한 자외선으로 방안을 항상 살균할 수 있는 장치가 되어야 한다. 현재는 대량생산을 위하여 자동접종기로 접종한다. 자동접종기를 사용할때는 수작업보다 오염될 가능성이 높으므로 무균실의 청결을 유지하여야 한다. 종균병의 입구를 멸균 해준 뒤, 멸균한 수술용 메스나 백금이를 이용해 표고버섯 균주를 접종한 뒤, 25℃ 배양실에서 배양하여 접종원으로 이용한다.



종균병 접종 준비



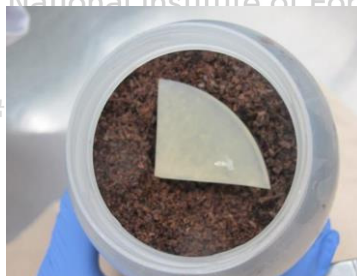
메스 멸균



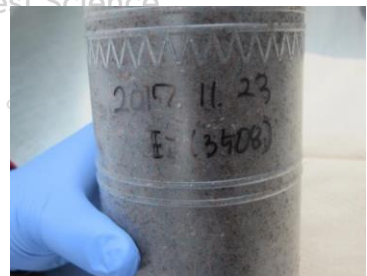
종균병 입구 멸균



접종균주 확인



균주 접종



종균병 이름 기입



배양실에서 배양

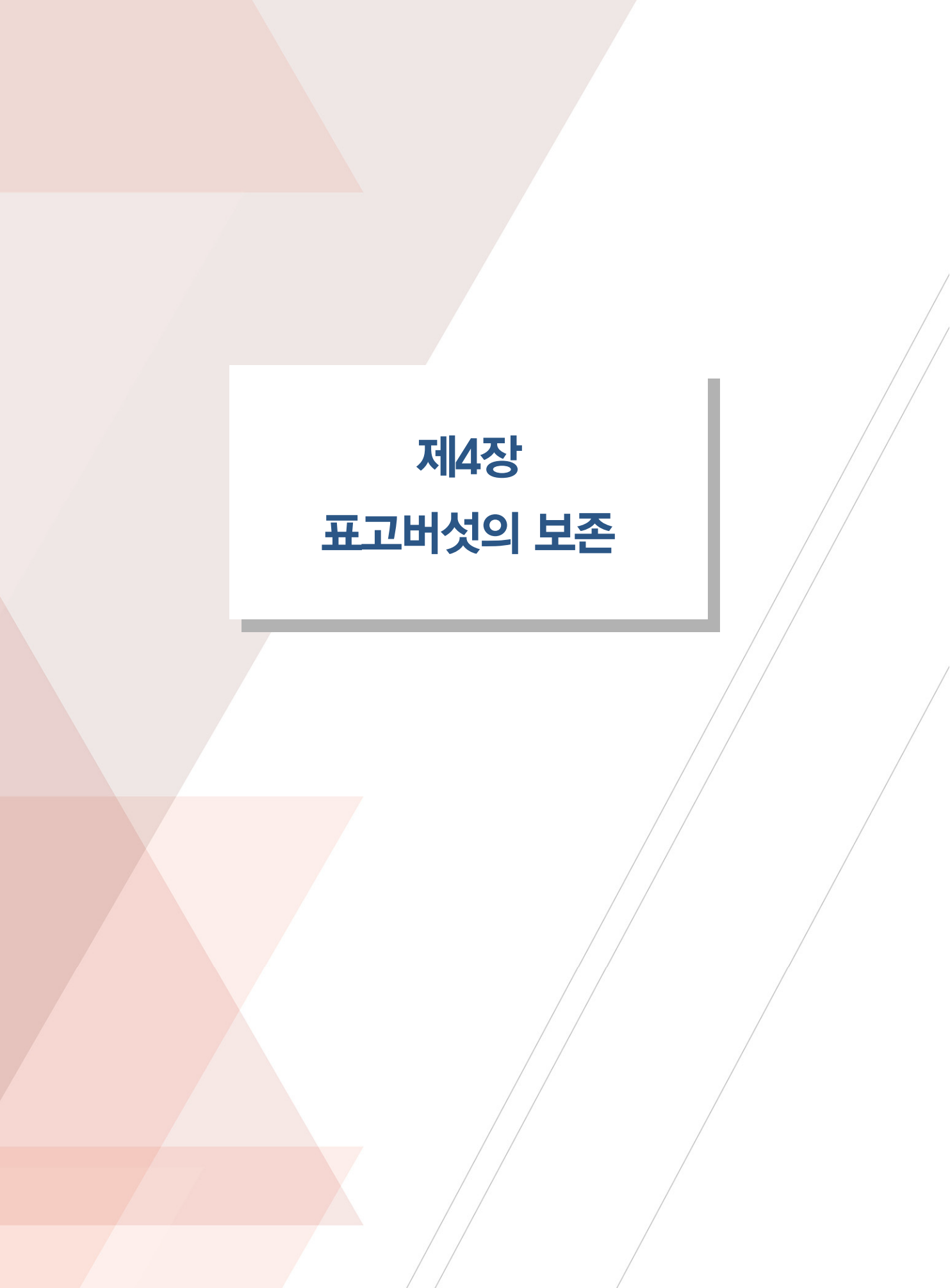
〈그림 3-14〉 종균병에 균주 접종



국립산림과학원

National Institute of Forest Science

이 문서에 대한 소유권은 국립산림과학원에 있으며, 동의 없이 수정, 변경 및 인쇄할 수 없습니다.



제4장

표고버섯의 보존



국립산림과학원

National Institute of Forest Science

이 문서에 대한 소유권은 국립산림과학원에 있으며, 동의 없이 수정, 변경 및 인쇄할 수 없습니다.

제4장 표고버섯 균주 보존

균주를 보존하는 방법에는 보존하고자 하는 기간에 따라 다양한 방법이 있다. 여기에서는 단기적으로 보존할 수 있는 방법을 자세히 설명하고, 장기보존법에 대해서도 언급하고자 한다.

4.1 단기보존법

가. 페트리 접시에서의 보존법

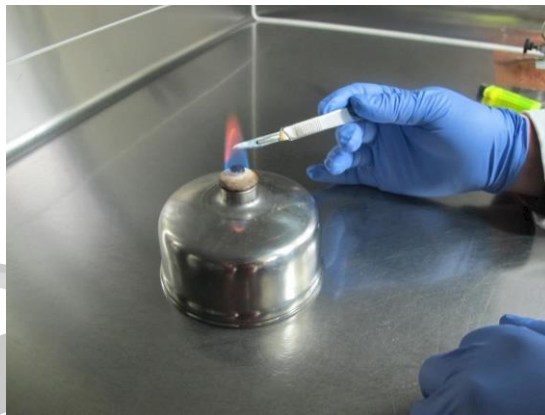
페트리 접시에 감자한천배지(PDA)를 넣어 만든 배양배지는 균주를 분리하고 배양하는데 기본적으로 이용된다. 이 배지를 이용하면 수개월 정도 균주를 보관하는데 유용하며 장기적인 보존에는 적당하지 않다. 균주를 다른 보존방법으로 보존하기 어려울 때 이 방법을 이용하는 것이 좋다.

National Institute of Forest Science

- (1) 필요한 재료: 보존하고자 하는 표고버섯 균, 감자한천배지(PDA), 90 mm 페트리 접시, 파라필름 또는 비닐랩, 수술용 메스, 100% 알코올을 넣은 알코올램프, 70% 알코올을 넣은 분무기, 휴지, 유성펜
- (2) 관련 장비: 멸균기, 무균작업대, 온도조절이 가능한 인큐베이터(4~25°C)
- (3) 보존방법
 - (가) 감자한천배지 만들기: 감자한천배지 만드는 방법은 29페이지에 있는 표고버섯 균 분리 및 배양할 때 배지 만든 방법과 동일하다.
 - (나) 실험 환경 조성하기: 감자한천 배지를 만들고 표고버섯 균을 새로운 감자한천배지로 옮기는 것은 가능하면 무균상태에서 진행하는 것이 좋다. 일반적으로 무균작업대에서 작업을 함으로써 무균상태를 유지할 수 있는데 여의치 않다면 일반작업대에서 수행할 수 있다. 작업대는 실험 전 오염원을 줄이기 위해 70% 알코올을 뿌리고 휴지로 닦는다. 일반작업대를 이용한다면

작업공간을 무균상태로 만들기 위해 알콜램프를 작업공간 양 옆으로 놓고 불을 붙여두는 것이 좋다. 이 이후부터는 무균상태인 작업공간 안에서 실험을 실시한다. 작업을 하기 전 손도 70% 알콜을 이용하여 소독을 실시한다.

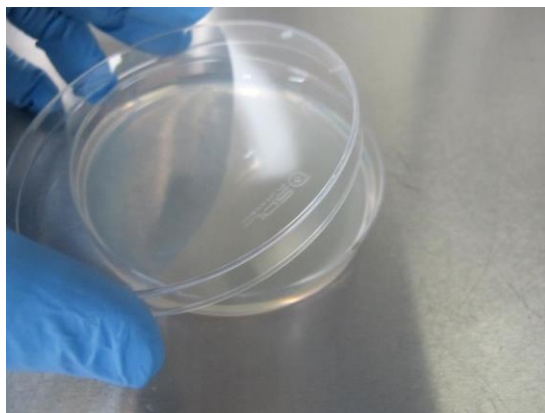
(다) 표고버섯 균을 감자한천배지로 옮기기: 먼저 보존하고자 하는 표고버섯균이 들어있는 용기 겉면을 70% 알콜로 소독한다. 수술용 메스를 쥐고 메스 날 부분을 알콜램프의 화염으로 약 3~4초간 달군 후 약 20초간 식힌다. 이는 메스 날에 붙어있을지 모르는 잡균에 의한 오염을 방지하기 위함이다. 메스 날이 뜨거우면 옮기고자 하는 표고균이 사멸할 수 있어 주의가 필요하다.



〈그림 4-1〉 메스 화염멸균

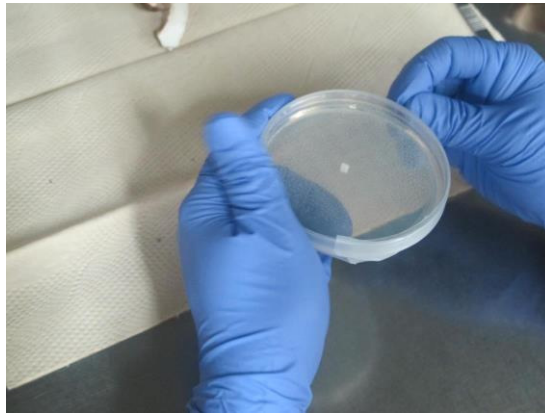
이 문서에 대한 소유권은 국립산림과학원에 있으며, 동의 없이 수정, 변경 및 인쇄할 수 없습니다.

메스 날이 충분히 식었으면 보존하고자 하는 표고버섯 균의 일부를 (가로, 세로, 높이 약 5 mm) 메스로 자른다음, 메스를 이용하여 새로운 감자한천배지 한가운데에 놓는다. 이 때 페트리접시는 작게 열어 공기 접촉을 최소화한다.



〈그림 4-2〉 표고버섯 균 옮길 때 페트리 접시 여는 요령

페트리접시 안에 표고버섯 균을 옮겨놓았으면 배지 건조와 오염을 방지하기 위해 테두리를 파라필름 혹은 비닐랩으로 감는다. 이 때 옮겨놓은 표고버섯 균이 움직이지 않도록 주의한다. 페트리 접시 표면에는 접종한 균 이름, 접종 날짜 등을 적어둔다.

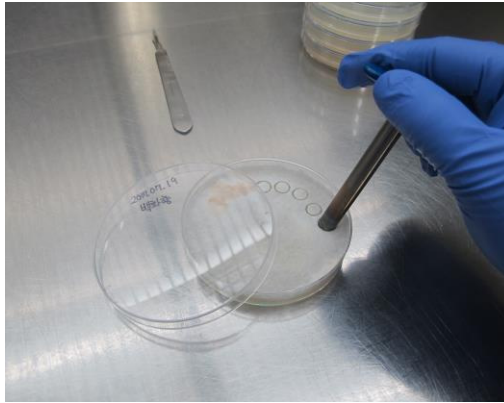


〈그림 4-3〉 페트리 접시 테두리를 파라필름 혹은 비닐랩으로 감는 요령



〈그림 4-4〉 페트리 접시에 이름 적는 요령

이렇게 접종이 완료된 배지는 25℃ 인큐베이터에 넣어 배양한다. 균이 배지의 2/3 정도까지 자라면 배지를 4℃ 인큐베이터에 넣어 보관한다. 이렇게 보관한 균은 수개월마다 동일한 방법으로 새로운 배지에 옮겨주면 된다. 새로운 배지로 옮길 때는 최외각에 있는 표고버섯 균사를 사용한다. 앞서 서술했던 것처럼 이 방법은 균을 단기간 보존하려고 할 때 유용하며, 배양을 오래 지속하면 균의 활력이 떨어질 수 있다.



균사체 디스크 만들기



균주 접종

〈그림 4-5〉 계대 배양

나. 시험관에서서의 보존법

시험관에 감자한천배지(PDA)를 넣어 만든 배양배지는 균주를 보존하는데 기본적으로 이용된다. 시험관을 이용하면 페트리 접시를 이용할 때보다 배지가 좀 더 오래가며, 오염률이 낮은 장점이 있다. 그러나 이 배지 역시 수개월~1년 정도 균주를 보관하는데 유용하며 장기적인 보존에는 적당하지 않다.

- (1) 필요한 재료: 보존하고자 하는 표고버섯 균, 감자한천배지(PDA), 시험관, 시험관 구경에 맞는 시험관마개(실리스토퍼), 코르크보러, 루프 또는 니들, 100% 알콜을 넣은 알콜램프, 70% 알콜을 넣은 분무기, 휴지, 유성펜



〈그림 4-6〉 필요한 재료 사진

(2) 관련 장비: 멸균기, 무균작업대, 온도조절이 가능한 인큐베이터(4~25°C)

(3) 보존방법

(가) 감자한천배지 만들기: 감자한천배지 만드는 방법은 표고버섯 균 분리 및 배양할 때 배지 만든 방법과 동일하다. 다만 만든 배지를 펄트리 접시 대신 시험관에 넣고 굳히는 것이 다르다. 이를 위해서 시험관과 시험관마개를 따로따로 멸균기를 이용하여 멸균하는 과정이 필요하다. 시험관은 입구부분을 은박지로 덮어 멸균기에 넣고, 시험관마개는 은박지로 밀봉 후 멸균기에 넣어 멸균을 실시한다.



〈그림 4-7〉 시험관과 시험관 마개 멸균 요령

이 문서에 대한 소유권은 국립산림과학원에 있으며, 동의 없이 수정, 변경 및 인쇄할 수 없습니다.

(나) 실험 환경 조성하기: 시험관 배지를 만들고 표고버섯 균을 접종하는 것은 무균상태에서 진행하는 것이 좋다. 일반적으로 무균작업대에서 작업을 함으로써 무균상태를 유지할 수 있는데 여의치 않다면 일반작업대에서 수행할 수 있다. 작업대는 실험 전 오염원을 줄이기 위해 70% 알코올을 뿌리고 휴지로 닦는다. 일반작업대를 이용한다면 작업공간을 무균상태로 만들기 위해 알콜램프를 작업공간 양 옆으로 놓고 불을 붙여두는 것이 좋다. 이 이후부터는 무균상태인 작업공간 안에서 실험을 실시한다. 작업을 하기 전 손도 70% 알코올을 이용하여 소독을 실시한다.

(다) 멸균이 완료된 배지와 시험관과 시험관 마개를 작업대로 가져온다. 작업대로 가져올 때 배지, 시험관, 시험관 마개 겉을 70% 알코올로 소독한다. 시험관 입구를 막고 있는 은박지를 제거하고 각각의 시험관에 배지를 붓는다. 붓는 양은 대략 50 ml이 되게 한다. 배지를 붓고 나면 시험관 마개를 은박지에서 꺼내 각각의 시험관을 막는다. 이 때 시험관 안으로

들어가는 마개부분을 손으로 만지지 않도록 주의한다. 손으로 만졌다면 그 부분으로 알콜램프를 이용하여 화염멸균한다. 화염멸균은 시험관 마개 윗부분을 잡고 손이 닿은 아랫부분을 돌려주면서 불꽃 가장자리에 약 3~4초간 화염멸균시키면 된다.

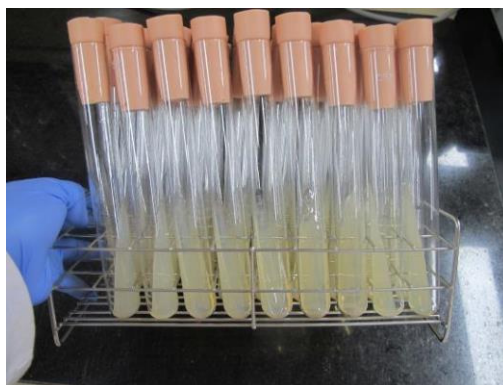


〈그림 4-8〉 시험관 마개 화염멸균 요령

시험관에 배지를 넣고 마개로 막은 다음 배지가 굳기 전에 시험관을 받침대를 이용하여 기울여놓는다. 이렇게 하면 배지가 굳은 후 시험관을 세웠을 때 시험관 내에 배지가 수평이 아니라 사선으로 들어있게 된다. 이는 시험관에 들어있는 배지의 표면적을 넓히기 위함이다. 시험관 받침대로는 시험관을 기울여 놓을 수 있는 것이라면 어떤 것이든 쓸 수 있다. 다만 기울이는 각도를 그림과 같이 하여 배지가 굳을 수 있도록 한다. 배지는 상온에서 하루정도 굳힌다.



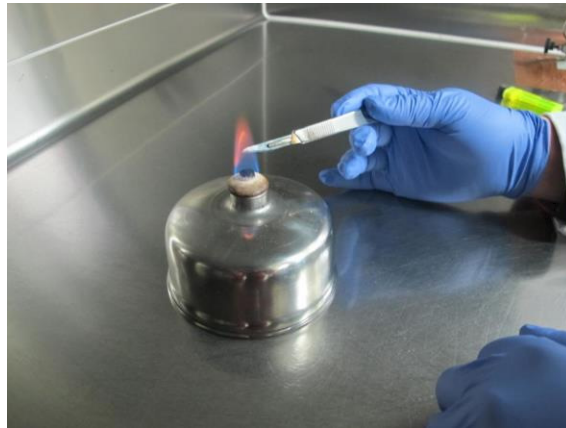
사선으로 배지 굳히는 요령



만들어진 배지

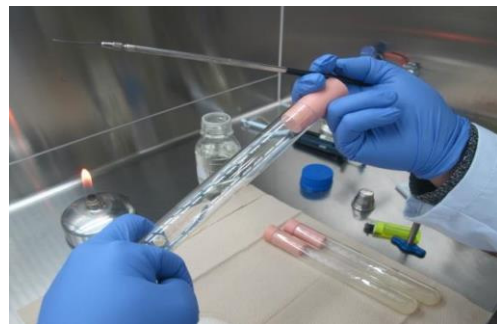
〈그림 4-9〉 사선으로 배지 굳히는 요령과 만들어진 배지

- (라) 표고버섯 균을 시험관배지로 옮기기: 보존하고자 하는 표고버섯균이 들어있는 용기 겉면을 70% 알콜로 소독한다. 수술용 메스를 쥐고 메스 날 부분을 알콜램프의 화염으로 약 3~4초간 달군 후 약 20초간 식힌다. 이는 메스 날에 붙어있을지 모르는 잡균에 의한 오염을 방지하기 위함이다. 메스 날이 뜨거우면 옮기고자 하는 표고균이 사멸할 수 있어 주의가 필요하다.



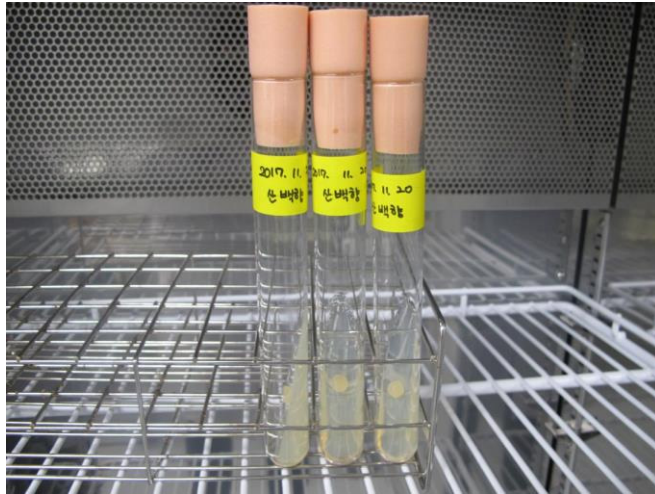
〈그림 4-10〉 메스 화염멸균

메스 날이 충분히 식었으면 보존하고자 하는 표고버섯 균의 일부를 (가로, 세로, 높이 약 5 mm) 메스로 자른 다음, 시험관 마개를 열고 메스를 이용하여 시험관 배지에 떨어뜨린다. 이 때 시험관 마개 아랫부분이 바닥에 닿지 않도록 한다. 이 부분은 다시 시험관 안으로 들어가야 하므로, 오염되지 않아야 하기 때문이다. 시험관 안에 메스로 자른 표고버섯 균을 넣는다(접종). 접종한 균이 시험관 벽이 아니라 배지로 잘 떨어졌는지 확인한 후 시험관 마개를 닫는다. 시험관 마개는 마개 윗부분을 잡고 아랫부분을 불꽃 가장자리에 약 3~4초간 화염멸균 시킨 후 이용한다. 시험관 표면에는 접종한 균 이름, 접종 날짜 등을 적어둔다.



〈그림 4-11〉 시험관에 균주 접종 요령

그림과 같이 시험관에 균주를 접종할 때 루프나 니들을 이용하면 원하는 곳에 표고버섯 균을 위치시킬 수 있다.



〈그림 4-12〉 시험관에 이름 적는 요령

이렇게 접종이 완료된 배지는 25℃ 인큐베이터에 넣어 배양한다. 균이 배지의 2/3 정도까지 자라면 배지를 4℃ 인큐베이터에 넣어 보관한다. 이렇게 보관한 균은 수개월~1년마다 동일한 방법으로 새로운 배지에 옮겨주면 된다.

이 문서에 대한 소유권은 국립산림과학원에 있으며, 동의 없이 수정, 변경 및 인쇄할 수 없습니다.



〈그림 4-13〉 균을 보존 중인 사면배지

새로운 배지로 균을 옮길 때는 루프나 니들을 화염멸균하여 사용한다. 앞서 서술했던 것처럼 이 방법은 균을 단기간 보존하려고 할 때 유용하며, 이러한 배양을 오래 지속하면 균의 활력이 떨어질 수 있다.

※ 위와 같은 방법을 응용하여 톱밥배지를 넣은 시험관이나 종균병 등을 이용하여 표고버섯 균을 보존할 수 있다. 그러나 이러한 방법들 역시 균을 단기간 보존하려고 할 때 유용하며, 이러한 배양을 오래 지속하면 균의 활력이 떨어질 수 있다.



톱밥배지 시험관에 균 접종

톱밥배지 시험관에서 균 배양

배양 완료된 톱밥배지

〈그림 4-14〉 톱밥배지를 넣은 시험관 또는 종균병을 이용한 보존

National Institute of Forest Science

다. 액체보존법

액체보존법은 페트리접시에 키운 표고버섯 균을 액체가 들어있는 바이알에 넣어 보존하는 방법이다. 이 방법을 이용하면 페트리 접시나 시험관 등을 이용하여 보존하는 것 보다 보존할 때는 불편하지만, 균을 바이알에서 꺼내 새로 키울 때는 더 간편한 장점이 있다. 또한 바이알이 다른 보존용기보다 크기가 작아 보관에 더 용이하고, 액체 내에 표고버섯 균을 보관하기 때문에 건조에 강하고, 물질대사 속도를 늦춰 균의 퇴화를 늦추는 장점이 있다.

- (1) 필요한 재료: 페트리접시에 키운 표고버섯 균, 바이알, 바이알 보관상자, 증류수, 삼각플라스틱, 코르크 보러 (Cork borer), 1 ml 파이펫, 1 ml 파이펫팁 100% 알코올을 넣은 알콜램프, 70% 알코올을 넣은 분무기, 휴지, 유성펜



〈그림 4-15〉 필요한 재료

(2) 관련 장비: 멸균기, 무균작업대, 온도조절이 가능한 인큐베이터(4°C) 혹은 냉장고

(3) 보존방법

(가) 멸균수 만들기: 멸균수는 보통 증류수를 멸균하여 만드는데, 증류수는 증류장치를 이용하여거나 시중에 파는 증류수를 이용할 수 있다. 증류수를 삼각플라스크나 유리병 등 멸균기에 사용가능한 용기에 넣는다. 마개는 삼각플라스크의 경우 은박지를 이용하여 덮고, 유리병의 경우 마개를 이용할 수 있는데 이 때 마개를 꼭 잠그지 않도록 한다. 꼭 잠그면 멸균 과정에서 유리병이 깨질 우려가 있다. 멸균 후 증류수는 식혀서 이용 한다.

※ 증류수 대신 10% 글리세롤을 넣은 증류수를 보존에 이용하기도 한다.

(나) 파이펫 팁 멸균하기: 파이펫 팁은 보통 팁 통에 꽂아 사용하는데 이렇게 파이펫 팁이 들어있는 팁 통을 은박지로 꼼꼼히 감싼 다음 멸균기를 이용하여 멸균시킨다. 은박지로 꼼꼼히 감싸는 이유는 내부로 수분이 들어가지 않게 하기 위함이다.

(다) 실험 환경 조성하기: 바이알에 멸균수를 넣고 표고버섯 균을 넣는 것은 무균상태에서 진행하는 것이 좋다. 일반적으로 무균작업대에서 작업을 함으로써 무균상태를 유지할 수 있는데 여의치 않다면 일반작업대에서 수행할 수 있다. 작업대는 실험 전 오염원을 줄이기 위해 70% 알코올을 뿌리고 휴지로 닦는다. 일반작업대를 이용한다면 작업공간을 무균상태로 만들

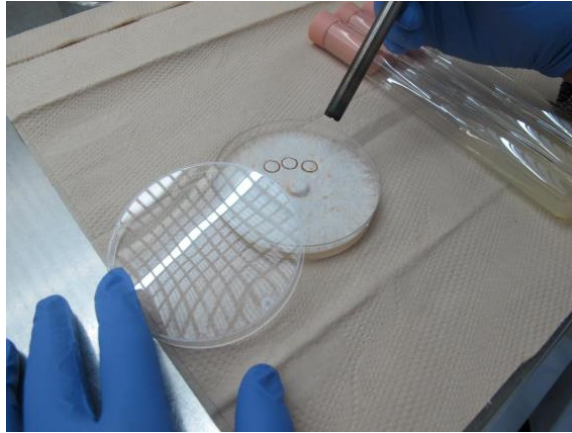
기 위해 알콜램프를 작업공간 양 옆으로 놓고 불을 붙여두는 것이 좋다. 이 이후부터는 무균상태인 작업공간 안에서 실험을 실시한다. 작업을 하기 전 손도 70% 알콜을 이용하여 소독을 실시한다.

- (라) 바이알 만들기: 바이알은 일반적으로 피닐팩에 포장되어 있으며 살균처리가 되어있다. 비닐팩에 담긴 바이알, 멸균수, 파이펫, 파이펫 팁통을 작업대로 가져온다. 작업대로 가져올 때 겉을 70% 알콜로 소독한다. 파이펫 팁통 겉에 있는 은박지를 제거하고 파이펫에 팁을 하나 꽂는다. 멸균수의 뚜껑을 열고 파이펫을 이용하여 1 ml의 멸균수를 들어낸다. 그리고 바이알 마개를 열고 파이펫을 이용하여 1 ml의 멸균수를 바이알에 넣은 다음 마개를 잠근다. 파이펫 팁이 멸균수 이외에 다른 물체에 닿는다면 파이펫 팁을 버리고 새로운 팁을 사용한다.



〈그림 4-16〉 바이알 만들기에 필요한 재료

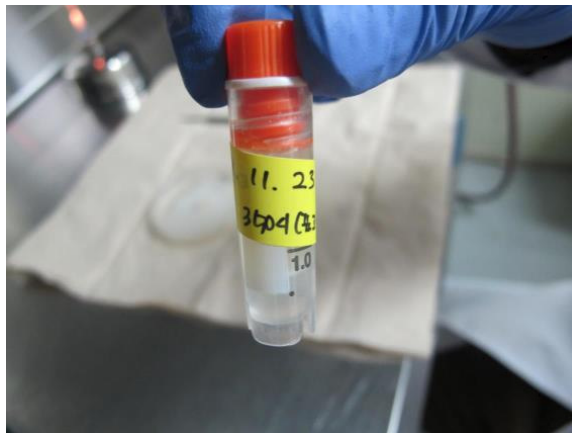
코르크 보러는 구경이 표고버섯균을 보존하고자 하는 바이알의 구경보다 작은 것을 선택하여 코르크 보러를 이용하여 떠내는 표고버섯 균이 바이알에 잘 들어갈 수 있도록 한다. 코르크 보러를 알콜램프의 화염으로 약 3~4초간 달군 후 약 20초간 식힌다. 이는 혹시 붙어있을지 모르는 잡균에 의한 오염을 방지하기 위함이다. 페트리 접시에서 자라고 있는 표고버섯균의 가장자리 부분을 코르크 보러를 이용하여 오려낸다. 이를 5~6회 반복한다. 그러면 원형의 표고버섯 균 디스크가 코르크 보러 안에 차곡차곡 쌓여 들어있게 된다. 바이알을 열고 코르크 보러 안에 들어있는 표고버섯 균 디스크를 모두 넣고 바이알을 잠근다. 바이알 표면에는 접종한 균 이름, 접종 날짜 등을 적어둔다.



〈그림 4-17〉 코르크 보러로 배지에서 표고버섯 균 오려내는 요령



〈그림 4-18〉 바이알에 표고버섯 균 넣는 요령



〈그림 4-19〉 바이알에 이름 적는 요령

이렇게 접종이 완료된 바이알은 바이알랙에 담아 4°C 인큐베이터 혹은 냉장고에 넣어 보관한다. 이렇게 보관한 균은 1~2년마다 페트리 접시에 배양한 후 동일한 방법으로 새로운 바이알에 옮겨주면 된다. 새로운 배지로 균을 옮길 때는 루프나 니들을 화염멸균하여 사용한다. 이 방법을 이용하면 앞에서 나열했던 것처럼 다양한 장점이 있으나 실제 바이알에서 균을 꺼냈을 때 균이 자라지 않는 경우가 있기 때문에 이 방법은 페트리 접시나 시험관을 이용한 방법과 병행하여 사용해야 한다.

4.2 장기보존법

일반적으로 널리 쓰이는 장기보존법에는 액체질소보존법과 동결건조법이 있다.

가. 액체질소보존법: 액체질소 보존법은 -196°C의 액체질소를 이용하여 보존하는 것으로 오랜 시간동안 표고버섯 균을 형질 변화 없이 유지시킬 수 있는 방법이다. 그러나 이 방법은 초기 투자비용이 매우 높고 매달 유지비용이 들기 때문에 개인이 이 방법을 이용하는 것은 어려운 것으로 생각된다. 차선택으로 -80°C 초저온 냉동고를 이용하여 표고버섯 균을 보존하는 방법이 있으며 이 방법은 보통 앞서 설명한 액체보존법에서 증류수 대신 40% 글리세롤을 넣은 증류수를 이용한다.



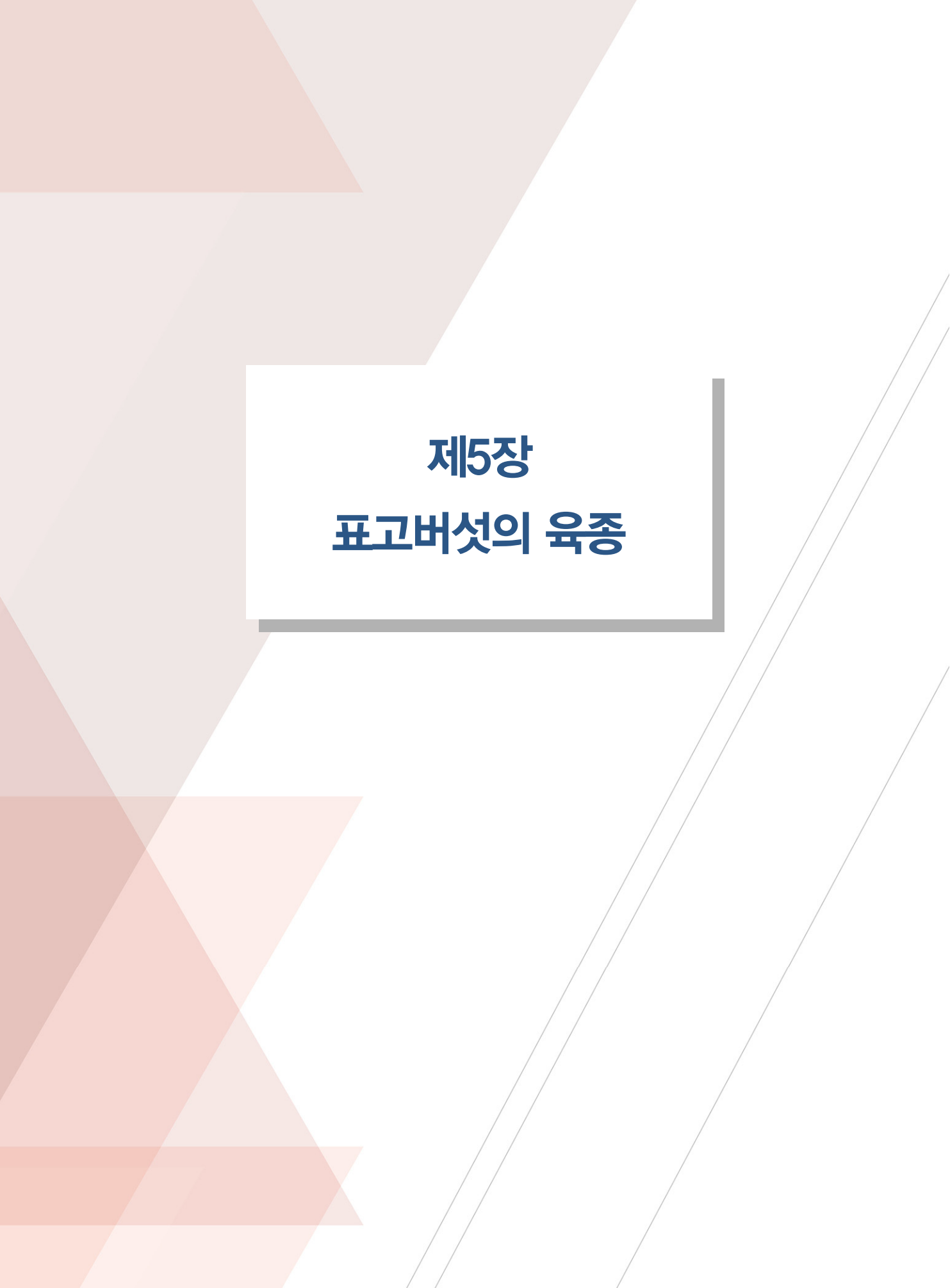
〈그림 4-20〉 액체질소 보존법



국립산림과학원

National Institute of Forest Science

이 문서에 대한 소유권은 국립산림과학원에 있으며, 동의 없이 수정, 변경 및 인쇄할 수 없습니다.



제5장

표고버섯의 육종



국립산림과학원

National Institute of Forest Science

이 문서에 대한 소유권은 국립산림과학원에 있으며, 동의 없이 수정, 변경 및 인쇄할 수 없습니다.

제5장 표고버섯의 육종

5.1 표고버섯의 육종 개요

가. 육종 고려 사항

표고버섯을 육종하려면, 표고버섯 균이 잘 자라야 한다. 잘 자라지 않는 균은 다루기가 쉽지 않고, 좋은 버섯을 만들기도 어렵다. 그래서 표고버섯 균사가 잘 자라는 것을 선택하는 것이 전제조건으로 갖춰야 한다.

육종가는 어떤 형질을 가진 표고버섯을 육종할 것인가에 대한 고민을 한다. 버섯 재배자는 품질이 우수하며 생산량이 많은 품종을 원한다. 더 나아가서는 성분에 따른 기능성, 선호도에 따른 인기도와 유통과정에 따른 편리함과 수익률 등 다양한 요구들이 있다. 육종가는 이러한 재배자들의 요구에 따라 좋은 모든 특성을 담은 품종을 만들기를 원한다. 육종가는 품종에 따른 구별성과 신균성, 균일성을 갖추며 재배조건까지 고려한 표고버섯 품종 육종을 해야 한다.

예를 들어 표고버섯의 경우, 하우스 형태의 자연재배형과 판넬식 공조시설형의 품종을 개발한다면 온도범위가 매우 중요한 육종 인자가 될 것이다. 전자인 하우스 형태의 자연재배형은 버섯발생이 넓은 온도범위에서 일어날 수 있는 것이 좋고, 후자인 판넬식 공조시설형의 품종은 온도범위가 좁은 것에서 버섯이 발생하는 것이 유리할 것이다. 다른 버섯과 달리 표고는 버섯발생 온도에 따라서 품종이 저온성, 중온성, 고온성으로 크게 나뉘지므로 이 점을 고려하여 품종개발과 육종을 하여야 할 것이다.

또한 버섯포자가 알레르기 반응과 호흡기 장애를 일으켜 재배자들에게 어려움이 따르므로, 포자가 없는 버섯을 육종하는 것을 하나의 목표로 설정할 수 있다. 이와 같은 품종은 이미 여러 나라에서 개발되어 활용되고 있다.

5.2 자실체의 발달

각 종들은 균사생장과 자실체 발생이 영양적 환경적 인자에 영향을 받는다. 다른 탄소원과 질소원

의 이용 요구도가 다르고 양적인 부분도 달라 군사생장과 자실체 발생에 최적의 조건을 결정하여야 한다. C:N 비율이 군사생장과 자실체 발생에서 찾아야 한다. 여러 가지 환경인자의 최적조건 온도, 빛, 습도, pH, 공기순환 등등도 군사체 생장과 자실체 발생에 중요하다.

가. 자실체의 발달

자실체의 발달은 환경인자에 영향을 받는다. 자실체의 첫 번째 역할은 핵융합, 감수분열, 포자형성 하는 구조를 보호하는 것이다. 핵융합과 감수분열은 담자기에서 일어나며, 담자기의 보호는 버섯의 하나의 역할이다. 버섯의 두 번째 역할은 담자기에서 만들어진 포자를 효율적으로 산포시키는 것이다.

나. 원기형성 및 발달

담자균류의 자실체는 군사로 이루어져 있고 대부분의 경우 군사는 이핵체이다. 군사들이 융합되어 직경이 약 0.1-0.2mm 크기로 모여서 기중군사가 만들어진다. 원기발달의 초기단계에서 세포의 세포화학적 특성에 변화가 없고 또는 특수화된 조직으로 분화가 관찰된다. 원기의 더 많은 생장으로 군사세포의 조직화와 발달이 현미경적으로 염색반응에 의해 검출된다. 원기가 직경 약 1.0mm 크기로 도달하였을 때 버섯이 형성된다. 버섯의 갓, 주름살, 대가 보이기 시작하면서 갓 부분이 형성되기 시작한다.

이 문서에 대한 소유권은 국립산림과학원에 있으며, 동의 없이 수정, 변경 및 인쇄할 수 없습니다.
원기 발달에서 일반적으로 첫 번째 단계는 군사의 가지친 패턴을 잃어버리고, 원기지역에 군사는 바깥쪽으로 방사하는 것이 없다. 군사벽이 두꺼워지고 군사 변화가 일어난다.

5.3 표고버섯 육종 실제

가. 표고버섯으로부터 포자 분리

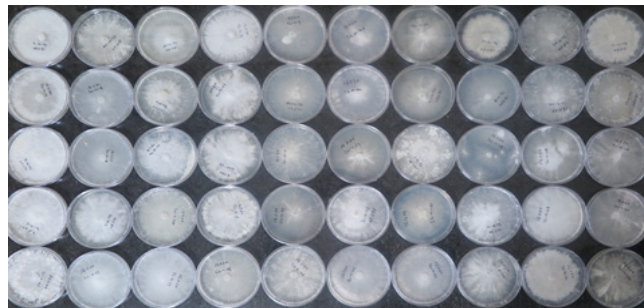
버섯의 포자분리는 버섯의 갓이 70-80% 개산되었을 때 따서 포자를 받는다. 포자는 식물조직배양디쉬(100 x 400 mm)를 사용하여 받는다. 또는 이와 유사한 것을 사용하면 된다. 이때 사용되는 용기는 반드시 멸균된 것이어야 한다. 버섯의 대를 자른 갓은 식물조직배양디쉬에 놓는다. 버섯이 큰 경우는 식물조직배양디쉬에 들어갈 수 있을 정도의 크기로 잘라 놓는다. 2-3시간이 경과한 후 포자는 멸균수 1ml 넣고 섞어준다.



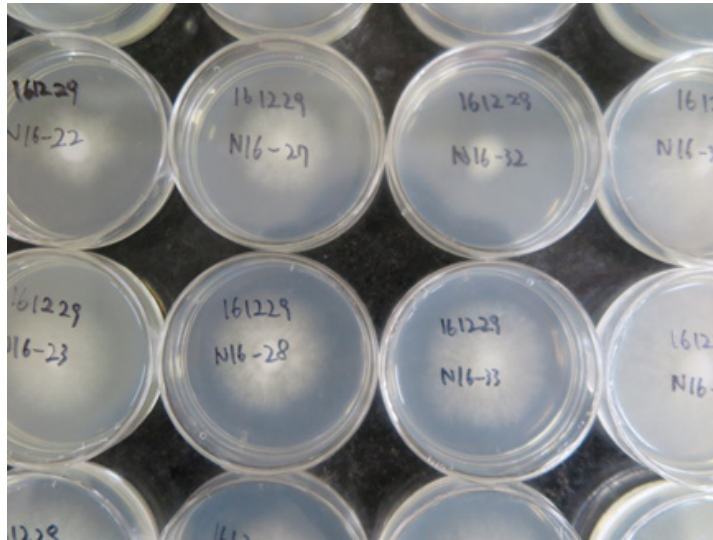
〈그림 4-1〉 식물조직배양디쉬에서 포자를 받는 모습

에펜튜브 또는 시험관을 준비한다. 에펜튜브의 경우는 멸균수를 각각 1ml 넣는다. 이것을 4개 정도 준비한다. 시험관인 경우는 증류수를 10ml 넣은 시험관을 멸균하여 준비한다. 이때 시험관은 6개정도 준비한다. 에펜튜브의 경우는 포자액을 50 μ l씩 넣으면서 순차적으로 희석한다. 시험관인 경우는 100 μ l씩 넣으면서 순차적으로 희석한다. 각 희석된 것은 마지막부터 PDA 사레에 50 μ l씩 넣는다. 이때 에펜튜브는 희석률이 낮은 3개만 사용하고, 시험관은 희석률이 낮은 4개만 사용한다. 각 PDA 사레는 화염 멸균한 삼각형의 쇠막대를 배지에서 열을 식히고 바로 배지의 바닥에 포자액을 골고루 펼쳐준다.

각 사레는 파라필름으로 뚜껑을 밀봉하고 상온 또는 20-25℃ 항온기(항온기 온도는 여건에 맞게 이 온도 범위에서 조정)에 넣고 5일-7일정도 기다린다. 매우 작은 크기의 콜로니가 관찰되는데, 이것을 새로운 PDA 배지로 하나씩 옮긴다. 이때 인접한 발아된 포자의 군사가 섞이지 않도록 주의한다. 생장의 차이가 다른 여러 가지의 단포자를 얻으려면 시간이 지나면서 이 작업을 반복하면 된다. 그러나 일반적으로 이 작업을 수행할 때 군사가 빨리 자라는 것을 선택하는 것이 작업하기가 편리하다. 발아된 단포자를 옮긴 PDA 배지는 20~25℃(항온기의 여건에 맞게 이 온도 범위에서 조정)에 옮겨 20일정도 배양한다. 일반적으로 표고버섯의 군사는 25℃에서 가장 잘 성장하는 경향이 있다. 단포자의 개수는 육종가의 선택사항이며, 국립산림과학원은 품종별로 단포자 사레 50개를 만들어 최종적으로 군사가 빨리 자라거나 균총이 독특한 것으로 10개 또는 20개를 최종 선택한다.



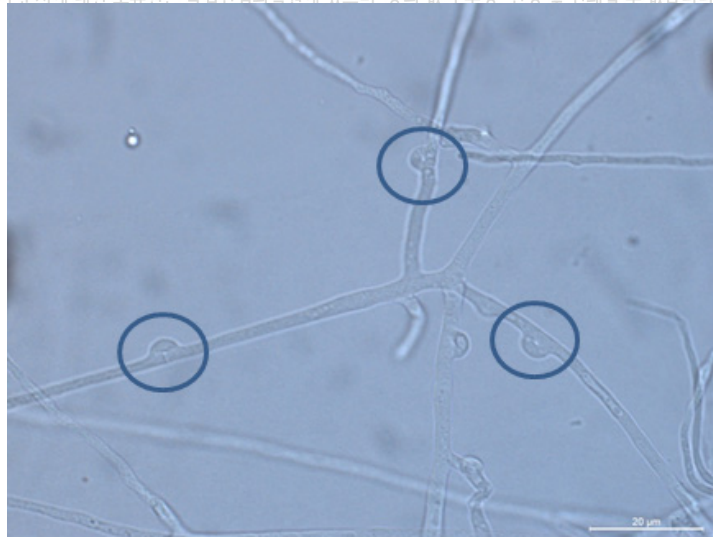
〈그림 4-2〉 50개 단포자 분리 균총



〈그림 4-3〉 발아된 단포자를 PDA 배지에 옮겨서 자라는 모습

단포자를 PDA 배지에 옮겨 20-30일정도 지나면 균총이 배지의 2/3정도 자라게 된다. 이때 선택한 것은 광학현미경 1,000배로 관찰하여 꺾새연결(clamp connection) 구조가 있는지를 확인한다. 이 구조가 없으면 단포자에서 기원한 균사로 볼 수 있고, 꺾새연결 구조가 관찰되면 2핵균사로 이미 포자분리 단계에서 인접한 균사와 융합된 것이기에 버리면 된다.

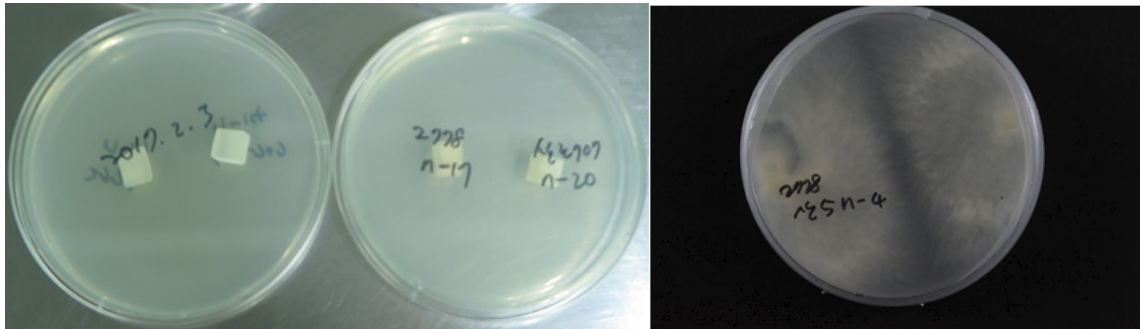
이 문서에 대한 소유권은 국립산림과학원에 있으며 동의 없이 수정, 변경 및 인쇄할 수 없습니다.



〈그림 4-4〉 표고버섯 균사의 꺾새연결(clamp connection)

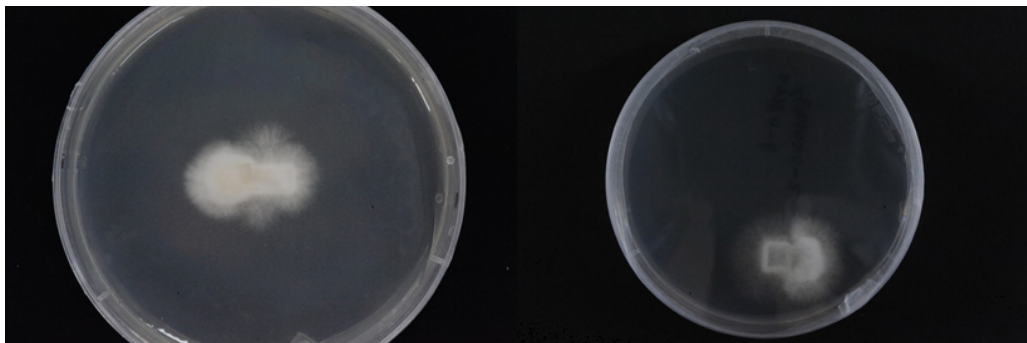
나. 단포자-단포자 간의 교잡

전통적으로 단포자와 단포자 간의 교잡은 아래의 그림과 같이 실험을 하였다. 각각의 단포자에서 기원한 균사체를 마주보게 하여 떨어져 접촉한 다음 균사들이 자라면서 중앙부분에서 만나, 이 부분을 현미경 관찰하여 꺾쇠연결 구조를 확인하였다. 이 방법은 외형적으로 균사들이 서로 만나 2핵의 균사체로 전환되었는지는 어린 버섯이 만들어져야만 알 수 있다. 이 방법은 균 접종 후 20일 이상 배양한 후 관찰이 가능하다.



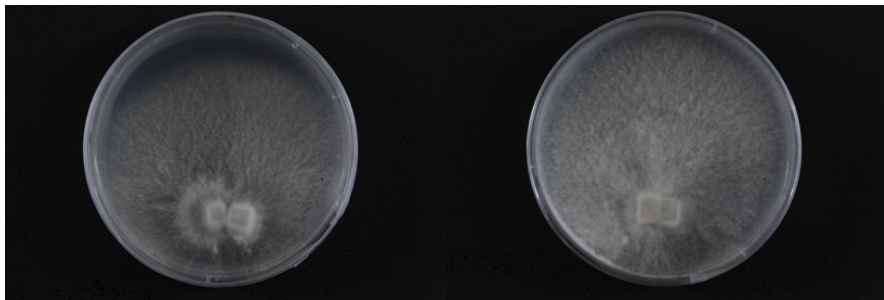
〈그림 4-5〉 과거의 교잡 방법

새로 개선된 방법은 단포자와 단포자에서 유래한 균사체를 서로 붙여 놓는다. 서로 화합성이 있어 2핵의 균사체가 되면 균사의 생장하는 모양과 속도가 단포자에서 생장하는 것과 다르게 발전한다. 그래서 2핵균사체가 되었는지를 현미경 관찰하지 않고도 90%이상 신뢰도를 갖고 구별할 수 있다. 이 방법은 현미경이 없는 사람들도 쉽게 적용할 수 있는 방법이다. 교잡된 균사체는 반드시 현미경 관찰을 통해 2핵균사 인지를 확인해야 하나, 현미경이 없는 사람들은 이 방법을 통해 교잡균주를 얼마든지 만들 수 있다.

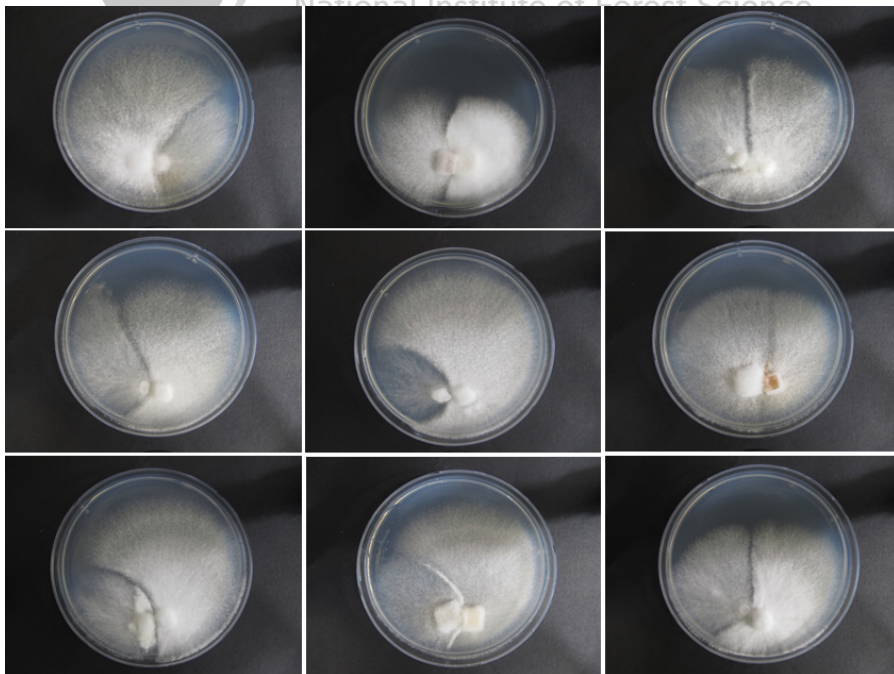


〈그림 4-6〉 개선된 교잡 방법

단포자 균사체의 접종위치는 샤레의 중앙보다는 아래쪽에 놓는 것이 균사생장 기간을 감안할 때 좋다. 이핵균사체가 되면, 균사의 성장속도는 단포자의 균사 성장 속도보다 빨라지며, 훨씬 균사체가 힘 있게 자라는 것을 볼 수 있다. 또한 서로의 균사들이 융합되어 자라기에 하나의 균총으로 보이면서 자란다. 그러나 단핵의 균사체는 서로 경계선을 만들면서 자란다. 경계선이 없는 단핵의 균사체는 2핵의 균사체와 형태적으로 구분이 가능할 정도로 다르게 성장한다. 한편, 경계선 없이 서로 똑같은 성장형태를 갖는 것은 반드시 현미경을 관찰을 통해 꺾쇄연결 구조를 확인할 필요가 있다.



〈그림 4-7〉 교잡에 성공한 것의 모습

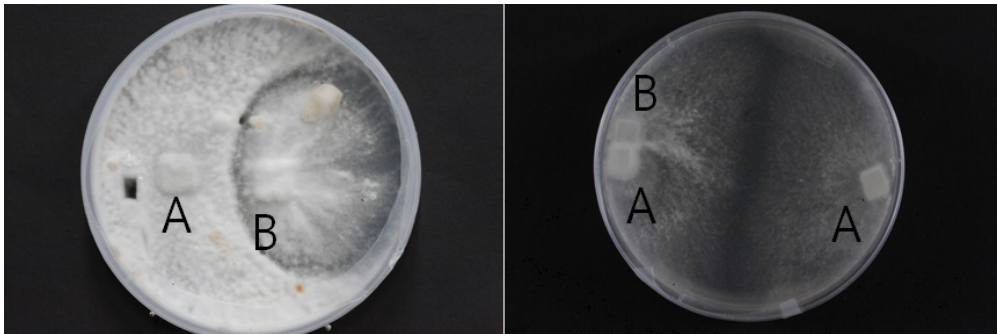


〈그림 4-8〉 교잡에 실패한 것의 모습

교잡이 이루어진 것은 균사를 새 배지로 옮겨 배양한다. 필요한 경우 보관균주를 만들거나, 버섯재배 실험의 접종원으로 사용하면 된다.

다. 이핵균사-단핵균사 간의 교잡(Di-mon 방법)

단포자와 이핵균사 간의 교잡이 가능하다. 이 방법은 교잡균주를 만들었다고 하나 쉽게 구분하기 어렵고, 기존의 이핵균사와 반드시 대치배양을 통해 차별성을 확인하여야 한다. 실제 단포자-단포자 방법보다도 더 까다로운 교잡방법이다. 그래서 국립산림과학원은 이 방법을 일반 농민 육종가들에게는 권장하지 않는다. 교잡 배양하는 과정에서 새롭게 교잡된 균주와 2핵의 모균주와의 대치선 유무를 한번에 확인할 수 있는 방법을 시도해 보았다. 단핵균주와 2핵균주를 서로 붙여 놓고 배양하면 2핵의 균사체가 성장하고 맞은편에 원래의 2핵의 균사를 놓아 자라면서 서로 차이가 있다면 대치선이 만들어져 쉽게 구분할 수 있는 방법으로 만들어진 방법이다. 꺾쇄연결 구조를 갖고 있는 균사가 꺾쇄연결 구조가 없는 균사가 서로 만날 때 꺾쇄연결 없는 균사가 꺾쇄연결을 갖는 현상이 있다. 이러한 현상을 Buller 현상 혹은 Di-mon 교잡 이라고 한다. 여기서는 2핵의 균사체가 가진 한 개의 핵이 단포자 균사체로 옮겨가서 2핵의 균사체를 만든다. 이때 2개의 핵이 각각 옮겨갈 수 있는 경우도 있고, 단지 한 개의 핵만 옮겨갈 수 있는 능력을 가진 경우도 있다. 그러나 교잡균주를 얻는 방법은 단포자와 단포자 간의 교잡이 2핵균사와 단포자 간의 교잡보다 훨씬 쉽다.



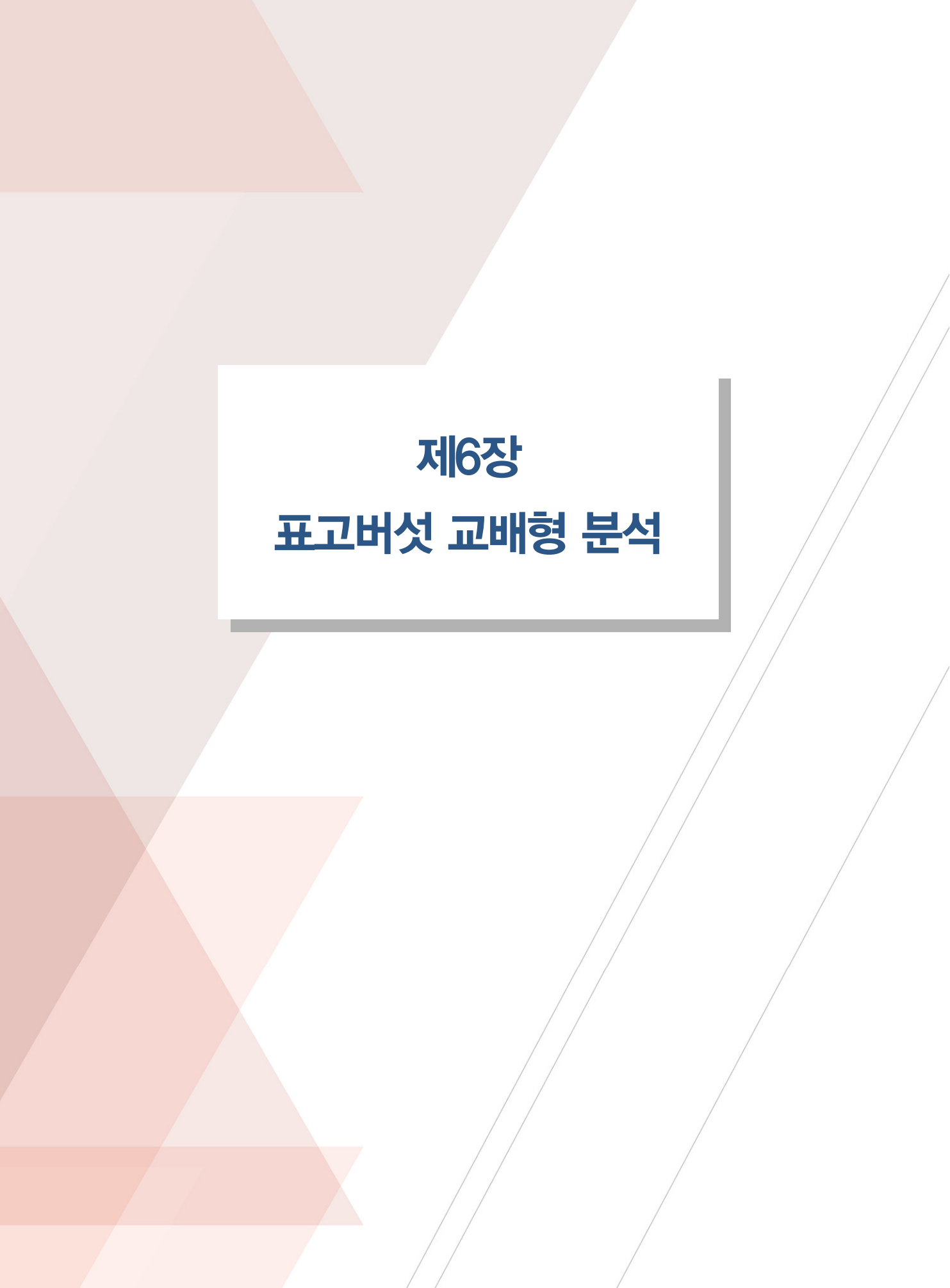
〈그림 4-9〉 2핵균사와 단핵균사 간의 교잡(A는 2핵균사, B는 단핵균사)



국립산림과학원

National Institute of Forest Science

이 문서에 대한 소유권은 국립산림과학원에 있으며, 동의 없이 수정, 변경 및 인쇄할 수 없습니다.



제6장

표고버섯 교배형 분석



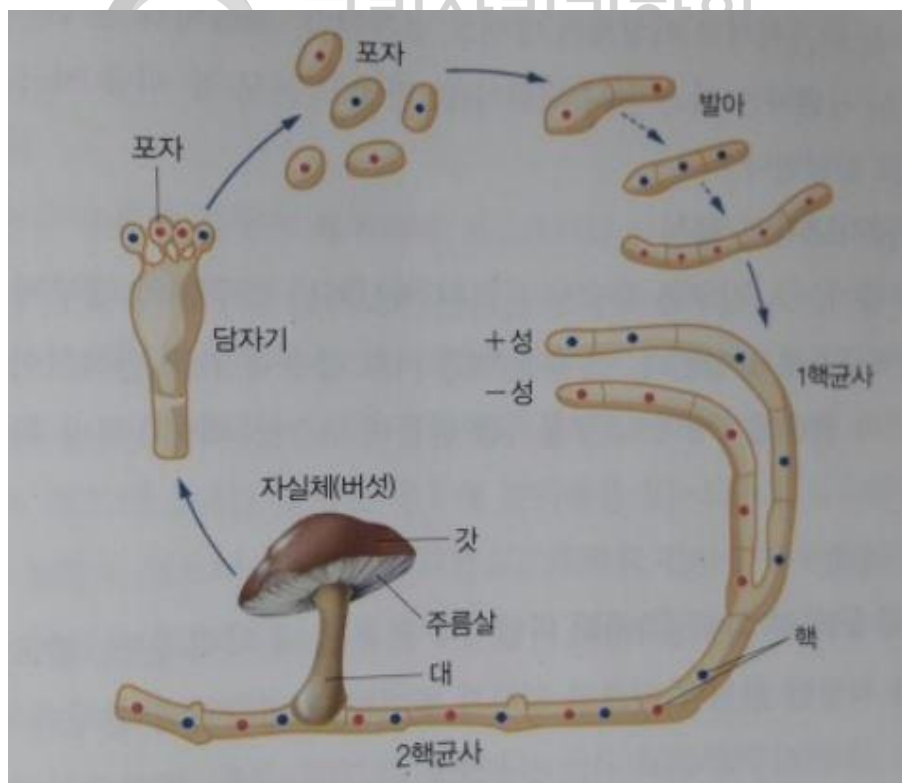
국립산림과학원

National Institute of Forest Science

이 문서에 대한 소유권은 국립산림과학원에 있으며, 동의 없이 수정, 변경 및 인쇄할 수 없습니다.

제6장 표고버섯 교배형 분석

표고버섯은 4극성의 자웅이주 특성을 갖는 담자균이다. 4극성 교잡시스템(tetrapolar mating system)을 통한 육종과정은 극성이 다른 단포자에서 발아한 2개의 단핵 군사가 교배되어 새로운 2핵 군사가 만들어진다. 즉, 서로 다른 두 개의 교배형 군사 A1B1과 A2B2가 만나 하나의 A1A2B1B2의 군사가 되는 것이다. 따라서 교배형을 파악하여 교배 불화합성을 이용하면 육종 시간 및 노력을 단축할 수 있다. 최근 게놈프로젝트에 의해 교배기작에 관련된 유전자의 염기서열들이 밝혀짐에 따라 군사에서 교배형 분석이 가능해졌다. 본 장에서는 교배형 분석을 육종에 이용하고자 하는 사람들을 위해 교배형 분석 방법을 설명하고자 한다.



〈그림 6-1〉 표고버섯의 생활사

6.1 A mating type 분석

A mating type은 표고버섯 게놈 DNA의 A mating locus에 존재하는 homeodomain 유전자에 의해 결정 된다. 현재까지 국내의 표고버섯의 염기서열을 이용하여 A mating type을 결정할 수 있는 8쌍의 primer가 개발 되었다.



〈그림 6-2〉 A mating type locus 의 구조 및 primer design

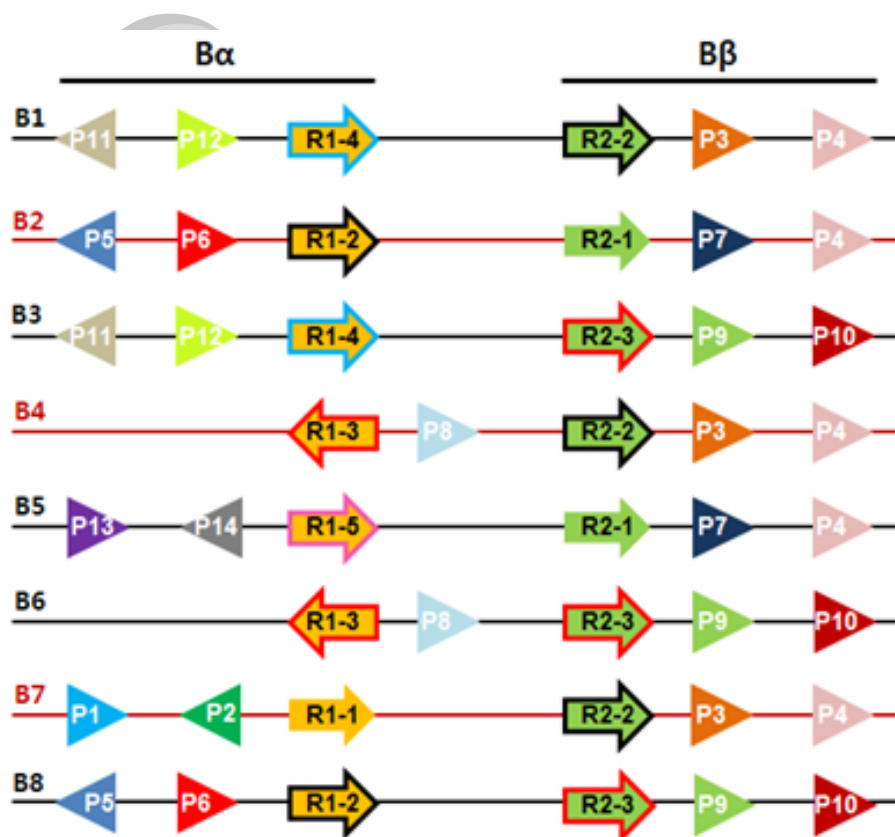
따라서 표고버섯의 단포자에서 얻어진 균사로부터 게놈 DNA를 분리한 다음 〈표 6-1〉에 제시되어 있는 각각의 primer 쌍으로 PCR을 수행하고 얻어지는 산물에 의해 A mating type을 결정한다. 단포자에서 얻어진 균사라면 8 종류의 A mating type 중에서 한 개의 PCR 산물이 얻어질 것이고 교배가 일어난 2핵 균사 또는 품종의 경우 두 개의 PCR 산물이 얻어지고 A mating type은 PCR 산물이 얻어진 primer set의 명칭과 동일하다.

〈표 6-1〉 A mating type 유전자검출을 위한 primer set

A mating type 명	forward primer	reverse primer
A1	GATCTCGACGTTCCGCTAAG	GTTGCTCTTCGAGAGGTAG
A2	GATCTCGGCACTCGTCTTC	GGTCATCTTCAGTGGCTTC
A3	CCTTGGTACCCGTCTAGTTG	GGTGAAGGTGAGGAAGTATG
A4	GCACAATTGCTATCCTCC	GTGTGAACAGTGTCAGC
A5	GCAATCGTCTACTCACCTCC	GCGAGGGTGCTTCTGATTC
A6	CTGCACACGACCTTAACAC	GTAAGGGTGATGATTGGTG
A7	CCGACAACCTCAACCATC	CGAGAGGTGATGGATGAAAG
A8	GCCTTGACGATCGCTTG	GAGAGAGCTGAGAGGTG

6.2 B mating type 분석

B mating type은 표고버섯 게놈 DNA의 A mating locus에 존재하는 페로몬(pheromone)과 페로몬수용체 (pheromone receptor) 유전자에 의하여 결정 된다. 하나의 homeodomain 유전자의 종류에 따라 결정되는 A mating type 분석과 달리 B mating type은 하나의 단핵 균사에서 페르몬 종류가 3~4개가 존재하고 페르몬수용체는 4개 이상 존재하기 때문에 페르몬과 페르몬수용체의 복잡한 조합으로 B mating type을 결정해야 한다. 국내외 품종을 대상으로 한 염기서열 분석을 통해 <표6-2>와 같은 primer set가 개발 되었는데 R1에서 R4까지 4개의 페로몬수용체(pheromone receptor)와 P1부터 P8까지 8개의 페로몬의 유전자에 대해 PCR을 수행하여 B mating type을 확인할 수 있다. R3와 R4의 페르몬수용체는 모든 균주에서 동일한 서열을 가지고 있는 반면 R1과 R2의 페르몬수용체는 균주에 따라 변이를 보이므로 다시 R1은 R1-1부터 R1-5까지 5종과 R2는 R2-1부터 R2-3까지 3종의 primer set가 추가적으로 개발 되었다. 그리고 R1과 R2의 PCR 산물 조합이 B mating type 결정에 중요하다. B mating type의 조합은 <그림 6-3>과 같다.



<그림 6-3> B mating type의 pheromone과 receptor 조합

〈표 6-2〉 표고버섯 B mating type 분석을 위한 유전자 마커

유전자	primer set name	Forward primer	Reverse primer
Pheromone	P1	CGTGTTTCCAACCATTCGAG	GGCGTAGCCTATATTGGTAC
	P2	CTTCATATCTCTTGACCTTCCC	CAGTAACCTGTATAGCCGCTG
	P3	CACTTTATTCCAAGCCCCGTG	AGCCAATGATGTCTCCGGAG
	P4	TCATTGGAAGCTCTCATCTC	AGAAGGCGATGGCGTCTCCA
	P5	CACTTCTTCCTCGATCAATGCC	CAGTATCCGAAATCTGCCAC
	P6	CACCAGTCTCGACGTTGTCC	ATACAGTAACCACCGAGCAG
	P7	CCTCATTGAATCCTCCTCTC	ATATCACGCAGAAGGCAGTG
	P8	CACCTCATCGATTGCACCTCA	AGGAAGGCACTATCGTTGGTG
	P9	CTCTCAACACCATGTTCCC	CACAGAAACCAATGATGTCCG
	P10	CTCTCCTCCTCATCGACAG	CAGAAGGCGGATCCATCAG
	P11	CTCTTTTACCCAGACCTCG	AGGTCGTGGATGGCTCTG
	P12	CTCATTGCGGCCTTCCAC	CCTATATCGGTGCTGTGCG
	P13	GGACTCATTCGCACTCA	CGATGCAGTAACCTGCCAA
	P14	CAACCACCTCCCTCTCATTG	CAGAAGTATCGTGTTCGCG
Receptor	R1-1	GACTGCCTATCTTGGTGGTTC	GGACAGCAGTGTAATTTGACG
	R1-2	GGACTTCCTGTACTGGTATTG	ACGCTGGTAGGGTCACTTC
	R1-3	CCTGCTAGTACTGGTGCTG	ATCTGAAGGCCAGCGGTG
	R1-4	GGCTTACCAGTTCTAGTACTC	CTGAATGGCAGCGTTATC
	R1-5	CCGGGCTTCTCTACTTTGTC	GAGCTGAATCGCGACAACG
	R2-1	CTTCGATTACCTACGCAGAG	AGTGGGTCAGCGTCGTAGAG
	R2-2	ACTAACGCTGCTCCGCAGAG	CAGATGTTGTGTGGAACCCG
	R2-3	CGAAATGCTTCAATAACTCGCGC	ACTTGAATGCCGAGTGCC
	R3	GGCTTCTTGCTGTCCATCA	CCAGTCGATAACCCAAACGC
	R4	GGTCCTCGAATTCGAACTGA	GAGGTGACTGAAGTCCAAG

이 문서에 대한 소유권은 국립산림과학원에 있으며, 동의 없이 수정, 변경 및 인쇄할 수 없습니다.

6.3 실험 방법

가. Genomic DNA 분리

PDA(potato dextrose agar) 고체 배지에서 2주~4주 간 배양한 표고버섯의 균사를 곱어 모아 액체질소를 사용하여 곱게 갈아준다. 갈아 준 균사를 1.5ml tube에 옮기고 DNA extraction buffer(1M Tris-HCl, 5M NaCl, 0.5M EDTA, 20% SDS, D.W) 300 μ l를 넣어 균사가 충분히 용해 되도록 vortexing하고, 4 $^{\circ}$ C, 13000rpm, 15min 원심분리 한다. 원심분리 후 상층액 250 μ l을 분리하여 새 1.5ml tube에 옮기고, phenol-chloroform-isoamyl alcohol(PCI, 25:24:1)을 동량 넣어 up and down하여 섞는다. 충분히 섞은 후 4 $^{\circ}$ C, 13000rpm, 5min 원심분리 한다. 이 과정을 한 번 더 반복하여 상층액 250 μ l을 분리해 PCI(25:24:1) 동량을 섞어 up and down하고

4℃, 13000rpm, 5min 원심분리 한다. 원심분리 후 상층액을 최대한 분리해 새 1.5ml tube에 옮기고, 95% ethanol 500 μ l를 넣어 up and down한 뒤 4℃, 13000rpm, 20min 원심분리 한다. 원심분리 후 가라앉은 pellet이 떨어지지 않도록 ethanol만 제거하고, 70% ethanol 1ml을 첨가하여 4℃, 13000rpm, 10min 원심분리 한다. 원심분리 과정이 끝나면 ethanol을 최대한 제거하고, 잔여 ethanol을 증발시키기 위해 30분간 air-dry한다. tube 속의 ethanol이 전부 증발되었음을 확인한 후에 RNAase 30 μ l를 넣어 37℃ heat block에서 30분간 pellet을 용해시키는데, 이 때 10분 간격으로 tapping하여 용해가 더욱 잘 이루어지도록 한다.

나. PCR

표고버섯의 추출된 DNA는 Accu power® PCR premix를 이용하여 PCR을 진행한다.

(1) A mating type

A mating type 분석 primer를 이용하여 Initial denaturation 95℃ 3min, Denaturation 95℃ 30sec, Annealing 55℃ 1min, Elongation 72℃ 2min, Final elongation 72℃ 5min, 35cycle의 조건으로 PCR반응한다.

(2) B mating type

이 문서에 대한 소유권은 국립산림과학원에 있으며, 동의 없이 수정, 변경 및 인쇄할 수 없습니다.

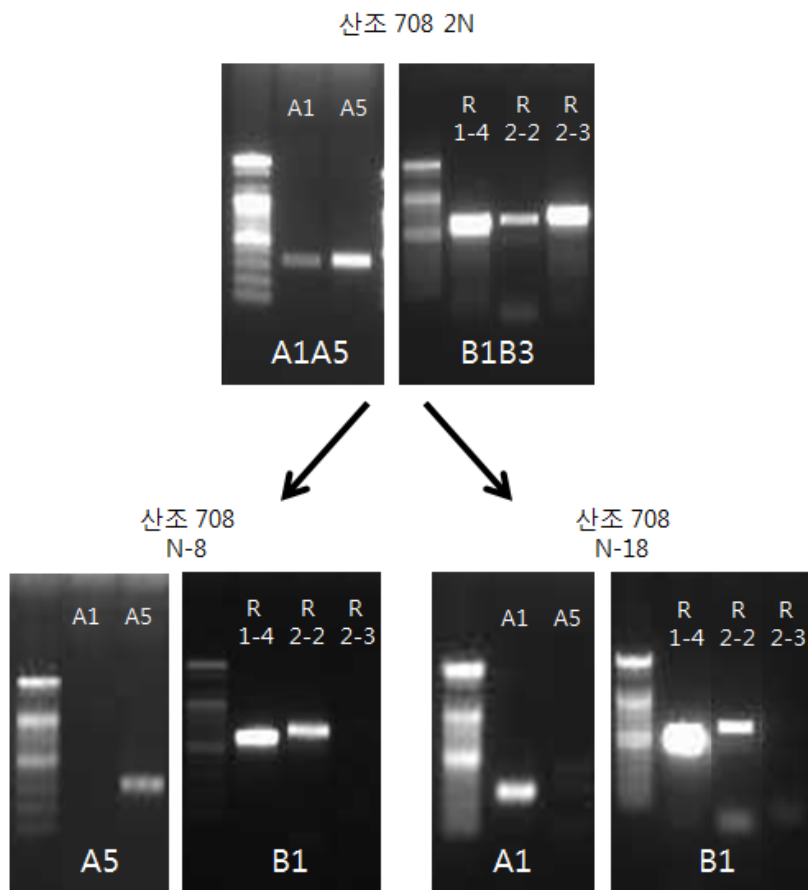
B mating type 분석 primer를 이용하여 Initial denaturation 95℃ 5min, Denaturation 95℃ 30sec, Annealing 55℃ 30sec, Elongation 72℃ 30sec, Final elongation 72℃ 5min, 30cycle의 조건으로 PCR반응한다.

6.4 mating type 분석 예시

가. 산조 708의 교배형

산조 708의 게놈 DNA를 이용하여 교배형을 분석하였다. A mating type을 결정할 수 있는 8쌍의 primer로 PCR을 수행 하였을 때 산조 708의 2핵 군사는 A mating type의 경우 A1과 A5에서 PCR 산물을 얻어서 A1A5로 결정되었고 B mating type의 경우 페르몬수용체의 primer

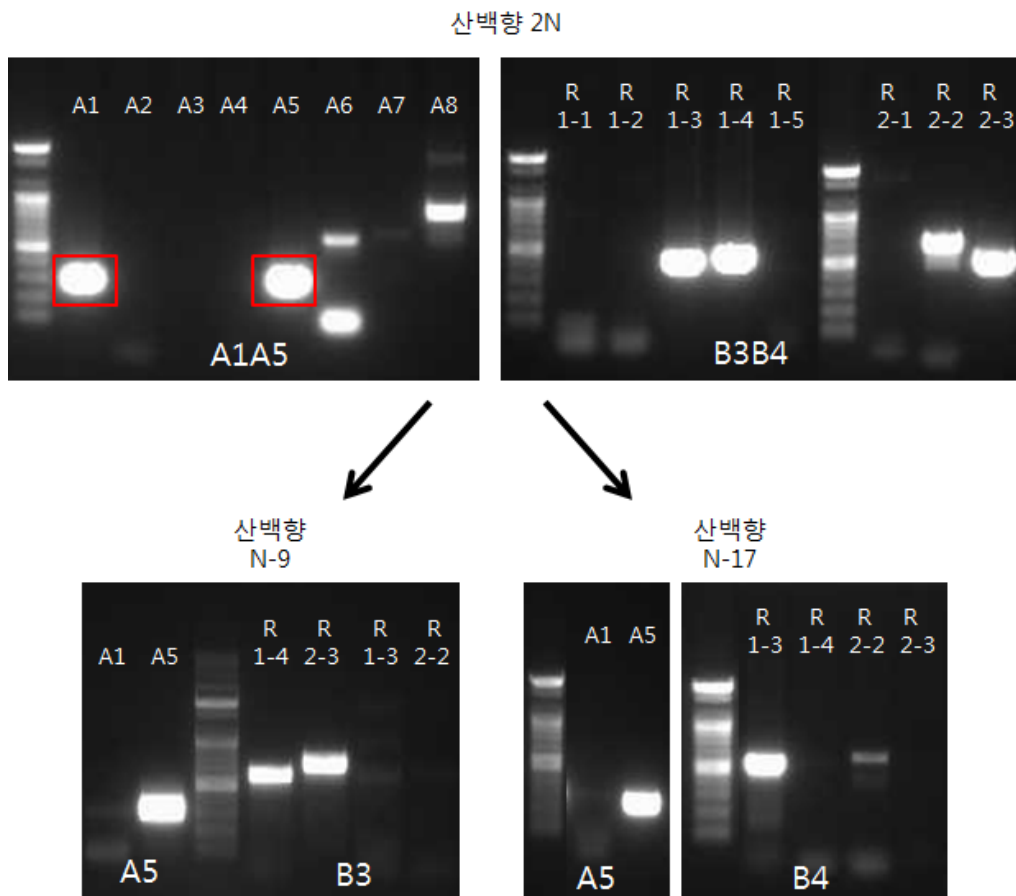
set 중에서 R1-4, R2-2, R2-3에서 PCR 산물을 얻었다. 따라서 B mating type은 R1-4와 R2-2의 조합은 B1으로 R1-4와 R2-3의 조합은 B3으로 분석되어 B1B3으로 결정되었다. 산조 708의 자실체에서 얻어진 포자로부터 얻어진 단핵균사는 A1B1와 A1B3, A5B1, A5B3의 4가지 종류의 교배형을 가지게 된다. 산조 708 단핵균사 중에서 N-8은 A5 primer set에서 PCR 산물을 얻어서 A mating type은 A5로 분석 되었고 B mating type은 R1-4와 R2-2에서 PCR 산물을 얻어서 B1로 분석 되어 최종적인 mating type은 A5B1로 결정되었다. N-18의 경우 A mating type은 A1로 분석 되었고 B mating type은 N-8과 동일한 결과를 얻어 최종적으로 A1B1의 교배형을 갖는 것으로 결정되었다.



〈그림 6-4〉 산조 708 교배형 분석

나. 산백향의 교배형

산백향의 교배형은 산조 708의 실험 방법과 동일하게 분석을 실시한 결과 A1A5B3B4로 나타났다. 따라서 산백향 단핵균사는 A1B3, A1B4, A5B3, A5B4 4가지 종류의 교배형을 가지게 된다. 산백향 단핵균사 N-9는 A mating type은 A5 primer set에서 PCR 산물을 얻어서 A5로 분석되었고 B mating type은 R1-4와 R2-3에서 PCR 산물을 얻어서 B3로 분석 되어 최종적인 mating type은 A5B3로 결정되었다. 산백향의 단핵균사 N-17은 A mating type은 N-9와 동일하게 A5로 분석되었고 B mating type은 R1-3와 R2-2에서 PCR 산물을 얻어서 B4로 분석 되어 최종적인 mating type은 A5B4로 결정되었다.



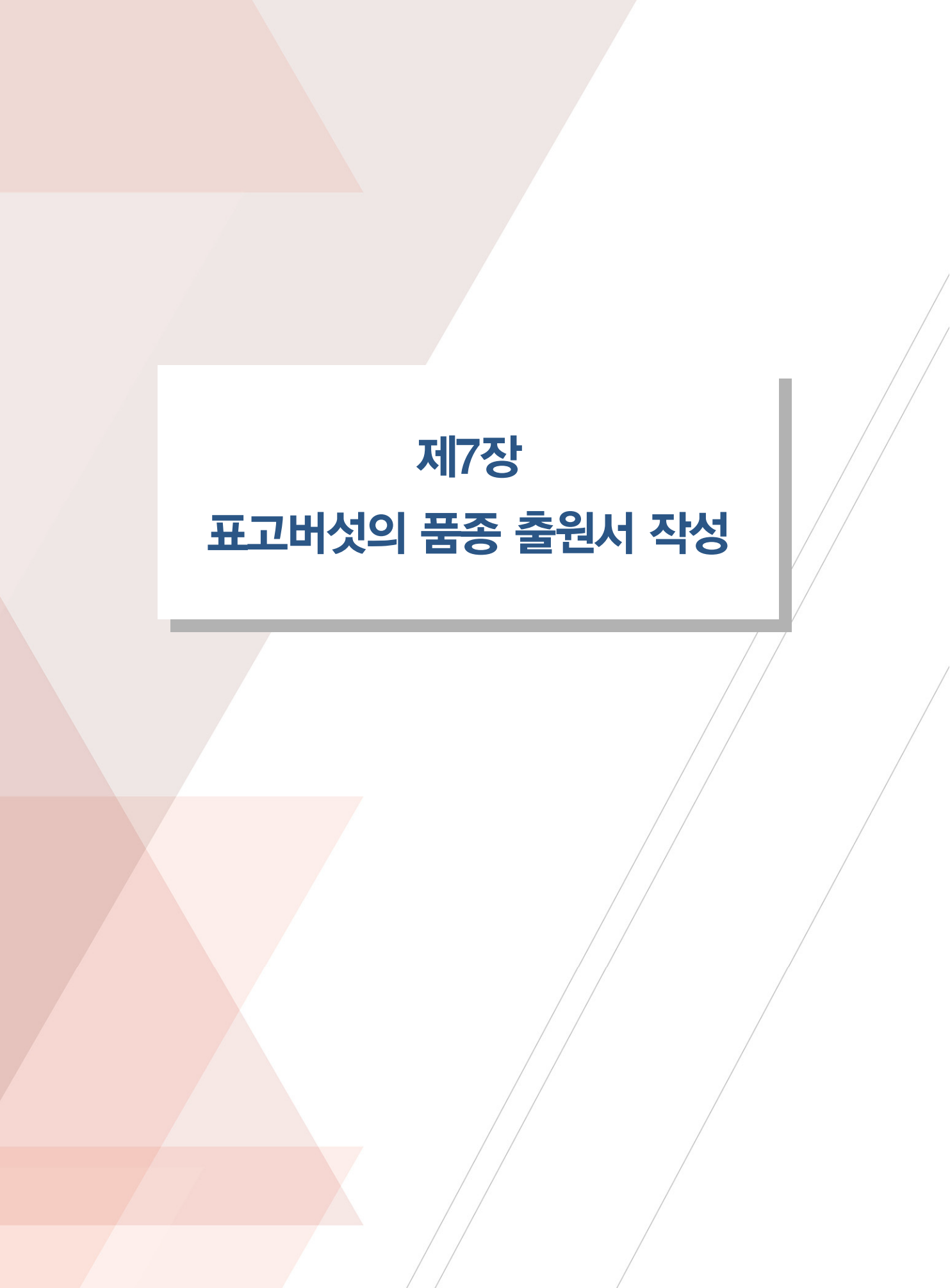
〈그림 6-5〉 산백향 교배형 분석



국립산림과학원

National Institute of Forest Science

이 문서에 대한 소유권은 국립산림과학원에 있으며, 동의 없이 수정, 변경 및 인쇄할 수 없습니다.



제7장

표고버섯의 품종 출원서 작성



국립산림과학원

National Institute of Forest Science

이 문서에 대한 소유권은 국립산림과학원에 있으며, 동의 없이 수정, 변경 및 인쇄할 수 없습니다.

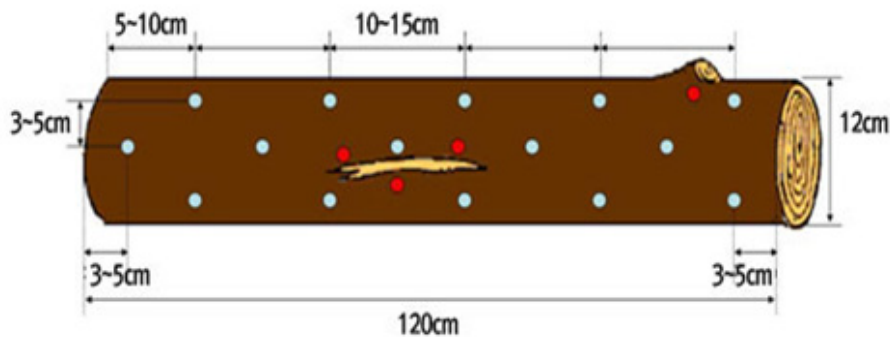
제7장 표고버섯의 품종 출원서 작성

7.1 재배시험 방법

가. 재배방식

(1) 원목재배

원목 재배시험은 표고버섯이 정상적인 생육이 가능한 조건에서 실시한다. 공시목은 직경 10~14 cm, 길이 120 cm의 길이를 가져야 한다. 접종공 배열줄 양쪽 끝에 위치한 접종공은 공시목의 양 끝으로부터 3~5 cm 간격을 두어야 하며, 동일한 배열줄 사이의 간격은 10~15 cm 내외가 되도록 한다. 또한, 인접한 배열줄 사이의 간격은 3~5 cm를 두고 골목에 상처가 있을 경우 사어 주위에 여분의 접종을 추가한다<그림 7-1>



〈그림 7-1〉 원목재배용 표고버섯의 접종공 배열도의 모식도

(2) 톱밥재배

톱밥 재배시험은 표고버섯의 정상적인 생육이 가능한 조건하에서 재배한다. 배지는 참나무류(상수리나무, 신갈나무, 갈참, 굴참, 졸참 등)와 오리나무 등의 활엽수에 미강 또는 밀기울을 8:2(w/w)의 비율로 조제하며 함수율은 55~60%로 조정한다. 1배지의 무게는 1~3 kg으로 하며 상압 또는

고압 살균한다. 살균이 완료된 배지에 균주를 접종하고 일정 기간 명/암 배양을 거쳐 발생 처리하여 수확한 자실체를 신품종 심사를 위한 ‘표고버섯재배 및 특성조사요령(산림청, 2014)’에 따라 특성을 조사한다.

나. 공시 개체수

(1) 원목재배

원목재배에 사용되는 공시목은 상수리나무 또는 신갈나무로 하며, 출원품종과 대조품종에 대하여 사용된 공시목의 전체 체적이 각 1m³이 되도록 공시목의 분수를 산정한다. 공시목은 10~15 cm의 말구 직경과 120 cm의 길이를 가져야 한다.

(2) 톱밥재배

톱밥재배에 필요한 공시 배지(봉지)의 수는 각 품종에 대하여 사용된 배지 전체의 무게가 100 kg(배지 총무게)이 되었을 때 기준으로 하여 산정한다. 단, 배양기간 형질 조사는 20 kg 배지를 별도로 준비하여 시험한다.

국립산림과학원
National Institute of Forest Science

다. 시험구 배치법

원목 재배시험에서 추원품종과 대조품종의 공시목은 같은 장소에 난괴법 3반복으로 배치해야 한다. 톱밥 재배시험의 경우는 동일 장소에 난괴법 3반복 또는 무작위 배치를 한다.



〈그림 7-2〉 시험구 배치도

라. 환경관리

(1) 발생 처리

버섯 발생은 관수를 통한 직접적인 수분 공급으로 자실체를 유도한다.

처리 주기는 부득이한 경우를 제외하고는 1달에 한 번 실행한다. 관수량은 일반적으로 24시간, 또는 일일 8시간, 2~3일 동안 관수한다. 골목에 자동 관수시설을 이용하여 발생처리를 하는 경우, 관수시설의 위치 또는 골목의 위치 및 기울기로 인해 일률적인 수분공급이 어려워 골목 눅히기 하는 동시에 관수를 실시한다(그림 7-3). 발생처리가 끝난 후에는 발생된 버섯이 손상되지 않도록 주의하여 골목 세우기를 한다(그림 7-4). 관수를 제외한 충격 주기 등의 발생처리는 품종심사 매뉴얼에 품종에 따른 차이로 인해 실행하지 않는다고 기준을 정함.



〈그림 7-3〉 도목살수(쓰러뜨리고 물주기)



〈그림 7-4〉 골목 세우기

(2) 온도, 광도, 습도

버섯 재배시설 내의 온도 관리는 따로 하지 않지만 30℃ 이상 상승되면 균의 활력이 떨어지므로 주의해야 한다. 따라서, 수막시설과 차광막 및 개폐시서를 이용하여 온도가 올라가지 않도록 관리하여야 하지만 과도한 환기와 고온현상으로 골목이 건조될 경우 관수를 통해 골목 함수율을 유지해야만 한다. 또한, 재배 시설 내의 직사광선 또는 일출·일몰의 광선은 푸른곰팡이 및 구름버섯류 등 잠균의 오염을 발생시킬 수 있으므로 주의하여야 하며 과습은 버섯에 무름병의 원인이 될 수 있으므로 직사광선이 들어오지 않는 한도 내에서 개폐 시설을 이용한 환기를 한다.

(3) 오염원

병해와 충해로 나누어지는데, 병해는 곡물·채소·과수·꽃·임목 등 농작물을 포함한 모든 유용식물이 병균에 의하여 고사·부패되어 수확량이 줄어들거나 품질이 떨어지는 것을 말한다.

병해는 식물에 기생하는 병원(病原)에 의해 발생하는데, 전파가 빠르고 해를 입는 범위가 넓다. 병해의 피해 정도는 병원균의 종류, 작물의 종류·품종, 병해의 발생시기, 기상조건에 따라 크게 다르다. 병원에는 곰팡이, 세균, 미코플라스마, 바이러스, 비로이드 등이 있다. 해충에는 곤충 이외에 진드기·선충류가 포함되기도 하며, 해충의 종류에 따라 충해를 입히는 방법이 다르다.

(가) 해충

벌레에 의해 식해(食害)·흡수해(吸收害) 등을 입는 것을 말한다. 생물에 피해를 주는 벌레를 해충이라고 한다. 한편, 버섯의 해충은 골목기생 해충과 버섯피해 해충으로 구분한다.

① 골목기생충 : 털두꺼비하늘소

하늘소는 접종 당년 5~6월경에 눕혀두기 한 골목에 성충이 구멍을 내고 산란, 부화 후 성충이 될 때까지 골목에 피해를 준다. 하늘소의 가장 효과적인 방제는 하늘소의 산란시기인 4~6월에 성충이 산란을 못하도록 접종목에 방충망을 덮어 보호한다.

② 버섯에 피해를 주는 것 : 민달팽이, 가는버섯벌레, 버섯파리 등

여름철에 많이 발생하며 생버섯 상태에서는 방제가 불가능하다. 건조버섯은 건조 직후 2시간쯤 60℃를 유지하여 버섯내의 알과 유충을 죽이고 보관 시에 이산화탄소(이황화탄소, CS₂)로 훈증 살충한다.



〈그림 7-5〉 병해충의 실제

(나) 해균

버섯은 식용균으로 재배 시에 해당 작목에 피해를 주는 모든 균을 지칭하는 것으로, 작목과 경쟁하며 세력을 넓히는 균을 경합균에 해당되며 주홍꼬리버섯, 고무버섯, 구름버섯 등이다. 한편 자신의 어떠한 물질로 버섯을 녹여 먹이로 사용하는 균을 사멸균이라 하며 대표적으로 푸른곰팡이류가 있다.

① 주홍꼬리버섯(*Diatrype stigma*)

벌채된 원목에 접종이 늦으면 원목이 건조해 지면서 발생하는 버섯으로 표고재배에 심각한 피해를 준다. 최선의 방제법으로는 적절한 함수율을 유지하는 것과 초기 발생시에 장시간 관수를 통하여 재차 발생을 방지한다.



〈그림 7-6〉 주홍꼬리버섯 피해(왼쪽), 표고와의 대치배양(오른쪽)

이 문서에 대한 소유권은 국립산림과학원에 있으며, 동의 없이 수정, 변경 및 인쇄할 수 없습니다.

② 푸른곰팡이류

푸른곰팡이류는 고온다습한 환경에서 골목의 절단 부위 또는 표피가 벗겨진 부분, 수확 부분 또는 눅히기 과정에서 박피가 생긴 부위에 1차적으로 감염된다. 대책으로는 재배시설 내 바닥의 청결을 유지하며 고온다습한 여름철에 환기 등을 통한 철저한 관리가 필요하다. 이미 발생된 곳은 오염된 원목, 배지 등은 격리시킨 후 화염소독 등을 통한 방제가 필요하며 지속적인 관찰이 중요하다.



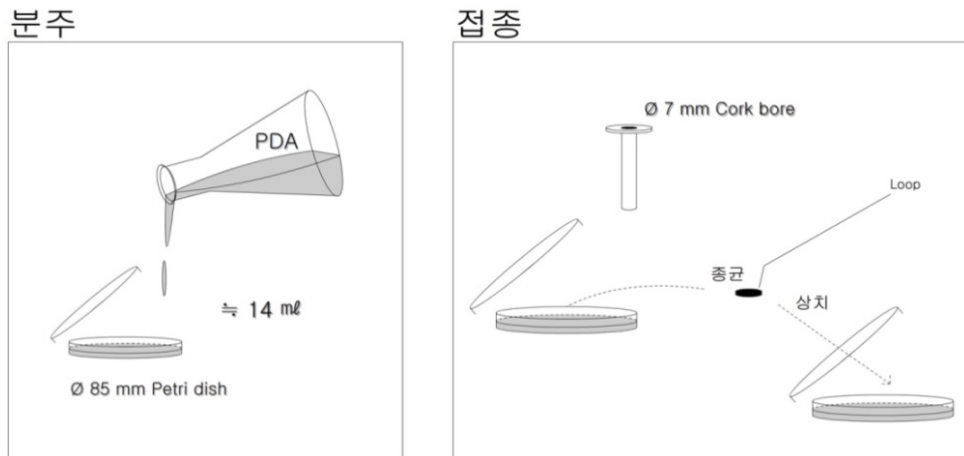
〈그림 7-7〉 푸른곰팡이류 피해(왼쪽), 표고와의 대치배양(오른쪽)

7.2 조사 준비사항

가. 군사 특성조사

(1) 배지 및 접종원 제조

균의 특성조사는 감자한천배지(PDA, Potato Dextrose Agar)를 pH5.6 $\pm$ 0.2로 제조하여 약 20 ml 정도 분주한 평판배지(페트리디쉬, 직경 90 mm 내외)에서 수행한다(그림 6. 좌). 냉장 보존한 군주를 접종할 때는 군사체가 활력을 회복하도록 상온에서 일정시간 방치한 후 군사의 선단부위에서 cork borer($\varnothing$ 7 mm)를 이용하여 군사체를 취하여 접종한다(그림 7-6. 우).



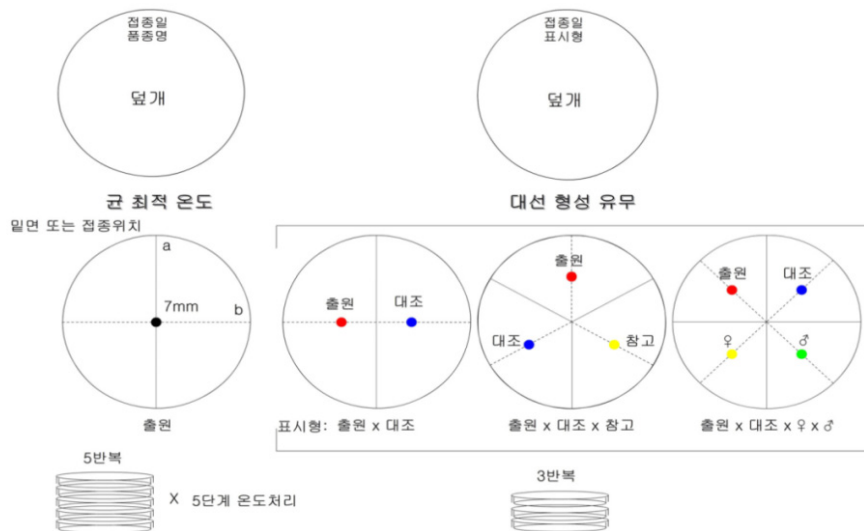
〈그림 7-8〉 분주(좌), 접종(우)

(2) 온도별 성장속도 조사

온도별 군사 성장속도 조사를 위하여 온도를 5단계(21, 23, 25, 27, 29℃)로 처리하고 5반복으로 한다. 위에서 설명한 바와 같이 준비된 접종원(종균)을 PDA 배지 가운데에 접종하며 암배양 한다. 뚜껑에는 접종일, 품종명, 처리 종류를 기입한다. 1 mm 이상 균이 성장하면 접종한 균을 중심으로 십자 선(a, b)을 그은 다음 접종 후 3일차~7일차까지 동일한 시간대에 성장한 균 말단 부분을 십자선(a, b)에 표시한다<그림 7-9>. 온도실험에서 가장 빠른 성장을 보인 온도의 균을 30일간 추가실험을 통하여 군사밀도(약 2주 배양), 균총색깔(약 3주 배양), 피막형성(약 4주 배양)의 유무를 조사한다.

(3) 대선형성 유무

새로 만들어진 균주, 그 균주의 모균주 혹은 대조균주를 접종하여 약 1주일정도 키워진 균주를 사용하여 일정한 간격(5 cm 이상)을 두고 치상한 후, 최적배양 온도도 설정된 인큐베이터에서 암배양 한다. 균을 치상하기 전 디쉬의 밑면에 접종위치를 표시하며, 뚜껑에는 접종일, 시험균주(품종명)를 기입한다. 배양된 균들이 충분히 성장하여 균사가 배지 전체에 형성되었을 때 300 Lux 정도의 광 조건에서 대선형성 유무를 조사한다. 조사결과와 재현성을 확인하기 위해 대치배양은 5반복으로 실시한다<그림 7-9>.



〈그림 7-9〉 분주(좌), 접종(우)

나. 버섯 특성조사

(1) 수확 전

(가) 관수 시간 및 간격

표고버섯의 원기는 수분이 충족되어야 하며 발생된 원기에 변온처리 해야만 버섯이 형성된다. 관수는 가장 일반적인 수분공급 방법이며 계절 또는 시간에 따라 일어나는 자연적 온도편차 및 관수, 침수작업이 일반적인 변온처리 방법이다. 골목의 굵기, 버섯발생 온도별 특성, 수온 등에 따라 관수처리 방법이 달리 적용되어야 하므로 관수시간과 간격 등의 정보가 요구되며 표고버섯 발이온도 형질 등을 조사하기 위해 필요하므로 상세히 기록한다.

(나) 온도 및 상대습도

버섯의 생장 가능한 온도는 일반적으로 5~30℃ 범위이지만 품종에 따라서는 품질에 상당한 영향을 받는다. 일반적으로 표고버섯은 저온 또는 고온에서는 변질된 형태로 발생되며 품질이 나빠지기 때문에 버섯의 발육, 생장온도를 10~20℃ 정도 내외로 관리하는 것이 좋다. 버섯의 생장에는 버섯 골목의 함수율 및 공중습도가 관계하여 이 두 가지 요인의 균형상태가 생장이나 형태에 크게 영향을 미친다. 버섯이 생장할 때의 상대습도는 80~90%가 적절 하며, 일반적으로 습도의 부족은 소형버섯, 생육 정지, 고사 등이 일어나며 90% 이상의 다습에서는 버섯의 인피 등이 부풀어 오르고 대형으로 발생한다. 이는 버섯의 특성조사 활용이 어렵다. 그러므로 환경인자와 버섯 상태와의 관계 규명을 위해 온, 습도 자료의 기록이 필요하다.

(다) 버섯 발생시기 및 수확 전까지 생장기간

표고버섯 특성조사요령에서 필수형질에 해당하는 버섯 발이온도는 버섯발생시기와 온도와의 관계를 통해 산출되기 때문에 발생처리 후 버섯발생까지의 기간, 수확 전까지의 기간 등의 기록이 반드시 필요하다.

(라) 기타 사항

환기 부족으로 갓이 빨리 피는 버섯들과 달팽이에 의한 피해를 받아 버섯조직의 일부분이 손실된 경우, 이 버섯들은 이상 data로 존재할 가능성이 많다. 그러므로 피해를 받았거나 문제가 되는 요인은 기록하여 특성조사시 과대, 과소 측정될 여지가 없도록 한다.

이 문서에 대한 소유권은 국립산림과학원에 있으며, 동의 없이 수정, 변경 및 인쇄할 수 없습니다.

(2) 수확 시

(가) 생중량

버섯의 함수율은 갓의 색깔과 크기에 영향을 준다. 때문에 품종별로 함수율을 측정하기 위해 생중량을 측정한다. 이는 표고버섯 특성조사요령의 필수요건이며, 일부 형질을 조사하기 위해 필요하므로 수확 즉시 측정하여 기록한다.

(나) 기타 사항

버섯 수확 시 나타나는 특성들은 비교 시험하는 버섯들을 구별할 수 있는 중요한 형질이 될 수 있으므로 특이사항은 반드시 기록해야 한다. 예를 들어 버섯이 원목에서 잘 분리되는지의 여부를 확인하기 위해서 대를 만졌을 때에 조사자가 느끼는 정도와 버섯의 향 등은 건조된 버섯과 사진 촬영 등으로 알 수 없으므로 수확 현장에서 살펴보아야 한다. 이 밖에 수확 시에만 알 수 있는 특이점이 발견되면 비교란에 기입한다.

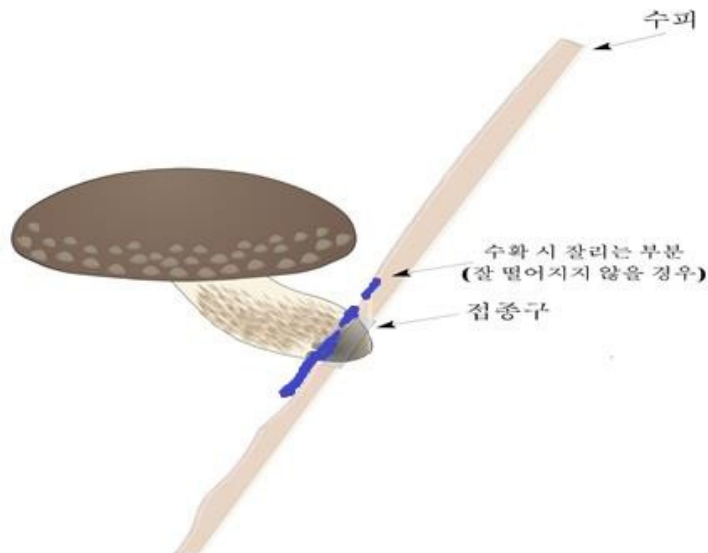
(3) 수확 후

(가) 건조량

수확한 버섯을 40~60℃에서 24시간 건조한 후 즉시 측정한다. 건조 후 측정하는 건조량은 생중량과 함께 수확 당시의 함수율을 계산하는데 필수 요소인 동시에 면적당 건물량을 산출하는데 필요하다.

(4) 주의사항

재배사 내에 동일 조건이 아닌 상황에서 발생하는 버섯의 경우에는 이상값으로 간주하여야 하고 재배사 내 특정 장소에 과다 수분이 공급되었거나 광량이 다른 조건인 곳에서 버섯이 발생한 경우에도 측정치에서 제거해야 하므로 별도로 표시한다. 버섯 채취 시에는 손에 묻어 있는 염분으로 인하여 버섯에 얼룩을 만들거나 특징을 훼손시킬 수 있으므로 이물질이 묻지 않는 장갑을 끼고 채취한다. 또한, 버섯을 원목에서 분리할 때에는 대의 밑 부분을 잡고 조심스럽게 채취한다. 버섯의 뿌리부분까지 채취하는 것이 원칙이나 분리가 쉽지 않은 경우에는 〈그림 7-10〉과 같이 칼을 이용하여 수피 부분과 평행하여 절단한다. 채취 시 골목에 남아 있는 버섯 잔해물, 민달팽이 등 불순물이 버섯에 붙어 있다면 버섯의 중량에 영향을 미칠 수 있으므로 제거한다. 버섯을 건조 후 즉시 측정하지 못하면 시간이 경과함에 따라 대기중의 습기를 흡수하여 중량이 변하므로 건조제와 함께 보관해야 한다.



〈그림 7-10〉 버섯골목의 수피와 버섯의 경계

다. 이미지 촬영

(1) 촬영작업

품종과 수확 시기를 알 수 있도록 표기를 하느 동시에 조사하고자 하는 형질이 모두 나타날 수 있도록 갓의 윗면, 아랫면, 절단면과 대의측면과 절단면 등으로 나누어 촬영한다<그림 7-11>. 또한 색깔관련 특성조사는 색차계(RHS, Royal Horticultural Society)를 이용한다.



〈그림 7-11〉 자실체 특성(RHS 칼라차트 이용)

라. 월별 작업계획

재배시험 담당자는 특성조사 시 표고버섯 특성조사요령(산림청, 2008)의 “4. 품종의 특성별 조사기준 및 방법”에 의해 조사를 실시한 후 “5. 품종특성표” 및 “6. 품종특성기술서”를 작성한다. 따라서, <표 7-1~4>의 버섯 및 균특성 조사를 위한 각종 계획표를 참고하여 표고버섯의 특성조사 및 재배시험을 실시한다.

〈표 7-1〉 월별 작업 내용

항목		분기	1/4			2/4			3/4			4/4		
		월	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2
균 특성 조사	균 증식													
	균 생장량 조사													
	균 밀도·색깔 조사													
	대성 형성 여부 조사													
버섯 특성 조사	골목 준비 및 증균													
	증식 집중													
	관찰 및 측정													
보고서														

〈표 7-2〉 시기별 특성조사 계획

조사시기	관련 형질	조사항목	조사 방법
무성 생식기	균	대선 및 군사 피막 형성 유무, 균총 색깔, 군사 생장 온도 및 속도	육안 및 실측조사
유성 생식기	버섯	포자형성 유무, 갓과 대의 위치, 갓 모양(측면, 종단면), 갓의 직경·두께·색깔, 인피 부착부위 및 색, 주름살 유무·부착 모양·측면 모양·색, 대 모양·길이, 대 길이의 비율, 대 굵기, 대 굵기의 비율, 대 색 및 털 존재 유무, 대의 털 색깔, 버섯 발생시기, 발생형, 발이온도, 발생 최성기까지의 기간, 건물율, 평균 건중량, 생산성, 생산 비율	"

〈표 7-3〉 버섯 부위별 조사 계획

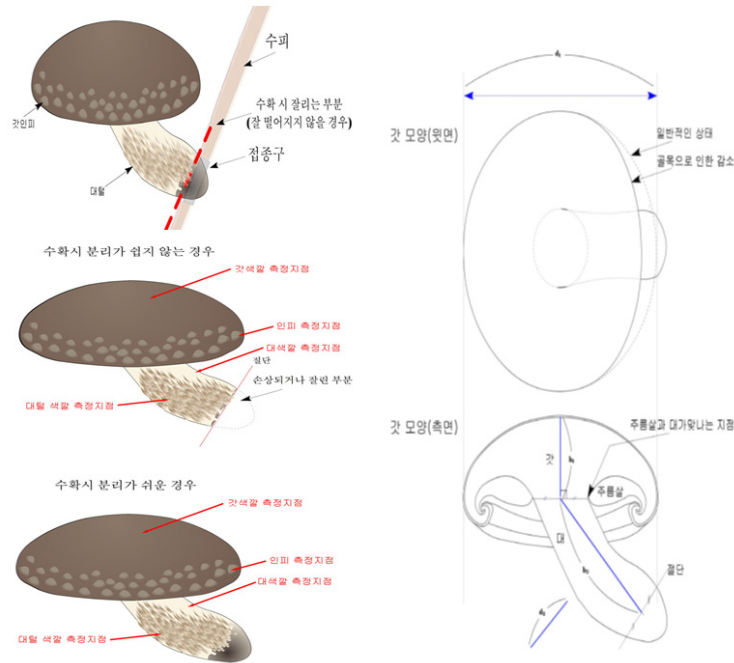
조사부위	조사형질
균	대선 및 군사밀도 및 피막형성, 균총색깔, 군사생장 온도 및 속도
자실체	발생형, 발생시기, 발이온도, 기타(맛, 향기, 질감 정도)
갓	갓과 대의 위치, 갓모양(측면, 종단면), 갓 직경·두께·색깔·인피 부착부위, 인피 색
주름살	주름살 유무·부착모양·색
대	대 모양·길이, 대 길이의 비율, 대 굵기, 대 굵기의 비율, 대 색, 대의 털 존재 유무, 대의 털 색깔

〈표 7-4〉 시기별 사진촬영 계획

시기	촬영내용
1월~2월	벌채목 골목상태
3월	접종 및 임시 눕히기, 본 눕히기
4월~12월	발생처리 및 골목관리
1차년도	균 생장기간 중 관리
2차년도	버섯 발생형태 및 관리현황

7.3 항목별 특성조사기준 및 조사방법

가. 표고버섯 주요 부위 명칭



〈그림 7-12〉 표고버섯의 형태적 특성조사 방법

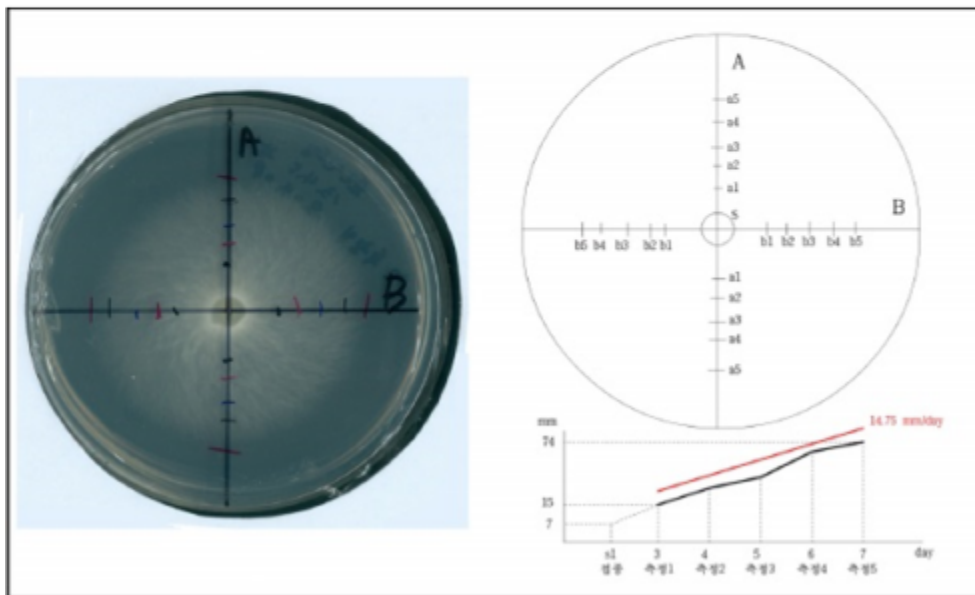
- ① 갓의 직경(형질 11번) - 자실체의 가장 긴부분과 짧은 부분의 중간에서 측정
- ② 갓의 두께(형질 12) - 갓과 대가 붙어 있는 중앙점으로 수직이 되는 지점의 높이
- ③ 대의 길이(형질 23) - 대의 상단부중심점에서 하단부의 중심점까지의 길이
- ④ 대의 굵기(형질 25) - 대 길이 중심점에서의 두께
- ⑤ 갓의 색(형질 13) - 갓의 중앙지점의 색깔
- ⑥ 대의 색(형질 27) - 대의 털이 없는 부위의 색깔
- ⑦ 갓의 인피 유무 및 부착 부위(형질 14) - 갓의 인피가 있고 없고, 또는 인피의 부착 부위
- ⑧ 대의 털 유무(형질 28) - 대 표면에 있는 털의 유무
- ⑨ 대 길이 비율(형질 29) - 갓의 직경(11)에 대한 대의 길이(23)로 나눈 값
- ⑩ 대굵기 비율(형질 26) - 갓의 직경(11)에 대한 대의 굵기(26)로 나눈 값

나. 항목별 특성조사기준 및 조사방법

(1) 표고 품종의 균사체 특성조사

균사생장 속도

번호	표현형태	계급	표준품종	비고
6 QN MS	3.4mm 이하	1		■ 접종 후 3일간의 활착시기를 제외하고 petri-dish의 2/3 까지 फैल을 때까지 생장속도를 mm/hour로 계산한 것으로 표고 버섯은 최적온도에서 3일부터 7일까지의 일간 생장량의 평균이다. * 측정자료 제출
	3.5~3.9mm	2		
	4.0~4.4mm	3		
	4.5~4.9mm	4		
	5.0~5.4mm	5		
	5.5~5.9mm	6		
	6.0~6.4mm	7		
	6.5~6.9mm	8		
	7.0mm 이상	9		

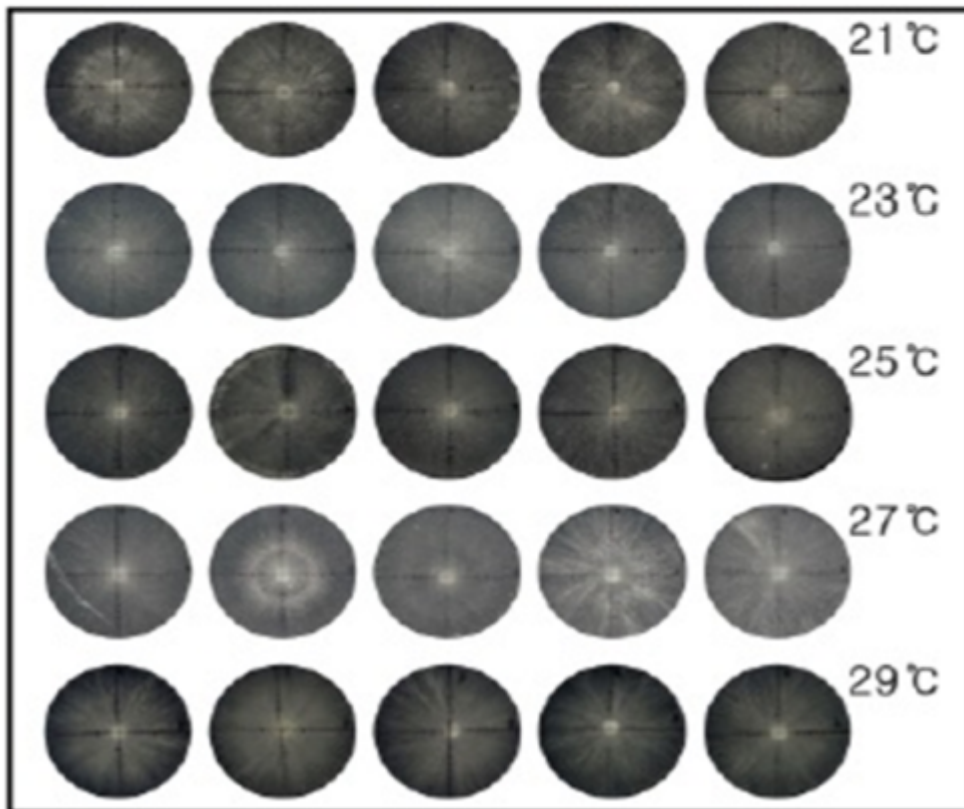


$$\text{균사생장 속도} = \{(b_n \text{ 거리} + a_n \text{ 거리})/2\}/(n-1) \text{ 이 때, } n \geq 2$$

〈그림 7-13〉 균사생장 속도 측정 방법

균사생장 온도 (7일간 배양)

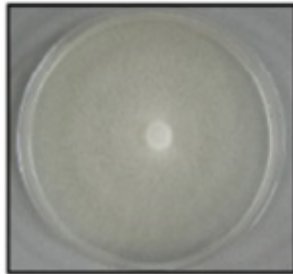
번호	표현형태	계급	표준품종	비고
5	21℃	1		■ 각 온도별 균사 성장속도를 조사하여 최적온도를 그림과 함께 도출한다. * 측정자료 제출
(*)	23℃	3		
QN	25℃	5		
	27℃	7		
MS	29℃	9		



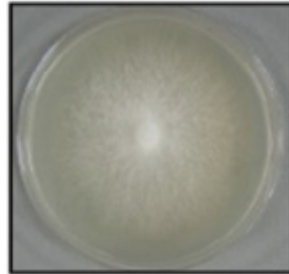
〈그림 7-14〉 균사생장 온도 측정 방법

균사밀도 측정(14일간 배양)

번호	표현형태	계급	표준품종	비고
3	성김	3		■ 최적온도에서 배양 후 관찰 * 사진 및 관찰자료 제출
PQ	보통	5		
VS	조밀	7		



성김



보통



조밀

그림 <7-15> 균사밀도 측정 방법

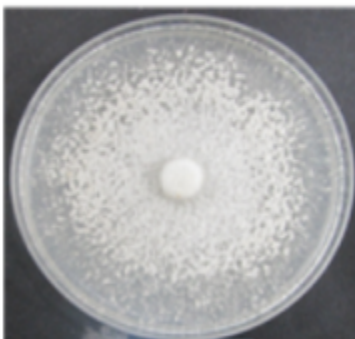


국립산림과학원

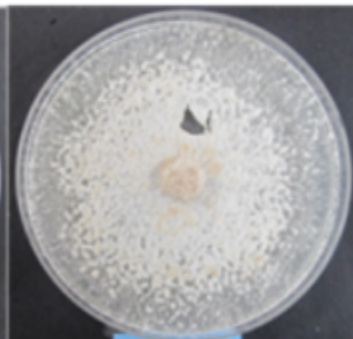
Institute of Forest Science

균총색깔 및 피막 유무 (약 21, 30일간 배양)

번호	표현형태	계급	표준품종	비고
2, 4	없음	1		■ 최적온도에서 30일 경과 후 피막형성 유무 관찰 * 사진 및 관찰자료 제출
QL	있음	9		
VS				



균총색깔(無)



피막(有)



<그림 7-16> 균총색깔 및 피막형성 조사 방법

대치선 유무 조사 (약 30일 후 측정)

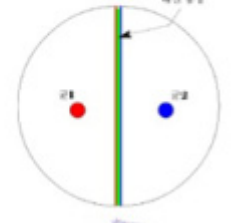
번호	표현형태	계급	표준품종	비고
1	없음	1		■ 대선행성 유무를 관찰
(*)	있음	9		* 사진 및 관찰자료
QL				
VG				

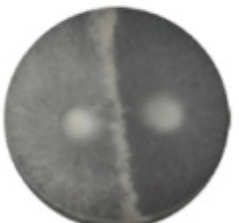
없음(1)

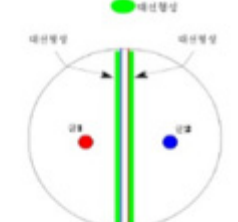




있음(9)









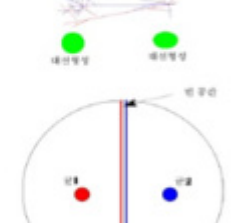




그림 <7-17> 대치선 유무(有無)의 조사 방법

갓과 대의 위치

번호	표현형태	계급	표준품종	비고
8	중심생 	1		■ 갓에 대가 붙는 위치에 따른 버섯 모양 * 사진 및 관찰자료 제출
(+)	편심생 	2		
PQ	기타	9		
VS				



- 중심생 : 대가 갓의 중앙에 위치

※ 조사한 전체 버섯 중 70% 이상을 차지하는 것으로 결정

- 측심생 : 대가 갓의 측면에 위치

※ 조사한 전체 버섯 중 70% 이상을 차지하는 것으로 결정

- 기 타 : 40~60% 정도로 중심생과 측심생 버섯이 중복될 경우

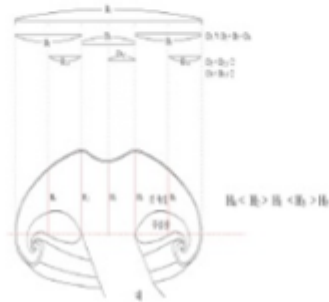
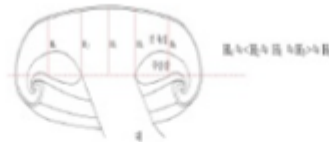
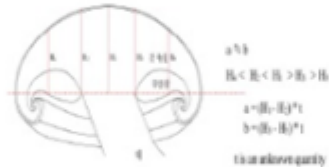
※ 버섯이 굴목 또는 주변 버섯에 의해 피해를 받아 정상적으로 성장을 하지 못한 경우 표본에서 제거하거나 가중치를 주어 확인

〈그림 7-18〉 갓과 대의 위치 조사 방법

이 문서에 대한 소유권은 국립산림과학원에 있으며, 동의 없이 수정, 변경 및 인쇄할 수 없습니다.

갓 절단면의 형태

번호	표현형태	계급	표준품종	비고
9	증앙오목형 	1		■ 옆에서 관찰시 갓의 모양 * 사진 및 관찰자료 제출
(+)	편평형 	2		
PQ	평반구형 	3		
VS	증앙볼록형 	4		
	기타	9		

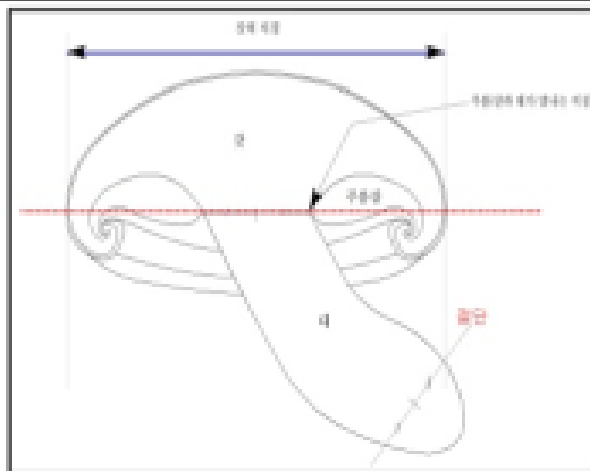
증앙 오목형
(1)편평형
(2)평반구형
(3)증앙 볼록형
(4)

〈그림 7-19〉 갓의 형태 조사 방법

갯의 직경 조사

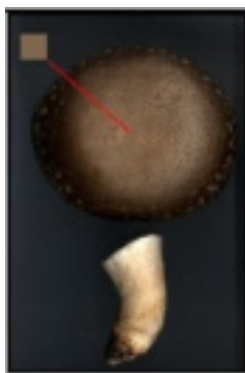
번호	표현형태	계급	표준품종	비고
11	40mm 이하	3		
(*)	41~50mm	4		
(+)	51~60mm	5		
	61~70mm	6		
QN	71~80mm	7		
MS	81mm 이상	8		

* 측정자료 제출



이 문서에 대한 소유권은 <그림 7-20> 갯의 직경 조사 방법 및 인쇄할 수 없습니다.

갯의 두께 조사

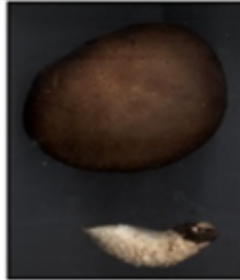


RHS 칼라차트 활용

<그림 7-21> 갯의 두께 조사 방법

갓의 인피부착 부위 및 인피 색

번호	표현형태	계급	표준품종	비고
14	없음	1		■ 인피가 부착된 위치 * 사진 및 관찰자료 제출
(+)	가장자리	2		
PQ	전체표면	3		
번호	표현형태	계급	표준품종	비고
15	없음	1		■ 인피의 색깔 유무 * 사진 및 관찰자료 제출
(+)	있음	9		
QL				
VS				



없음



가장자리



전체표면



없음



있음

※ 본문 "3. 이미지촬영"을 참고하여 RHS 칼라차트 활용

그림 <7-22> 갓의 인피부착 부위, 인피 색 조사 방법

주름살 부착 모양 및 측면 모양

번호	표현형태	계급	표준품종	비고
17	없음	1		
(+)		2		■ 버섯의 중심을 종단했을 때, 대에 주름살이 부착된 모양 * 사진 및 관찰자료 제출
PQ		3		
VS		4		
		5		



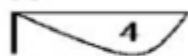
1 : 끝 붙은형(대에 주름살이 1/2정도 떨어져 있는 모양)



2 : 완전 붙은형(대에 주름살 전체가 붙어 있는 모양)



3 : 홈형(대에 주름살이 물결 모양으로 떨어져 붙어 있는 모양)



4 : 떨어진형(대에 주름살이 떨어져 있는 모양)

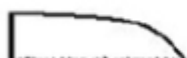
번호	표현형태	계급	표준품종	비고
18	평활형 	1		■ 주름살 측면의 하단부 모양 - 평활형 : 직선 또는 곡선 - 부정형 : 불규칙 톱니 모양 * 사진 및 관찰자료 제출
(+)	부정형 	2		
PQ	기타	9		
VS				

- 주름살 측면의 밑면에 대한 형태

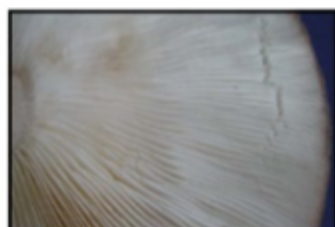
※ 성장에 따른 주름살의 갈라짐이 표현 형태에 영향을 주지 않도록 주의



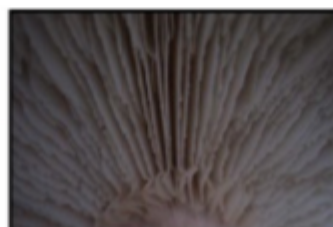
평활형 : 주름살 밑면이 선상으로 단순한 형태



부정형 : 주름살 밑면이 불규칙 톱니모양의 형태



평활형

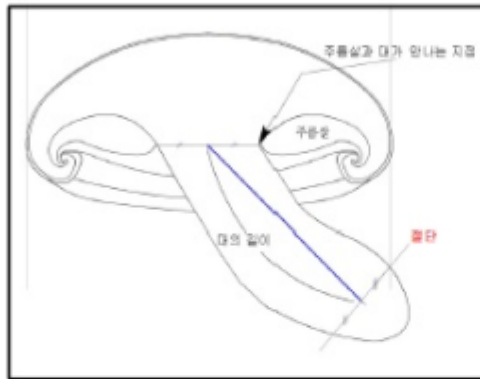


부정형

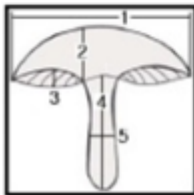
〈그림 7-23〉 갓의 주름살 부착 모양, 측면 모양 조사 방법

대의 길이 및 대 길이 비율

번호	표현형태	계급	표준품종	비고
23	짧음	3		40mm 이하
(+)	보통	5		41~54mm
QN	길	7		55mm 이상
MS				* 측정자료 제출



번호	표현형태	계급	표준품종	비고
24	작음	3		0.5 이하
(+)	보통	5		0.6~1.1
QN	큼	7		1.2 이상
MS				* 측정자료 제출



버섯 각부 명칭 그림(좌)에서 1번 갓 직경에 대한 4번 대길이의 비율

〈그림 7-24〉 대의 길이 및 대 길이 비율 조사 방법

버섯 발생시기

재배형	번호	표현형태	계급	표준품종	비고
원목 재배	노지	봄	1		■ 버섯 주발생시기 * 측정자료 제출
		봄, 가을	2		
		가을, 봄	3		
		기타	9		
	시설	봄, 가을	1		■ 버섯 주발생시기 * 측정자료 제출
		가을, 봄	2		
		여름, 가을	3		
		가을, 여름	4		
		가을, 겨울	5		
		연중	6		
		기타	9		
툽밥재배		봄, 가을	1		■ 버섯 주발생시기 * 측정자료 제출
		가을, 봄	2		
		여름 또는 가을	3		
		기타	9		

버섯의 발생시기는 종균을 접종한 시점으로부터 발생량이 가장 많은 시기로 재배 시험기간 중 월별 발생량을 기준으로 결정.

버섯이 발생한우리 중 가장 많은 순서에 따라 표현형태 기재

〈그림 7-25〉 버섯 발생시기 조사 방법

발생형

재배형	번호	표현형태	계급	표준품종	비고
원목 재배	노지	봄	1		■ 버섯 주발생시기 * 측정자료 제출
		봄, 가을	2		
		가을, 봄	3		
		기타	9		
	시설	봄, 가을	1		■ 버섯 주발생시기 * 측정자료 제출
		가을, 봄	2		
		여름, 가을	3		
		가을, 여름	4		
		가을, 겨울	5		
		연중	6		
		기타	9		
		기타	9		
틈밥재배		봄, 가을	1		■ 버섯 주발생시기 * 측정자료 제출
		가을, 봄	2		
		여름 또는 가을	3		
		기타	9		



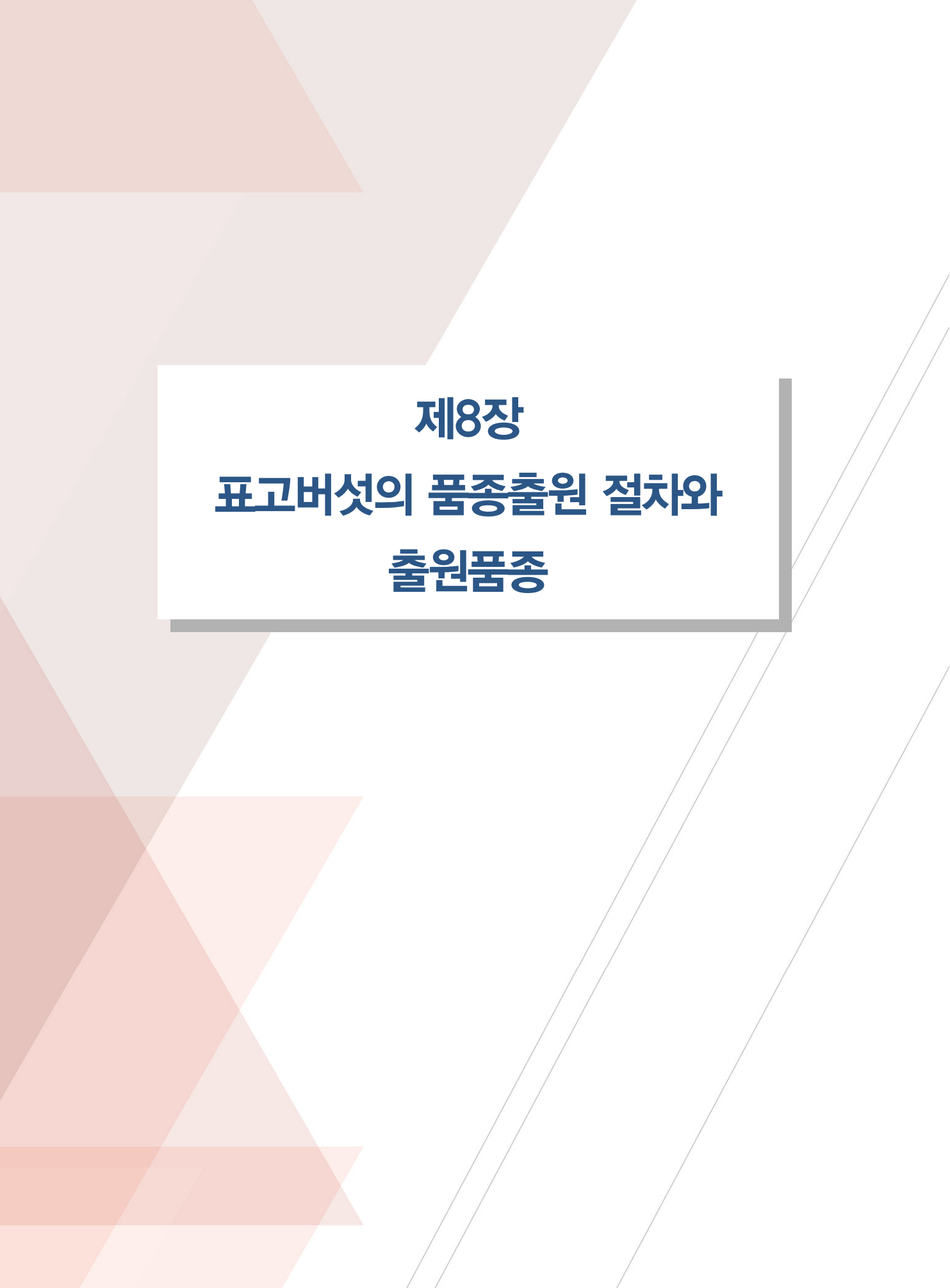
〈그림 7-26〉 발생형 조사 방법



국립산림과학원

National Institute of Forest Science

이 문서에 대한 소유권은 국립산림과학원에 있으며, 동의 없이 수정, 변경 및 인쇄할 수 없습니다.



제8장

표고버섯의 품종출원 절차와 출원품종



국립산림과학원

National Institute of Forest Science

이 문서에 대한 소유권은 국립산림과학원에 있으며, 동의 없이 수정, 변경 및 인쇄할 수 없습니다.

제8장 표고버섯의 품종출원 절차와 출원품종

8.1 품종보호제도

국제식물신품종보호동맹(UPOV)은 국제적으로 식물 신품종에 대한 지적재산권을 인정하고, 보호함으로써 육종가의 권익보호와 신품종개발 촉진 및 종자산업발전을 위한 제도이다. 품종보호를 위하여 1962년 식물 신품종보호를 위한 국제조약이 채택되었으며, 1968년 국제기구인 UPOV를 결성하여 우리나라는 2002년 50번째로 가입하였고 2016년 74개국이 가입하였다. 국내에서는 식물신품종보호법에 따라 출원품종의 심사를 거쳐 육성자의 권리를 보호하고 있다.

가. 품종보호 출원을 위한 절차

신품종으로 공인된 인정을 받고, 상업적 독점권인 품종보호권을 인정받기 위해서는 품종보호출원서를 작성하여 국립산림품종관리센터에 신청을 하여야 한다. 신청된 신품종의 승인심사는 1) 품종보호출원서 제출 2) 출원서 심사 및 심사방법 결정 3) 재배심사 4) 종합심사 5) 품종보호권 등록 순서로 이루어진다. 식물신품종보호법 규정에 따라 출원서 심사에서 품종명칭(Denomination) 규정을 먼저 통과해야 한다. 재배심사에서는 품종보호요건인 신규성(Novelty) 및 구별성(Distinctness), 균일성(Uniformity), 안정성(Stability)을 인정 받아야 한다.

- ① 신규성(Novelty) : 기존에 알려지지 않은 새로운 품종으로서 출원일로부터 국내 1년, 그 밖의 국가 4년(과수, 임목은 6년) 이상 이용을 목적으로 양도되지 아니한 경우에 해당한다.
- ② 구별성(Distinctness) : 이미 품종보호 출원되었거나 일반인에게 널리 알려진 품종과 하나 이상의 특성이 명확하게 구별되어야 한다.
- ③ 균일성(Uniformity) : 품종의 본질적인 특성이 그 품종의 번식 방법상 예상되는 변이를 고려해도 충분히 균일하게 나타나야 한다.
- ④ 안정성(Stability) : 품종의 본질적인 특성이 반복적으로 증식된 후 년차 그리고 세대간 반복에도 변하지 않아야 한다.

재배심사는 DUS(Distinctness-Uniformity-Stability) 검정을 통해 1작기, 2작기 2번의 심사로 이뤄지며, 작기별로 일관성을 승인 받아야만 한다.

나. 품종보호 출원서 작성 및 제출방법

표고버섯을 포함한 산림식물의 신품종 출원은 산림청 소속기관인 ‘국립산림품종관리센터’에서 담당하고 있다. 품종보호출원을 하려는 자는 품종보호출원서(식물신품종보호법 시행규칙 제19호 서식)를 작성하여, 이 기관의 품종보호출원 민원실(충북 충주시 수안보 수회리 670-4)로 제출하면 된다. 또한 민원실에서는 산림식물에 대한 품종보호출원과 품종생산·수입판매신고 등의 문의사항을 상세하게 안내받을 수 있다(043-850-3351 ~ 3353). 품종보호출원서에 첨부되는 서류는 1) 품종보호 출원품종의 육성 경과를 나타내는 육성계통도 2) 품종의 특성을 자세히 기술한 품종의 특성표 3) 품종의 특성이 잘 나타난 천연색 사진 등을 기술해야 한다. 또한, 출원 품종의 심사를 위한 재배시험에 소요되는 종자 시료도 첨부하여 제출하여야 한다. 다만 영양체 종자인 경우에는 종자시료의 첨부를 생략할 수도 있다. 품종보호출원시에는 출원 수수료를 납부한 증거서류(영수증, 입금표 등)도 제출하여야 한다.

8.2 국내 표고버섯 출원

국립산림과학원

National Institute of Forest Science

현재 국립산림품종관리센터에 품종보호 출원된 표고버섯은 57건이고 일반 민간육종가 또는 민간 기업에서 출원한 품종은 17건으로 작은 비율이다. 또한 출원하더라도 품종보호 출원 요건이 미흡하여 거절당하는 경우도 더러 있기 때문에 출원을 희망하는 민간육종가들의 역량을 강화해야 한다. 앞으로 국립산림과학원에서는 민간육종가 양성을 위한 교육 프로그램을 개설하여 꾸준히 관련 기술 교육을 실시할 예정이다.

■ 식물신품종 보호법 시행규칙 [별지 제19호서식]

품종보호 출원서

※ 뒤쪽의 작성방법을 읽고 작성하시기 바랍니다. (앞쪽)

접수번호	접수일	처리기간 10일
출원인	성명 (한글) (영문)	생년월일 (외국인은 국적)
	주소 (한글) (영문)	전화번호
	지분	
대리인	성명	생년월일 (외국인은 국적)
	주소	전화번호
육성자	성명 (한글) (영문)	생년월일 (외국인은 국적)
	주소 (한글) (영문)	전화번호
품종이 속하는 작물의 학명 및 일반명		
품종의 명칭 (한글) (영문)		
「식물신품종 보호법」 제31조제3항에 따른 우선권 주장	출원국명	출원일
	출원번호	
품종의 특성 설명 (별지 사용)		
품종육성 과정의 설명 (별지 사용)		

「식물신품종 보호법」 제30조제1항 및 같은 법 시행규칙 제40조에 따라 위와 같이 품종보호 출원을 합니다.

출원인(대리인) _____년 _____월 _____일
(서명 또는 인)

산림청장
국립종자원장
국립수산과학원장
귀하

첨부서류	1. 품종의 사진 2. 종자시료(종자시료가 묘목, 영양체 또는 수산식물인 경우에는 재배시험 적기 등을 고려하여 산림청장·국립종자원장 또는 국립수산과학원장이 따로 제출을 요청한 시기에 제출을 요청한 장소로 제출하여야 합니다) 3. 품종보호 출원 수수료 납부증명서 1부 4. 우선권 주장 수수료 납부증명서 1부(우선권을 주장하는 경우만 해당합니다) 5. 권리에 관한 지분을 증명하는 서류 1부(지분이 약정되어 있는 경우만 해당합니다) 6. 대리권을 증명하는 서류 1부(대리인을 통하여 제출하는 경우만 해당합니다) 7. 「유전자변형생물체의 국가간 이동 등에 관한 법률」 제8조제3항에 따른 위해성 심사서 1부(유전자 변형품종인 경우에만 해당한다) 8. 출원인의 지분을 증명하는 서류 1부(지분을 정한 경우만 해당합니다)	수수료 3만8천원
------	--	--------------

210mm×297mm[백상지 80g/㎡]

— 국내 표고버섯 출원 목록

(국립산림품종관리센터 2017. 11월 기준)

번호	출원번호	품종명칭	출원인	상태	출원일자
1	2008-4	하나참	하나바이오텍(주)	거절	2008.5.26.
2	2008-8	산림9호	국립산림과학원	보호등록	2008.7.25
3	2008-9	산조702호	산림조합중앙회	보호등록	2008.12.5
4	2009-1	산조103호	산림조합중앙회	보호등록	2009.2.26
5	2009-2	산조108호	산림조합중앙회	보호등록	2009.2.26
6	2009-3	산조109호	산림조합중앙회	보호등록	2009.2.26
7	2009-4	산조701호	산림조합중앙회 장일환 청흥영농조합 정의용	보호등록	2009.2.26
8	2009-5	HS607	우치보리토시유키 다카노시게오(일본)	보호등록	2009.2.26
9	2009-6	산림7호	국립산림과학원	보호등록	2009.2.26
10	2009-7	산림10호	국립산림과학원	보호등록	2009.2.26
11	2009-30	산조110호	산림조합중앙회	보호등록	2009.10.29
12	2009-31	가을향	국립산림과학원	보호등록	2009.11.9
13	2009-41	참아람	산림조합중앙회	보호등록	2009.12.23
14	2010-12	지앤에이 01	김영찬 (GNA 영농조합법인)	취하	2010.5.20.
15	2010-20	에이치비엘이 1호	하나바이오텍(주)	거절	2010.10.6.
16	2010-21	에이치비엘이 2호	하나바이오텍(주)	심사	2010.10.6
17	2010-34	수향고	국립산림과학원	보호등록	2010.11.15
18	2010-35	여름향	국립산림과학원	보호등록	2010.11.15
19	2010-36	천백고	국립산림과학원	보호등록	2010.11.15
20	2010-38	산조704호	산림조합중앙회	보호등록	2010.12.23
21	2011-3	소롱원	박성출	심사	2011.3.22
22	2011-4	산조705호	산림조합중앙회	보호등록	2011.4.4
23	2011-5	산조706호	산림조합중앙회	보호등록	2011.4.4
24	2011-6	산조111호	산림조합중앙회	심사	2011.4.4
25	2011-19	다산향	국립산림과학원	심사	2011.11.22
26	2011-20	천장1호	국립산림과학원	심사	2011.11.22

27	2011-21	풍년고	국립산림과학원	심사	2011.11.22
28	2011-27	산조 303호	산림조합중앙회	심사	2011.12.22
29	2011-28	산조 707호	산림조합중앙회	보호등록	2011.12.22
30	2012-15	선우	전라남도지사	보호등록	2012.5.3.
31	2012-16	선형	전라남도지사	보호등록	2012.5.3.
32	2012-33	천장2호	국립산림과학원	심사	2012.11.29
33	2013-32	백화향	국립산림과학원	심사	2013.12.04
34	2013-35	산조304호	산림조합중앙회	심사	2013.12.27
35	2013-36	산조708호	산림조합중앙회	보호등록	2013.12.27
36	2013-37	산조709호	산림조합중앙회	보호등록	2013.12.27
37	2013-38	산조710호	산림조합중앙회	보호등록	2013.12.27
38	2014-10	농진고	농촌진흥청	심사	2014.3.25
39	2014-24	산마루1호	국립산림과학원	심사	2014.12.12
40	2014-36	산조711	산림조합중앙회	심사	2014.12.31
41	2015-4	산마루2호	국립산림과학원	심사	2015.02.25
42	2015-16	레볼루션101	농업회사법인(주)지노팜	심사	2015.07.13
43	2015-32	케이에쓰11	가츠라기산교(50%) 농업회사법인 (주)케이앤피지바이오웍스(50%)	심사	2015.12.11
44	2016-1	산조503호	산림조합중앙회장	심사	2016.01.04
45	2016-2	산조712호	산림조합중앙회장	심사	2016.01.04
46	2016-9	천장3호	국립산림과학원장	심사	2016.01.15
47	2016-10	산백향	국립산림과학원장	심사	2016.01.15
48	2016-11	청계2호	청계영농조합법인(50%) 선호정(50%)	심사	2016.02.03
49	2016-15	산조713호	산림조합중앙회장	심사	2016.03.31
50	2016-20	청계1호	선혜선(50%) 선호정(50%)	심사	2016.09.22
51	2016-39	설백향	국립산림과학원장 산림조합중앙회장	심사	2016.12.14
52	2016-40	산조715호	산림조합중앙회장	심사	2016.12.14

53	2016-41	산조716호	산림조합중앙회장	심사	2016.12.14
54	2017-6	흑시8고킨	주식회사 호쿠토	심사	2017.1.24
55	2017-18	청흥1호	정익용	심사	2017.06.20
56	2017-19	송정1호	정익용	심사	2017.06.20
57	2017-20	에이치에스788	주식회사 훗켄	심사	2017.07.06



국립산림과학원

National Institute of Forest Science

이 문서에 대한 소유권은 국립산림과학원에 있으며, 동의 없이 수정, 변경 및 인쇄할 수 없습니다.

〈부 록〉
표고버섯의 생리 및 생태



국립산림과학원

National Institute of Forest Science

이 문서에 대한 소유권은 국립산림과학원에 있으며, 동의 없이 수정, 변경 및 인쇄할 수 없습니다.

〈부록〉 표고버섯의 생리 및 생태

1. 표고버섯이 발생하는 나무

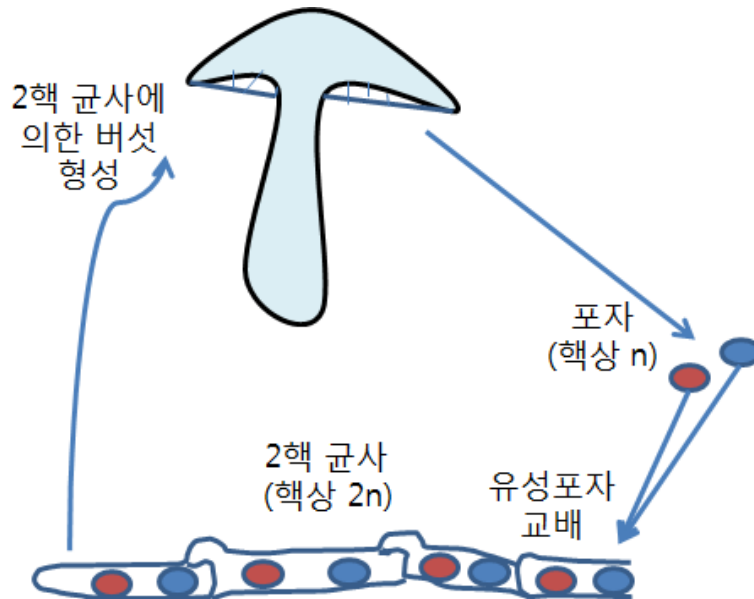
표고는 죽어 있는 활엽수 나무에서 발생하는 버섯이며, 우리나라의 산림에는 주로 죽은 참나무류(신갈나무, 갈참나무, 졸참나무, 상수리나무, 굴참나무 등)에서 관찰할 수 있다. 따라서 표고는 접종된 나무나 죽은 나무의 목재조직을 썩히면서 영양분을 얻어 살아가는 사물기생균(死物寄生菌)이다. 외국에서 표고재배에 사용되는 것으로 알려진 나무는 *Alniphyllum*, *Altingia*, 자작나무류, 서어나무류, 밤나무류, *Cornus*, 조록나무류, *Elaeocarpus*, *Engelhardtia*, 비파나무류, 우묵사스레피류, *Garcinia*, 배롱나무류, *Liquidambar*, 예덕나무류, 굴피나무, 참나무류, 검양옻나무, 사람주나무류, *Sloanea* 속 등이다.



〈그림 1〉 신갈나무에서 발생한 야생 표고와 원목재배한 표고

2. 표고버섯의 생활사와 영양원

표고는 다른 버섯들과 마찬가지로 포자에서 발아된 단핵균사들 중 화합성이 맞는 것이 서로 교배하여 2핵균사를 만든다. 2핵 균사는 생장을 통해 버섯을 만들 정도로 충분한 균사체량을 만든다. 한해의 어느 시기에 버섯발아의 온습도 조건이 맞아지면 버섯을 만들게 된다. 버섯은 위의 일련의 과정을 반복하면서 살아간다.



〈그림 2〉 표고의 생활사

표고 등 목재부후균에 속하는 버섯류는 식물체에 있는 목재 주성분인 셀룰로오스, 헤미셀룰로오스, 리그닌과 그밖의 전분, 단백질 등을 이용한다. 표고는 목재 주성분의 구성요소를 모두 분해할 수 있어 백색부후균에 속한다. 표고나 맛버섯, 느타리, 팽이 등의 재배 버섯류는 백색부후균으로 분류되어지고 있으나 같은 목재부후균에서도 팽이나 느타리의 경우처럼 목재성분의 의존도가 낮은 버섯류도 있다. 표고균은 세포외로 분해효소를 분비하여 세포 밖의 고분자 물질을 저분자 물질로 분해하여 흡수한다. 이때 목재조직을 분해하는 과정에 다양한 분해효소들이 관여한다.

표고의 생장에 필요한 영양분 중 가장 많은 것은 탄소원이고 그 다음은 질소원이며, 다른 무기질이나 비타민 등도 미량으로 필요하다. 그래서 그러한 양분의 요구도는 버섯의 종류나 균사생육의 영양생장, 또는 버섯을 만드는 생식생장의 과정에서도 각각 다르게 나타나기 때문에 적당한 양분의 농도와 양, 그리고 균형이 필요하다. 일반적으로 보면 버섯류의 탄소원과 질소원의 함량 비율(C/N 비)은 영양생장에는 20:1, 생식생장에는 30:1~40:1이 최적인 것으로 알려져 있다.

3. 표고버섯의 포자

포자 형성에는 수분이 필요하고 18~26℃의 온도에서 잘 형성되며 0℃나 34℃에서는 형성되지 않는다. 생장 배지에서 포자의 발아는 18~28℃ 부근의 온도에서 24시간 이내에 100% 가까이 발아하는데 발아 적온은 22~26℃이다. 건조 상태 시 포자는 80℃에서 10분이면 사멸한다. 또한

-17.7℃의 저온에 2시간 방치할 경우에 발아율은 10~15%로 감소한다. 물속에 두었을 때에는 50℃에서 30분, 40℃에서 4시간에서 발아 불능이 되나, 30℃에서 둘 경우에는 4시간 후에 발아한다.

습도와 관계를 살펴보면, 온도 30℃의 경우에는 습도 50%에서 20일간, 습도 30%에서 50일간 유지하면 사멸된다. 그리고 35℃에서는 습도에 관계없이 50일 후에는 각각 사멸한다. 온도 20℃의 경우에는 습도 90%에서 90일, 습도 20~60%에서 210일간 유지 할 경우에 발아 불능이 된다. 하지만 습도가 10%이하로 낮은 경우에는 210일이 경과하여도 발아력이 약간 저하되는 정도이다. 포자는 직사광선에서 10분간 유지 할 경우에는 발아장애를 일으키며, 3시간이 경과하면 발아불능 상태가 된다.

4. 표고버섯의 균사 생리

가. 온도

균사 생장은 품종에 따라 다소의 차이가 있으나, 생장 온도범위는 품종에 관계없이 5~32℃이며, 32℃ 이상에서는 표고균의 생장이 정지된다. 최적 온도는 24~26℃이다. 표고 품종별로는 큰 차이가 없고 온도에 따른 생장 차이가 크다.

표고는 -20℃의 낮은 온도에 3일간 방치하여도 버섯나무 안의 있는 균사가 약해지거나 죽지 않고 다시 상온으로 돌아오면 건전한 생장을 할 수 있다. 그러나 한천배지에 배양한 표고 균사를 35℃의 고온에 3일간 방치하였다가 상온으로 돌아오면 균사의 생장은 극단으로 나빠지며, 일부는 사멸되기도 한다. 또 40℃ 이상의 온도에서는 수 시간 내에 사멸하고 만다. 그러므로 표고 재배에서 버섯나무는 높은 온도에 노출되지 않도록 각별한 주의가 필요하며, 직사광선을 받을 시에는 버섯나무의 온도가 50℃를 넘는 경우도 생기게 되므로 각별한 주의가 필요하다.

나. 수분

표고 균사는 원목의 세포 간극(間隙)에 있는 자유수를 이용하여 신장하는데 35~40%의 함수율이 필요하며, 최적 함수율은 37~40%이다. 수중에 따라서 다르지만 섬유 포화점이 20~26%에서는 균사가 생장하지 않는다. 벌채직후의 원목은 생재 상태이기에 수분 함량도 많고 형성층이 살아 있는 상태이므로 사물기생균인 표고균의 생장에 좋지 않다.

〈표 1〉 버섯나무의 함수율에 따른 군사생장

함수율 (%)	29.2	30.0	33.0	35.0	36.0	37.0	38.0	39.0	40.0	41.2	42.6
군사생장 면적(cm^2)	1.7	2.3	3.6	5.0	4.9	5.0	5.4	5.9	5.7	8.1	7.3

*버섯나무: 졸참나무, 접종: 5월 6일 박피: 6월 4일(메이지제과연구소, 1995)

표고 원목재배의 경우에는 정확한 숫자로 표시하기는 어려우나 군사생장에는 35~45% 정도의 목재 함수율이 적당하다. 표고 군사는 목재 내부가 100%의 포화상태 이거나 목재섬유 공간 전체에 물이 없는 상태에서는 생장하지 않는다. 졸참나무 원목벌채시의 함수율은 38~42%이고 원목 수종의 섬유포화점은 22~25%이다. 또한 표고 군사의 생육 한계 함수율은 23~25%로 군사가 생존 가능한 한계 함수율은 12~13%이고, 사멸하는 함수율은 9~11%이므로, 이는 군사의 배양관리에 있어서 반드시 알아야 할 사항이다.

〈표 2〉 버섯나무의 함수율에 따른 군사의 생장면적

버섯나무 함수율(%)	군사의 생장(cm^2)	버섯나무 함수율(%)	군사의 생장(cm^2)
29.2	1.7	37.5	5.1
30.0	2.3	38.0	5.4
33.0	3.6	39.0	5.9
35.0	5.0	40.0	5.7
35.5	5.2	41.2	8.1
36.0	4.9	42.6	7.3

※ 수종은 졸참나무로 종균 접종 30일후의 군사 생장면적을 조사.

함수율은 건량기준과 습량기준으로 표시하는 경우가 있는데 전자는 건중량에 대한 수분의 양을, 후자는 원 중량에 대한 수분의 양을 지칭한다. 일반적으로 목재의 함수율은 건량 기준으로 표시하나 버섯에서는 습량기준으로 나타내는 것이 보통이다. 따라서 본 내용에서도 총 습량기준의 함수율로 표시하였으며 습량 및 건량 기준의 함수율 계산 공식은 아래와 같다.

① 습량기준 함수율(%)

$$= \text{생중량} - \text{절건 중량} \div \text{생중량} \times 100$$

② 건량기준 함수율(%)

$$= \text{생중량} - \text{절건 중량} \div \text{절건 중량} \times 100$$

사물기생에 속하는 표고균은 목재조직이 살아있는 생목 상태의 목재에서는 생장이 나쁘다. 같은 수분상태에 있어서 목재조직의 생사와 균사의 생장과의 관계를 살펴보면 목재조직이 말라서 죽은 것이 월등히 우수하다. 따라서 표고 재배에는 목재조직이 죽은 나무를 이용하는 것이 중요하다.

〈표 3〉 원목 목재조직의 생사와 표고균사의 생장

품종	수종	목재의 사멸처리 원목 ¹⁾		무처리 원목 ²⁾	
		함수율 (%)	균사생장 (mm)	함수율 (%)	균사생장 (mm)
A(241)	줄참나무	39~42	100~105	39~40	12~37
	상수리나무	39~40	100~105	39~42	6~12
B(358)	줄참나무	39~42	93~105	39~40	10~27
	상수리나무	38~41	95~105	39~41	12~21
C(114)	줄참나무	38~41	97~105	39~40	11~27
	상수리나무	38~41	97~105	39~42	11~21
D(514)	줄참나무	38~40	100 <	39~42	17~30
	상수리나무	38~42	100~104	39~41	15~22

1) 목재사멸처리 : 고압처리(1.5kg/cm, 1시간)

2) 무처리 원목 : 벌채직후 토막치기 한 원목, 배양 25℃, 12일간

표고 재배에 사용되는 원목의 목재조직은 목재를 건조 하는데 따라서 수분이 감소하여 말라 죽는 일이 빠르게 진행된다. 그렇기 때문에 표고 균사의 생장은 벌채할 때의 원목 함수율(약 40% 전후) 보다 낮고, 목재조직이 고사하였을 때가 표고 균사 생장에 가장 적합하게 된다. 목재의 함수율 면에서는 35% 이상이 좋고, 목재의 고사가 우선하고 그 다음에 목재 내의 수분이 확보되도록 하여야 한다.

습도가 낮으면 버섯나무가 말라서 균사발육이 나빠지고, 높으면 해균의 침해를 받기 쉽다. 균사

가 발육하는 공기중의 습도는 70~80%가 적당하나 골목내의 표고 군사 발육을 잘 시키려면 버섯 재배장의 공중습도가 평균 70~75% 정도가 적당하다. 어린버섯(원기) 만들기에 필요한 버섯나무의 함수율은 35~55%이다.

톱밥배지에서의 표고 군사 생장은 배지 중의 공기 함유량에 따라서도 각각 다르다. 일반적으로는 배지 중의 함수율이 40~70% 사이에서 매우 양호한 군사 생장을 나타낸다. 그리고 군사생장에 알맞은 최적의 함수율은 60%로 나타났다.

〈표 4〉 배지 수분과 군사의 생장(25℃·mm/10일)

배지 수분(%)	30	35	40	50	60	70
여름 재배용 품종의 생장량	0	0	42.7	42.7	46.7	41.6
가을 재배용 품종의 생장량	0	0	37.3	46.9	49.1	46.9
봄 재배용 품종의 생장량			39.5	45.9	45.9	43.7

다. 수소이온 농도(pH)

표고 군사는 수소이온 농도(pH) 4.5~6.0의 약산성에서 가장 잘 생장한다. pH 8 이상의 알칼리 성이나 pH 1~2의 강한 산성에서는 군사의 생육이 나빠지게 된다. 보통 원목 pH는 5.7 전후로 군사가 번식하고 목재의 부후가 진행되면 대사산물 때문에 pH 3.8~4.5 정도로 변화된다.

이 문서에 대한 소유권은 국립산림과학원에 있으며, 동의 없이 수정, 변경 및 인쇄할 수 없습니다.

라. 산소

군사가 원목내에서 자라는 동안 햇빛은 그다지 필요하지 않다. 그러나 표고는 호기성 균이므로 산소가 적은 곳에서는 잘 자라지 않으며, 산소의 요구량이 느타리 등 다른 버섯보다 월등히 높다. 그렇기 때문에 산소(공기)가 없으면 생육하지 않는다. 따라서 목재 중에 수분이 과도하게 많으면 산소가 부족하여 군사생장이 나빠지게 된다. 일반적으로 원목내의 공극률은 약 20%가 가장 좋은 것으로 알려져 있다.

마. 빛

표고균은 엽록소가 없어 탄소동화작용을 하지 않으므로 군사생장에 햇빛이 필요하지 않다. 그러나 실제 재배에서는 생장온도 확보, 수분관계, 원기형성 등 관리 면에서 일반적으로 1,500~2,000 룩스의 빛이 필요하다. 또한 나무의 수관(나무의 가지가 붙어있는 부분으로 수관의 밀도에 따라서

햇빛이 투과되는 정도가 다르다)으로부터 약간의 산광이 비치는 정도로 밝게 유지하여 주는 것이 필요하다.

표고군사의 생장은 암흑조건 하에서 성장하고 빛이 강하게 되면 성장을 억제시킨다. 군사 배양기간의 빛의 상태는 버섯 발생에도 영향을 주고, 버섯 발생량에도 영향을 준다. 군사를 배양하는 전 기간을 암흑 상태로 할 경우에는 버섯 발생기간의 빛의 유무에 관계없이 버섯이 발생하지 않고, 전 기간 혹은 부분적으로 빛을 주는 경우에는 버섯 발생 기간에 빛을 주지 않아도 버섯이 발생한다. 또한, 군사를 배양하는 동안에 빛에 노출시키는 시기가 늦을 때에 버섯 발생상태가 좋아진다.

5. 버섯나무화와 버섯의 형성

표고군사가 원목 내에 번식하고 목재의 부후가 진행되어 버섯나무화가 되고, 적당한 조건이 갖춰져서 버섯의 원기(어린버섯)가 만들어져 정상적인 버섯으로 성숙되는 과정을 말한다. 이때 표고균이 목재에 만연하여 버섯 발아와 버섯발생 및 성숙과정에 필요한 인자들에 대해 설명하고자 한다.



국립산림과학원

National Institute of Forest Science

가. 부후 정도의 판정

자연 조건 하에서 부후되지 않은 목재도 건조되면 20% 전후의 중량감소가 일어나지만 균에 의한 부후가 진행되면 30~50%의 중량감소가 일어난다. 일반 목재의 경우 중량감소율이 60%에 이르면 목재의 강도는 0에 가깝게 나타나, 매우 강도가 저하된 상태가 된다. 그러나 버섯나무는 변재부 및 심재부에서 부후 정도가 다르기 때문에 실제로는 강도저하를 강하게 느낄 수 없다. 부후가 진행된 버섯나무는 수피에 광택이 있고, 탄력성도 강하다. 피층 및 코르크층은 연하며 담황색으로 부후되고 나이트는 불명료해 진다. 목부는 부드러워지고 누르면 수피 밑에 견고한 원기를 감지할 수 있다. 또한 수분 보유력이 좋은 반면에 건조하여 가볍게 되기 쉽다.

나. 버섯나무화와 자실체 형성과의 관계

영양적인 측면에서 볼 때, 군사가 원목 내에 번식하고 버섯발아가 이루어지려면, 먼저 군사는 목재내부의 영양분을 분해 흡수하고, 군사체내에 충분한 양분을 저장한 상태가 되어야 한다. 군사의 생장속도와 버섯나무의 부후정도는 반드시 일치하지는 않지만, 부후정도와 버섯발아 간에는 상관 이 있고, 그것은 품종에 따라서도 다르다. 군사에 의한 목재의 부후의 적온은 25~30℃이다.

〈표 5〉 표고품종의 성장성과 부후성(%)

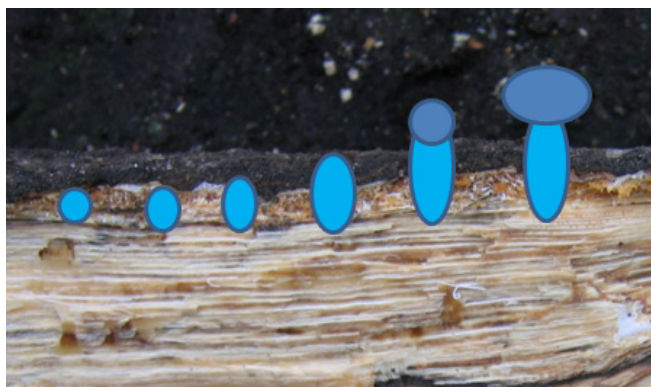
품 종	발 생 형		성장성	부후성
	봄	가을		
봄 발생 1	95	5	70	22,0
봄 발생 2	81	19	77	24,2
봄 발생 3	96	4	60	25,8
여름 발생 1	93	7	76	30,0
가을 발생 1	31	69	66	28,1
가을 발생 2	34	66	72	29,7

※ 성장성 : 25℃에서 4개월 경과한 골목내 군사

부후성은 톱밥배지 내에서 80일 배양한 졸참나무 목편의 중량감소율

예를 들어 원목재배의 버섯 발이상태를 살펴보면, 표고의 원기는 수피 내부에 형성되므로 목재 내부는 물론이고, 표피와 목재 사이에 있는 코르크층, 인피, 형성층까지 군사가 충분히 번식하여 부후된 것이 아니면 완숙된 버섯나무라고 말할 수 없다. 수피부위의 부후가 충분하지 않으면 버섯의 발생량은 적어지고, 기형 버섯이 발생하며 수피 심부에 원기를 형성하고 버섯의 줄기에 목재가 부착된 상태로 수확되는 현상도 생기게 된다. 표고 톱밥재배의 경우에도 위의 원리가 똑같이 적용되므로 이러한 메카니즘은 반드시 숙지 할 필요가 있다.

톱밥배지도 버섯나무와 같은 역할을 한다. 배양이 완료된 경우에 톱밥배지 표면에 갈색의 균막이 형성되는데 이 균막은 버섯나무의 수피와 같이 배지 내의 수분유지와 외부로부터의 잡균침입 방지 등의 기능을 한다. 원목재배의 경우와 같이 톱밥재배에 있어서도 버섯으로 분화하는 원기형성은 톱밥배지의 균막 아래에서 이루어진다.



〈그림 3〉 버섯나무의 수피에서 버섯발이 모습도

표고의 영양균사는 적당한 조건이 갖추어지면 생식균사로 전환되어 버섯으로 성장한다. 이때 중요한 것은 온도, 수분, 빛, 충격이다. 버섯을 만들 정도로 충분히 자란 균사는 8~10℃ 온도 차이에 의해 어린버섯(원기)을 만든다. 따라서 표고는 '변온결실성'의 특성을 갖는 균이다. 재배 실패를 들어 설명하면, 밤과 낮의 기온차가 큰 봄과 가을에 표고가 많이 발생하는 계절로써 표고재배의 적기인 것과 같은 이치이다.

표고균사가 성숙하여 필요한 양분을 축적하면 품종에 관계없이 온도 15~25℃에서 버섯나무 함수율 35~55%와 어느 정도 밝은 조건의 환경 일 때 원기는 상시 연속적으로 수피내부에 형성된다. 온도와 원기의 형성 상태를 보면 10℃이하나 30℃이상에서는 원기가 형성되지 않는다. 또한 온도와 원기형성에 필요한 일수는 20℃(15일) 정점으로 하여 15~25℃(15~30일)일 때가 많다.

(1) 자실체 발생 온도

표고는 버섯이 발생하는 온도범위가 매우 넓다. 그래서 버섯이 주로 발생하는 온도 범위에 따라 고온성 품종(15~22℃), 중온성 품종(10~20℃), 저온성 품종(8~15℃)으로 나눈다. 그러다 보니 자연조건에서는 봄과 가을에 표고를 관찰할 수 있는 것이다.

표고 자실체의 생장온도 범위는 5~30℃이다. 온도가 낮으면 생장에 시간이 걸리는 반면에 살이 두꺼운 대형 버섯이 되고, 고온에서는 그 반대로 된다. 버섯채취 기간은 온도가 내려가면 길어지게 된다.

이 문서에 대한 소유권은 국립산림과학원에 있으며, 동의 없이 수정, 변경 및 인쇄할 수 없습니다.

(2) 자실체 발생 습도

버섯발육에 적당한 습도는 80~90%이다. 50% 이하의 상태가 1주일간 계속되면 발생된 버섯은 건조하여 말라죽어 버린다. 또 습도가 너무 많으면 버섯에 수분이 많아 시장가치가 낮은 물버섯이 되어 버린다.

(3) 자실체 발생과 빛

원기는 빛이 없으면 형성되지 않는다. 버섯나무 표면의 밝기는 1,500룩스 이상이 필요하다. 버섯나무 내의 균사에 다다른 빛의 양은 외수피의 두께에도 관계하여 외수피 두께가 2mm 이상의 부위에서는 버섯의 원기가 형성되지 않는다. 또한 그 외수피의 두께는 버섯나무 내로 수분의 투과나 버섯의 발이에도 관계한다.

(4) 형성된 원기의 소멸

일단 형성된 버섯의 원기도 온도가 높아지면 소멸이 많이 된다. 버섯원기의 소멸기간은 25℃에서 1개월 정도 또는 10℃ 이하에서 3개월 이상으로 추정되고 있다.

〈표 6〉 버섯나무 온도별 1개월간 중량과 원기 수 변화

처리온도	12℃	18℃	24℃	비고
버섯나무 중량	90%	74%	66%	버섯나무중량은 처리 전을 100%로 함
원기수	110개	93개	62개	

※ 균주 241호, 향온실내(습도 90%), 3년 경과된 버섯나무

다. 어린버섯의 비대생장 및 성숙

나무의 수피 내부에 형성된 원기는 저온, 수분, 충격 등의 자극이 주어지면 그것이 방아쇠의 역할을 하여 원기의 비대생장이 시작된다. 이때 가장 중요한 역할을 하는 것이 저온 자극이고, 온도는 균사 생장의 적온보다 낮다. 그래서 자극 온도 및 기간은 품종계통에 따라서 각각 다르다. 낮은 온도에 오랜기간의 자극을 필요로 하는 것, 저온 및 고온이 반복되는 어느 정도의 기간이 필요로 하는 것, 고온일 경우에 짧은 기간의 저온의 기간이 필요로 하는 것 등으로 나눈다.

위에서 언급한 온도조건에 관련하여서 버섯나무의 수분상태도 영향하는데 함수율이 낮은 편이 좋은 것, 반대로 높은 쪽이 좋은 것 등 품종계통에 따라 다르다.

앞에서 언급한 저온자극, 수분상태 등에 따라서 원기의 비대생장은 개시되지만, 그 효과를 높이는 수단으로써 충격을 주는 방법이 있다. 침수타목의 효과는 옛날부터 행해져 왔다. 예를 들면 자연발생에 있어서 버섯나무나 톱밥배지의 두드림, 버섯나무나 톱밥배지의 쓰러뜨리기, 연중재배(시설재배)에서의 침수 등이 있다. 온도, 수분, 충격 등의 세 가지 상승효과를 주는 방법이고, 특히 급격한 환경변화와 자극을 버섯나무나 톱밥배지에 주는 침수효과가 매우 크다.

(1) 온도

버섯의 생장 가능한 온도는 5~30℃ 범위에 있으나 품종에 따라서 품질에 상당한 영향을 준다. 일반적으로는 온도가 낮으면 갓은 두껍고 대형으로 줄기가 짧고, 양질의 버섯이 되지만 생장에는 시간을 요한다. 이와 반대로 온도가 높으면 육질이 연하고 소형이고 갓 두께가 얇은 갓이 피고,

줄기도 길어지는 등 성장기간은 빠르나 품질이 나빠진다. 발육 생장온도는 10~20℃쯤이 좋으며 극단적으로 높거나 낮은 온도에 장시간 놓아두면 그 후에 변온이 주어져도 회복이 불가능하게 되어 말라 죽는 일도 있으므로 환경관리에 상당한 주의가 필요하다.

(2) 수분

버섯의 성장에는 버섯나무의 함수율 및 공중습도가 관계하며 이 양자의 균형상태가 성장이나 형태에 크게 발현한다. 버섯나무의 함수율은 35% 부근 이상을 필요로 하나, 수분이 적을 때 갓은 소형으로 많을 때는 대형의 버섯으로 성장한다. 공중습도는 80~90%가 적당하다.

그러나 버섯의 품질 형태에서 보면 향신형은 80% 이상일 때, 또한 동고형은 65~70%일 때에 많이 생산된다.

일반적으로 습도가 낮은 경우는 소형으로 갓에 균열이 생기고, 60% 이하에서 생육을 정지하고 더구나 50% 이하의 상태로 오랜 시간이 계속되면 고사한다. 이와 반대로 90% 이상의 습도가 높은 경우에는 버섯의 인피 등의 모양이 보풀어 오른다. 연질, 대형, 암갈색이 강하고 물버섯으로 되며, 부패도 빨라지는데 특히, 버섯나무 함수율, 공중습도 등이 높은 경우에 이 현상이 현저하게 나타난다.

(3) 빛과 산소

이 문서에 대한 소유권은 국립산림과학원에 있으며, 동의 없이 수정, 변경 및 인쇄할 수 없습니다.

원기가 버섯으로 비대성장 하는 데에는 빛, 산소 등이 필요하다. 표고는 호기성 균으로 원기형성 후에 암흑상태에서는 양질의 버섯으로 성장하지 않는다. 빛이 부족하면 발이가 적고, 색이 옅어지며, 줄기가 긴 버섯으로 되고 작은 상태에서 갓이 피는 등 품질이 나쁜 버섯으로 된다. 또한, 빛의 파장은 자색광에서 청색광이 가장 적당하고, 적색광으로 갈수록 버섯발생이 적다.

표고균은 호흡작용을 영위하기 때문에 성장에는 산소(공기)가 필요하다. 그렇기 때문에 야외에서는 특별한 문제가 없으나, 실내재배에서는 환기에 주의하지 않으면 버섯의 품질이 나빠진다. 또한 버섯 나무나 톱밥배지의 수분이 포화상태에 있으면 균사는 산소부족으로 발이(눈트기)가 나빠지게 된다.

(4) 발이 및 버섯나무의 수분 및 양분과의 관계

버섯나무 내의 양분은 봄~가을에 걸쳐서 서서히 증가하고 가을에는 당이나 질소가 수피 하부에 많이 축적되어진다. 이때 원기의 비대 성장이 시작되어 원기주변에 새로운 균사가 다발모양으로 발육하고 버섯나무 내의 수분과 질소분 등의 양분은 버섯의 직 하부에 집적되기 시작하여 그것이

버섯의 비대 생장에 사용되어진다.

버섯의 갓이 피기 시작하는 생장이 활발한 시기에는 그 버섯의 직 하부의 수분이나 양분은 감소한다. 그러나 버섯의 생장이 완료되면 다시 양분이 축적된다. 이 현상은 버섯이 발생하지 않은 곳에서는 볼 수 없다가 버섯발이 할 때에는 수분 및 양분이 다량으로 필요하기 때문에 수분과 군사가 축적한 양분 량의 다소가 발이에 크게 영향하는 것을 의미한다. 한편 버섯을 만든 버섯나무는 다음 번 버섯발이에 필요한 양분을 축적하려면 자연상태에서는 수개월, 적어도 4개월 이상을 필요하게 된다.

(5) 버섯의 생장 및 수확량

일반적으로 표고가 생장하고, 갓의 막이 갈라지진 후에 갓이 피는데 크기는 증가하나 실질 중량증가는 없는 것으로 생각하여왔다. 그러나 최근에는 갓이 피어도 버섯의 중량 증가는 있는 것으로 보고 있다. 단기간에 발이를 계속하는 생표고의 경우 버섯의 중량 증가는 있어도 그 후의 발이 상태에의 영향이 정해져 있는 것은 아니지만 버섯의 품질 저하가 있을 것으로 추정된다. 또한 건표고의 경우는 연속적으로 중량이 증가한다는 실험결과가 다수 있다.

(6) 표고의 수확량

표고재배에서 버섯나무 1본에서 발생하는 버섯의 양은 이론적으로는 버섯나무의 질소함유량으로 추정한다. 버섯나무의 경우 질소함유량은 원목중량의 33%쯤 포함되어 있으나 원목 1본에서 유출되는 성분 등을 빼면 원목중량의 15%정도가 된다. 버섯의 생산량은 품종과 버섯나무의 상태, 환경요인에 따라 영향을 받지만, 버섯나무 1본의 수확량은 대부분 일정한 경향성과 비슷한 양상을 보인다고 말할 수 있다. 일반적으로 버섯 생산량은 원목 1본에 1.5kg 내외, 톱밥재배는 배지무게의 25% 내외로 계산하면 무리가 없다. 국내 임산물 생산비 통계 자료에 따르면, 국내의 표고 생산량은 위의 생산량에 못 미치는 결과를 나타내고 있다.

참고문헌



국립산림과학원

National Institute of Forest Science

이 문서에 대한 소유권은 국립산림과학원에 있으며, 동의 없이 수정, 변경 및 인쇄할 수 없습니다.

참고문헌

- 권오웅, 권용락, 김태훈, 유성열, 우효진, 이로영, 고한규, 김선철. 2014. 신제품 심사를 위한 표고버섯 재배 및 특성조사 매뉴얼. 국립산림품종관리센터.
- 박원철, 이태수, 이원규, 변병호, 이창근. 1996b. 선발육종 및 교잡육종에 의한 원목 재배용 표고균주 육성. 한국임학회지 85(2) : 309-315.
- 배재수, 이기봉, 주린원. 2004. 조선시대 국용임산물 -전국지리지의 임산물을 중심으로-. 국립산림과학원 연구자료 제215호. 315p.
- 이원목. 1933. 椎茸 인공재배시험. 임업시험장시보 제8호. pp. 22-52.
- 이응래. 1996. 한국 표고재배사(3). 임산버섯 41호. pp. 44-45.
- 이응래. 1997. 한국 표고재배사(5). 임산버섯 44호. pp. 20-22.
- 이태수, 윤갑희, 박원철, 김재성, 이지열. 2000. 새로운 표고재배기술. 임업연구원 연구자료 제158호. 세진기획. 389p.
- 정대교. 1966. 표고(椎茸) 버섯 재배. 부민문화사. 161p.
- Chang, S. T. and P. G. Miles. 2004. Mushrooms: Cultivation, nutritional value, medicinal effect, and environmental impact. 2nd ed. CRC Press. 451p.
- Hibbett, D. S. and Y. Fukumasa-Nakai and A. Tsuneda. 1995. Phylogenetic diversity in shiitake inferred from nuclear ribosomal DNA sequences. Mycologia 87: 618-638.
- 長谷部 公三郎. 1999. 原木栽培用シイタケの開発と育種素材. 菌蕈 7月号.
- 朝鮮總督府農林局. 1936. 朝鮮の林業. 大海堂印刷株式會社.
- 村田懋麿. 1931. 土名對照滿鮮植物字彙. pp. 680-696.

국립산림과학원 연구자료 목록

1. 외국수종육성에 관한 시험. 1959.
2. 한국산 야생용 식물 - 초본편. 1959.
3. 세계인공림에 관한 회의보고서. 1968.
4. 야생동물실태조사 제 3보. 1968.
5. 한국수목해충총목록. 1969.
6. 한국조류분포목록. 1969.
7. 광릉시험림의 솔잎혹파리구제에 관한 보고. 1969.
8. 야생식물식물도감. 1969.
9. 야생동물실태조사 제4보. 1969.
10. 해외파견기술훈련보고서 - 토양조사와 토지이용구분. 1970.
11. 한국의 펄프종이 공업. 1970.
12. 주요 임산물 통계자료. 1970.
13. 포푸라 주요 병해충의 생태와 방제. 1970.
14. 포푸라이용의 현황과 전망. 1970.
15. 조림수익율표. 1972.
16. 솔이생산기술 연찬회자료. 1981.
17. 해외목재자원 및 이용 - I. 파푸아뉴기니아. 1981.
18. 한국의 솔이에 관한 조사보고서. 1981.
19. 목재보존 기술자료. 1981.
20. 해외목재자원 및 이용 - II. 중남미. 1982.
21. 해외목재자원 및 이용 - III. 아프리카. 1983.
22. 솔이연구 및 생산기술자료. 1984.
23. 해외목재자원 및 이용 - IV. 동남아시아. 1984.
24. Compilation of Abstracts on Gall Midges of Woody Plants(수목혹파리에 관한 초록집). 1984.
25. 주요수종의 수익성. 1985.
26. Report on Biological Control of the Pine Gall in Korea. 1985.
27. 미국과 일본의 산림자원정책. 1985.
28. 오지리의 산림조사평가와 표준오차계산표. 1985.
29. 일본의 임산버섯 연구 및 생산기술. 1986. 국립산림과학원에 있으며, 80-1, 80-2, Study on Rational Utilization of Tropical Timber and Globalization of Korean Wood Industry. 1993.
30. 산지이용구분조사보고서. 1986.
31. 해외목재자원 및 이용 - V. 북미. 1986.
32. 임산버섯생산기술 연찬회자료. 1987.
33. 간벌소경재의 가공이용기술. 1987.
34. 산림자원조사보고서 - 강원도 기본계획구. 1987.
35. 산림자원조사보고서 - 동부영림서 기본계획구. 1987.
36. 산림자원조사보고서 - 중부영림서 기본계획구. 1988.
37. 간벌작업지 프라스틱수리집재에 관한 사례연구. 1988.
38. 해외목재자원 및 이용 - VI. 소련:극동시베리아. 1989.
39. 임업투자수익율표. 1989.
40. 산림자원조사보고서 - 경상북도(대구직할시 포함) 기본 계획구. 1989.
41. 산림자원조사보고서 - 남부영림서 기본계획구. 1989.
42. 미립목지의 주요수종 수확예측. 1989.
43. 산림토양단면도집. 1989.
44. 해외임산공업현황 - I. 대만·일본. 1989.
45. 목재도장기술. 1989.
46. 대나무재배기술. 1990.
47. 산림자원조사보고서-경남(부산직할시 포함) 기본계획구. 1990.
48. 일본의 소나무재선충병연구. 1990.
49. 소련·중국의 임업정책연구. 1990.
50. 열대재의 재질과 가공성. 1990.
51. 쾨기르기. 1991.
52. 산림과 물. 1991.
53. 일본의 제재기술동향. 1991.
54. 일본의 목재보존의 기술동향. 1991.
55. 세계주요국의 임업연구. 1991.
56. 산림자원조사보고서 - 전라북도(광주직할시 포함) 기본 계획구. 1991.
57. 산림자원조사보고서 - 전라남도 기본계획구. 1991.
58. 환경과 야생동물. 1991.
59. 한국의 임산업. 1991.
60. 목재건조기술. 1991.
61. 목재접착·조색·도장기술. 1991.
62. 도시·산림·환경. 1991.
63. 석재자원조사보고서(I). 1992.
64. 세계의 임산업. 1992.
65. 아까시나무 자원과 이용. 1992.
66. 세계주요국의 산림·임업법률연구. 1992.
67. 수목 및 목재의 성분이용. 1992.
68. 겨울철새의 도래실태. 1992.
69. 산림자원조사보고서(충북). 1992.
70. 산림자원조사보고서(충남). 1992.
71. 임업연구를 위한 기초통계학. 1992.
72. 북한의 임업. 1992.
73. 한국산 버섯 색인집. 1992.
74. 목질탄화 및 탄화물의 토양개량재 이용. 1992.
75. 목재월가 건조 스케줄. 1993.
76. 산림자원조사보고서(경기도, 서울, 인천, 원주영림서 포함 기본계획구). 1993.
77. 산림자원조사보고서(제주도 기본계획구). 1993.
78. 합판산업 구조개선방안. 1993.
79. 산림휴양·생태관광계획. 1993.
- 80-1. 열대목재의 합리적 이용 및 목재산업 국제화 증진 방안. 1993.
- 80-2. Study on Rational Utilization of Tropical Timber and Globalization of Korean Wood Industry. 1993.
81. 석재자원조사보고서(II). 1994.
82. 해외조림투자환경. 1994.
83. 활엽수자원보고서(경상남도 기본계획구). 1994.
84. 활엽수자원보고서(전라남도 기본계획구). 1994.
85. 활엽수자원보고서(제주도 기본계획구). 1994.
86. 목재-재질재료의 성능향상 및 가공·이용기술. 1994.
87. 표고재배기술 연구자료. 1994.
88. 천마재배기술 연구자료. 1994.
89. 톱밥 종합이용. 1994.
90. 일본 목재보존공업기술 동향. 1994.
91. 임목종자와 양묘. 1994.
92. 한국의 목재자원과 수급 및 임산업현황. 1994.
93. 산림측량실무. 1994.
94. 목조주택 시공기법. 1994.
95. 한국산 주요목재의 성질과 용도. 1994.
96. 통나무집 축조기술. 1994.
97. 목질재료의 신접착기술. 1994.
98. '95임업연구성과설명회 자료(목재산업분야). 1995.
99. '95임업연구성과설명회 자료(임산버섯분야). 1995.
100. '95임업연구성과설명회 자료(특수임산물리용분야). 1995.
101. 산림생태계 생물다양성 조사분석 및 표본관리 방법. 1995.
102. 속성활엽수의 해외조림투자환경(베트남, 미얀마, 칠레, 서호주를 중심으로). 1995.
103. 솔잎혹파리 논문집 I. 생태, 피해, 방제전략. 1995.

104. 솔잎혹파리 논문집 II. 생물적, 화학적, 임업적 방제. 1995.
105. 솔잎혹파리 논문집 III. 일본, 유럽, 미국. 1995.
106. 한국수목해충목록집. 1995.
107. 임업본업론과 중국의 임업발전방향. 1995.
108. 중국의 임업산업정책과 구역비교연구. 1995.
109. 우리나라 목재수급실태. 1995.
110. 활엽수자원조사보고서(충청남도 기본계획구). 1995.
111. 활엽수자원조사보고서(전라북도 기본계획구). 1995.
112. 활엽수자원조사보고서(경상북도 기본계획구). 1995.
113. 임업연구 기본계획. 1995.
114. 뉴질랜드의 임업 및 임산업 투자환경
- 북섬지역을 중심으로. 1995.
115. 구조용 목질재료의 이용과 환경영향. 1995.
116. 한국수목병명목록집. 1995.
117. 열대활엽수의 해외조림투자환경(말레이시아, 솔로몬, 파푸아뉴기니아를 중심으로). 1996.
118. '96연구성과설명회 자료집(임산공업분야)
- 산업환경변화에 대응한 임산공업의 새로운 모색. 1996.
119. 한·일 산림생산공학 학술회의. 1996.
120. 임업경제동향 - 연차보고서. 1996.
121. 계방산 및 울릉도산림생태계의 생물다양성. 1996.
122. 활엽수자원조사보고서(전국 총괄). 1996.
123. 활엽수자원조사보고서(경기도 기본계획구). 1996.
124. 활엽수자원조사보고서(강원도 기본계획구). 1996.
125. 활엽수자원조사보고서(충청북도 기본계획구). 1996.
126. 한국산림과 온실가스 - 흡수·저장 및 저감방안-, 1996.
127. 산림생장 및 수확예측 모델론. 1996.
128. 환경보전형 곤충병원미생물을 이용한 잔디해충 방제. 1996.
129. 임업연구원 소장 곤충표본목록 I 나비목. 1996.
130. 임업경제동향-연차보고서(1997). 1997.
131. 나무의 신비. 1997.
132. 우리나라의 산촌지역 구분조사. 1997.
133. 한국의 목재수급실태. 1997.
134. 산림자원조사보고서. 1997.
135. 중국의 임업·임산업 현황과 투자환경. 1997.
136. 일제시대의 국유림관리 -보호·처분·경영을 중심으로-. 1997. 이 문서에 대한 소유권은 국립산림과학원에 있으며,
137. 목조건축의 외장용 목재. 1997.
138. 조선시대 산림사료집. 1997.
139. 임도망계획방법. 1998.
140. 임업경제동향-연차보고서. 1998.
141. 표고 재배기술. 1998.
142. 폐목재발생 및 재활용실태. 1998.
143. 산림의 온실가스 저감방안. 1998.
144. 목질탄화물(숯과 목초액)의 농업 및 환경적 이용. 1998.
145. 설악산 산림생태계의 생물다양성과 생태관광개발 잠재력 평가. 1998.
146. 우리나라 야생동물의 보호·관리실태. 1999.
147. 표고 재배기술향상. 1999.
148. 임업경제동향-연차보고서. 1999.
149. 자연휴양림 이용특성 및 효율적 관리방향(1). 1999.
150. 송이 증수 및 품질향상 기술. 1999.
151. 주요 수종의 육종계획. 1999.
152. 임업의 새로운 조류. 1999.
153. 송이 증수 및 인공재배 연구. 1999.
154. 임업경제성분석 프로그램 사용설명서. 1999.
155. 임업경제성분석 지침서. 1999.
156. 목재인증제의 동향. 1999.
157. 도시림 실태조사 및 관리방안. 1999.
158. 새로운 표고재배기술. 2000.
159. 폐목재의 수집체계 개선 및 재활용 촉진방안. 2000.
160. 식·약용식물 재배법. 2000.
161. 임업연구원 소장 곤충표본목록 II 곤충류(나비목제외). 2000.
162. 임업경제동향 2000년/봄. 2000.
163. 한국기록종 버섯 재정리 목록. 2000.
164. 백합나무 조림기술. 2000.
165. 밤나무 재배기술. 2000.
166. 임업경제동향 2000년/여름. 2000.
167. 임업경제동향-연차보고서. 2000.
168. 송이산 가꾸기 및 송이증수. 2000.
169. 한국과 일본의 산지관리 제도. 2000.
170. 혼농림업의 현황과 발전방향. 2000.
171. 원목규격과 해설. 2000.
172. 폐탄광지의 환경복원녹화 기술개발 국제심포지엄. 2000.
173. 임업경제동향 2000년/가을. 2000.
174. 임업경제동향 2000년/겨울. 2001.
175. 임업경제동향 2001년/봄. 2001.
176. 일본의 산촌진흥시책. 2001.
177. 비무장지대 조사방안 토론회. 2001.
178. 임업경제동향 2001년/여름. 2001.
179. 숯과 목초액 이용. 2001.
180. 온·한대림의 보전과 지속가능한 경영을 위한 기준 및 지표. 2001.
181. 임업경제동향 2001년/가을. 2001.
182. 한국의 근·현대 산림소유권 변천사. 2001.
183. Green GNP와 산림자원경영. 2001.
184. Traditional Knowledge for Soil Erosion Control in the Republic of Korea. 2001.
185. 산림유역의 비점오염원 관리 - 산림작업이 수질에 미치는 영향 및 저감대책 -. 2001.
186. 주요국의 산림·임업정책. 2001.
187. 주요국의 산림·임업법률. 2001.
188. 임업경제동향 2001년/겨울. 2002.
189. 임업경제동향 2002년/봄. 2002.
190. 임업경제동향 2002년/여름. 2002.
191. 도시림의 합리적 이용·관리방안. 2002.
192. 외국의 산불예방과 진화. 2002.
193. 우리나라 귀화식물의 분포. 2002.
194. 중국임업 및 임산업투자환경. 2002.
195. 임업경제동향 2002년/가을. 2002.
196. 산림수문 장기모니터링 자료집(산림유역의 물순환 조사). 2002.
197. 북미산 활엽수재의 재질과 용도. 2002.
198. 백두대간의 생태계 현황 및 관리법위 설정. 2003.
199. 세계의 산림자원과 목재무역. 2002.
200. 2002 수요열린 세미나 자료집. 2003.
201. 임업경제동향 2002년/겨울. 2003.
202. 임업경제동향 2003년/봄. 2003.
203. 생물반응기와 생물체 대량배양. 2003.
204. 대기오염과 산림생태계 변화모니터링. 2003.
205. 임업경제동향 2003년/여름. 2003.
206. 흰개미의 생태와 방제. 2003.
207. 홍릉수목원의 버섯. 2003.
208. 주요국의 산림계획제도. 2003.
209. 임업경제동향 2003년/가을. 2003.
210. 북한 산림·임업동향. 2003.
211. 기후변화협약에 따른 국가보고서 작성 기초 연구. 2003.
212. 제초제 내성 관여 유전자와 흡수, 제초제의 생화학 및 대사, 형질전환 식물의 잔류물질. 2003.
213. GM 수종의 환경적 고찰. 2003.
214. 포플러의 생물학. 2003.
215. 조선시대 국용임산물(전국지리지의 임산물 항목을 중심으로). 2004.
216. 2003 수요열린 세미나 자료집. 2004.
217. 임업경제동향 2003/겨울. 2004.
218. 산림수자원 모니터링. 2004.

219. 채종원의 효율적 관리방안. 2004.
220. 임도밀도 목표량 산정연구. 2004.
221. 임업경제동향 2004년/봄. 2004.
222. 동북아 지역의 사막화 원인과 대책. 2004.
223. 휴양림 목조시설 유지관리 매뉴얼. 2004.
224. 알기 쉬운 소나무재선충. 2004.
225. 임업경제동향 2004년/여름. 2004.
226. 생태계접근법의 개념과 이행지침. 2004.
227. 임산물품질인증지침. 2004.
228. 두릅나무 및 음나무 재배기술. 2004.
229. 임업경제동향 2004년/가을. 2004.
230. 표고와 송이의 최근 재배동향. 2004.
231. 기후변화 협약 관련 IPCC 우수실행지침. 2004.
232. 북한 산림-임업동향 및 주요수종. 2004.
233. 2004 토요세미나 자료집. 2005.
234. 임업경제동향 2004년/겨울. 2005.
235. FSC 산림인증 심사용 Check list. 2005.
236. 임업경제동향 2005년/봄. 2005.
237. 목재 유통구조 분석. 2005.
238. 광릉시험림 천연소나무림 실태조사. 2005.
239. 일본의 임지개발허가제도. 2005.
240. 임업경제동향 2005년/여름. 2005.
241. 2005 열린세미나 자료집(상). 2005.
242. 임산물품질인증지침(개정판). 2005.
243. 산지이용구분도 구축방법의 문제점 및 개선방안. 2005.
244. 실내공기환경과 목질제품. 2005.
245. 임업경제동향 2005년/가을. 2005.
246. 항공사진 임체표본촬영. 2005.
247. 이차대사산물 생산공장으로서의 식물세포배양. 2005.
248. WTO/DDA 목재류 분야 협상의 최근 동향. 2005.
249. 수목유래 isoflavonoids 화합물의 구조동정을 위한 핵자기공명 및 질량분석자료. 2005.
250. 독일가문비나무의 생물학. 2005.
251. 잣나무의 염록체 유전체. 2005.
252. 북한 산림-임업동향 및 주요수종 II. 2005.
253. 목침목의 활용 방지 및 폐침목의 재이용. 2005.
254. WTO/DDA 농업협상의 논의쟁점과 단기소득 임산물의 대응방향. 2005. 대한 소유권은 국립산림과학원에 있으며, 국립산림과학원
255. 세계의 산불위험예보시스템. 2005.
256. 2005 열린세미나 자료집(하). 2006.
257. 임업경제동향 2005년/겨울. 2006.
258. 표고재배 및 병해충 관리. 2006.
259. 임업경제동향 2006년/봄. 2006.
260. 일본 국유림 레크레이션 숲 관련 제도. 2006.
261. 2006 열린세미나 자료집(상). 2006.
262. 임업경제동향 2006년/여름. 2006.
263. 일본 국유림 레크레이션 숲 관련 제도 II. 2006.
264. 수목의 오존내성 매카니즘과 피해반응. 2006.
265. 소나무재선충병의 국제 연구동향. 2006.
266. 수목의 생리활성 탐색. 2006.
267. 기내배양을 이용한 산림자원의 증식. 2006.
268. 수목유래 Isoflavonoids 화합물의 구조동정을 위한 핵자기 공명 및 질량분석자료(II). 2006.
269. 산지계류의 생태적 복원방법. 2006.
270. 약화목재의 제조기술 및 이용. 2006.
271. 임업경제동향 2006년/가을. 2006.
272. 제주시험림 생태관광다당성 조사. 2006.
273. 기후변화협약과 산림. 2006.
274. 소나무재선충병 바로알기. 2006.
275. 북한 산림-임업 동향 및 주요 수종(III). 2006.
276. 통계로 본 산림자원의 변화와 임산물 수급추이. 2006.
277. EU-일본의 임업보조금. 2006.
278. 2006 열린세미나 자료집(하). 2007.
279. 소나무의 유전변이와 유전자원보존. 2007.
280. 임업경제동향 2006년/겨울. 2007.
281. 독일 및 이탈리아의 농산촌관광 정책과 현황. 2007.
282. 산림 항공사진 검색 시스템 사용자 매뉴얼. 2007.
283. 임업경제동향 2007년/봄. 2007.
284. 2007 열린세미나 자료집(상). 2007.
285. 핀란드 및 독일의 산림부문 온실가스 통계체제. 2007.
286. 임업경제동향 2007/여름. 2007.
287. 대나무-대나무속-죽초목. 2007.
288. 산림유전자원 표본목록. 2007.
289. 제주지역의 임목유전자원. 2007.
290. 일본의 산촌진흥대책 추진매뉴얼. 2007.
291. 개량종자 생산을 위한 재종원 조성 및 관리. 2007.
292. FSC 산림경영인증 및 CoC 목제품원료인증 교육자료집. 2007.
293. 임산물품질시험 인증지침. 2007.
294. 임산염료 자원을 이용한 천연염색(I). 2007.
295. 꽃송이버섯. 2007.
296. 수목유래 Isoflavonoids 화합물의 구조동정을 위한 핵자기 공명 및 질량분석자료(III). 2007.
297. 목질탄화물의 흡착이용. 2007.
298. 임업경제동향 2007/가을. 2007.
299. 산림항공사진 영상판독시스템과 수치임상도 제작 사용자 매뉴얼. 2007.
300. 한국의 도시숲. 2007.
301. 리기다소나무림 관리방안. 2007.
302. FSC CoC 목제품원료인증 교육자료집. 2007.
303. 산물관리 원칙과 전략적 활동 지침. 2007.
304. 백두대간의 지리적 범위 구명 방안. 2007.
305. Post-2012 산림탄소 배출권 계정의 동향. 2007.
306. 북한의 산림-임업 동향 및 주요 수종(IV). 2007.
307. 2007 열린세미나 자료집(하). 2007.
308. 지역개발과 산지법의 실태. 2008.
309. 일본의 산림기능구분과 산림관리. 2008.
310. 임업경제동향 2007/겨울. 2008.
311. 을수동 산림생태지도. 2008.
312. 지속가능한 관광 및 생태관광 인증. 2008.
313. 임업경제동향 2008/봄. 2008.
314. 2008 열린세미나 자료집(상). 2008.
315. 코린도 칼리만탄 조림지 임목자산 평가조사보고. 2008.
316. 임업경제동향 2008/여름. 2008.
317. 제5차 국가산림자원조사 - 현지조사 매뉴얼 -. 2008.
318. 수치임상도(1:25,000) 표준 제작체계. 2008.
319. 산림작업용 장비. 2008.
320. 백합나무(*Liriodendron tulipifera* L.) - 생장특성과 관리기술 -. 2008.
321. 제주시험림 야생동물 생태도감. 2008.
322. 모두베기에 의한 소나무재선충병의 방제. 2008.
323. 남산숲의 식생과 토양 특성. 2008.
324. 임산염료 자원을 이용한 천연염색(II). 2008.
325. 지역공동연구 활성화를 위한 시험림 조성 및 특산수종 발굴. 2008.
326. 수치임상도 제작 운영·관리 프로그램 사용자 매뉴얼. 2008.
327. 영상탐재 현장조사 시스템 사용자 매뉴얼. 2008.
328. 북한의 산림-임업 동향 및 주요 수종(V). 2008.
329. 해외 바이오매스 이용 현황 -일본-. 2008.
330. 산림의 유전자원 보존. 2008.
331. 임업경제동향 2008/가을. 2008.
332. 외래 유전자 도입 포플러 데이터베이스. 2008.
333. 산림생태계 관리를 위한 새로운 접근! 산지소생물권. 2008.
334. 희귀 산림유전자원 보존 연구. 2008.
335. 유실수의 유용성분 분석. 2008.
336. 국내외 숲해설 관련 인증제도. 2008.
337. 호두과피 탈피기 개발 및 이용. 2008.

338. 품질인증 방부처리목재 수종별 방부처리도와 자상처리 기준 추가 타당성 조사. 2008.
339. 산지계류의 생태적 복원기법 II - 생태적 복원계획과 분석. 2008.
340. 산불피해지 생태변화 조사방법 매뉴얼. 2008.
341. 유럽 산촌지역의 현황 및 제도분석. 2009.
342. 2008 열린세미나 자료집(하). 2009.
343. 임업경제동향 2008/겨울. 2009.
344. 산림유전자원 종자목록 - 내대산림연구소 보유편(2009) 2009.
345. 임업경제동향 2009/봄. 2009.
346. 항공영상 활용 현장조사 시스템(소프트웨어) 스탠드 얼론 버전(Stand Alone Version) 사용자 매뉴얼. 2009.
347. 산림입지도(1:5,000) 제작 표준매뉴얼. 2009.
348. 제4차 전국산림자원조사 민유림 총괄편. 2009.
349. 2009 열린세미나 자료집(상). 2009.
350. 홍릉수목원의 보물찾기-버섯 99선. 2009.
351. 일본의 산촌지역 도농교류 우수사례. 2009.
352. 임업경제동향 2009/여름. 2009.
353. 일본의 보안림제도. 2009.
354. 제4차 전국산림자원조사 국유림 총괄편. 2009.
355. 미국의 국가산림자원조사 지도제작 프로그램. 2009.
356. 운문골 산림생태지도. 2009.
357. 미국의 도시녹지 탄소계정. 2009.
358. 식물호르몬 분석 실무. 2009.
359. 2009 한국의 산림경관 및 생태계 관리권역. 2009.
360. 일본의 포름알데히드방출 목질제품 관리제도. 2009.
361. 산림종자유전자원 DB 구축 현황. 2009.
362. 조경수 재배기술 관리. 2009.
363. 임업경제동향 2009/가을. 2009.
364. 산림 벌채 부산물의 압축화 기술. 2009.
365. 주요 조림수종의 양묘기술. 2009.
366. 제주지역의 야생버섯. 2009.
367. 북한의 산림임업 동향 및 주요 수종(IV). 2009.
368. 주요국의 국유림 정책 및 경영실태. 2009.
369. 산림 GIS 데이터베이스 구축 및 활용. 2009.
370. 숲과 물이 만나는 수변림. 2009.
371. 잔물 재확산 방지 관리 기술. 2009. 유권은 국립산림과학원에 있으며.
372. 2008~2009 산림재해백서. 2009.
373. 중국 대나무 도감. 2009.
374. Feasibility study on the development of community based forest management for improving watershed condition and poor household welfare in west Java, Indonesia. 2009.
375. 일본의 바이오매스타운 조성정책과 추진사례. 2010.
376. 2009 열린세미나 자료집(하). 2010.
377. 1991~2009년 산불발생위치지도. 2010.
378. 임업경제동향 2009/겨울. 2010.
379. 일본의 환경영향평가제도. 2010.
380. Cytokinin의 분자생리학. 2010.
381. 임업경제동향 2010/봄. 2010.
382. 백합나무 시설양묘 사업기술. 2010.
383. 소나무재선충병 매개충 현장 중독정 매뉴얼. 2010.
384. Forest Eco-Atlas of Korea. 2010.
385. 정사항공사진을 활용한 제5차 수치임상도(1:25,000) 제작 매뉴얼. 2010.
386. 2010 열린세미나 자료집(상). 2010.
387. 유성번식을 통한 무병 천마의 기내생산방법. 2010.
388. 임업경제동향 2010/여름. 2010.
389. 지상부 바이오매스 공간분포 추정에 관한 주요국 연구 동향 분석. 2010.
390. 세계 산림 수종별 바이오매스 추정. 2010.
391. 육외시설 및 건축외장재의 유지관리 매뉴얼. 2010.
392. Ligneous Flora of Jeju Island. 2010.
393. 지속가능한 난대림 산림경영 연구의 이론과 실제. 2010.
394. 일본의 산림 탄소상쇄 사업 지침. 2010.
395. 백합나무 특성 및 관리. 2010.
396. 임산염료 자원을 이용한 천연염색(III). 2010.
397. 인도네시아의 산림-임업. 2010.
398. 해외 바이오매스 이용 현황 -유럽 및 미주-. 2010.
399. 임산물품질인증 지침. 2010.
400. 산림치유 프로그램 운영 사례집. 2010.
401. 임업경제동향 2010/가을. 2010.
402. 숲길질악지벌레 피해분포도. 2010.
403. 북한 산림-임업동향 및 주요 수종(VII). 2010.
404. 산림 바이오매스 에너지. 2010.
405. 산림탄소상쇄 사업설계가이드라인-시범사업용. 2011.
406. 산림유전자원 현지외보존 현황. 2011.
407. 2010 산림재해백서. 2011.
408. 임업경제동향 2010/겨울. 2011.
409. 산림청지정 희귀멸종위기 식물 제166호 산개나리. 2011.
410. 일본의 바이오매스타운 조성·운영 지원 법률 및 제도. 2011.
411. 임업경제동향 2011/봄. 2011.
412. 홍릉 숲에 사는 개미. 2011.
413. 편백 시설양묘 사업기술. 2011.
414. 산불감시카메라 가시권 분석을 통한 '산불탐지 가시권 지도'. 2011.
415. 제6차 국가산림자원조사 및 산림의 건강활력도 조사 현지조사 지침서. 2011.
416. 산림입지도양도(1:5,000) 제작 표준매뉴얼-ver. 2.0-. 2011.
417. A1B 기후변화 시나리오에 따른 개미의 분포와 풍부도의 변화 예측. 2011.
418. 임업경제동향 2011/여름. 2011.
419. 곤충페로몬 및 식물체정유를 이용한 산림해충 방제제 개발. 2011.
420. 두륜산 산림생태지도. 2011.
421. 2011년 국립산림과학원 난대산림연구소 제주시험림 산림경영인증 재심사 보고서. 2011.
422. 2011 제주시험림의 지속가능한 산림경영 현지이행 성과. 2011.
423. 방부목재 가이드북(개정판). 2011.
424. 국가별 목재펠릿 정책 및 유럽의 시장 동향. 2011.
425. 일본의 바이오매스타운 녹색관광 추진사례. 2011.
426. 중국 대나무 도감 - 2. 2011.
427. 산림치유지도사를 위한 소아천식질환 가이드북. 2011.
428. 산림탄소순환마을 보급형 목조주택 모델. 2011.
429. 중국의 산림자원조사 체계. 2011.
430. 인도네시아의 CDM 국가 가이드. 2011.
431. 조선에 있는 산림과 전설. 2011.
432. 목질판상제품의 산업현황 및 국제표준화 동향. 2011.
433. 특용자원 표준재배지침서 - 2. 2011.
434. 산림미생물 유전자원의 관리. 2011.
435. 임업경제동향 2011/가을. 2011.
436. 산림유전자원 현지내 보존림 현황. 2011.
437. 기후변화 대응을 위한 산림분야 감축활동 및 연구동향 - 미국의 사례를 중심으로. 2011.
438. 미국의 도시녹지 수목 재적 및 바이오매스 평가. 2011.
439. 숲으로 떠나는 마음 여행. 2011.
440. 우리나라의 산림자원 현황 -제5차 국가산림자원조사(2006-2010) 주요 결과. 2011.
441. 호두나무 재배기술. 2011.
442. 일본의 보안림 정비지침 및 카나와와현 산림정비 사례. 2011.
443. 소나무재선충병 예찰·진단 지침서. 2011.
444. 북한 산림-임업동향 및 주요 수종(VIII). 2011.
445. 사진으로 보는 한국의 소나무재선충병 발생사. 2011.
446. 아시아의 기후변화와 산불. 2011.
447. 포르투갈, 헝가리 산림 현황 및 연구. 2012.
448. 광릉 숲의 졸참나무와 서어나무 고사목에 서식하는 딱정벌

- 레. 2012.
449. 임업경제동향 2011/겨울. 2012.
450. 2011 산림재해백서. 2012.
451. 인도네시아 주요 열대수종. 2012.
452. 산림병해충 기술교본. 2012.
453. 홍릉 숲에 사는 나비. 2012.
454. 단기소득임산물 경영지원시스템 모형 개발. 2012.
455. 거제수나무 시설양묘 시범기술. 2012.
456. 임업경제동향 2012/봄. 2012.
457. 낙엽송의 개화결실 특성과 종자결실 증진. 2012.
458. 국제 산림정책 동향. 2012.
459. 한국개미분포도감(2007~2009). 2012.
460. 임업경제동향 2012/여름. 2012.
461. 한국나비분포도감(1996~2011). 2012.
462. 일본의 버섯 현황과 관련 제도 및 정책. 2012.
463. 산림작업안전매뉴얼. 2012.
464. 제주도의 착생식물. 2012.
465. 인도네시아의 REDD+: 인도네시아 국가전략 및 일본의 시범 사업 사례. 2012.
466. 환경정화용 산림유전자원-호랑버들. 2012.
467. 목재 플라스틱 복합재. 2012.
468. 목조 패시브하우스 설계기술. 2012.
469. 훈그린 목조주택 설계 도면집. 2012.
470. 바이오매스의 열화학적 변환 공정을 이용한 바이오오일의 생산과 이용. 2012.
471. 해외 산림탄소상쇄 프로그램의 운영표준. 2012.
472. 한국나비분포변화 1938~2011. 2012.
473. 표고의 생화학적 특성. 2012.
474. 사할린건축물 보존을 위한 임업적 산림재해 관리 방안. 2012.
475. 주요 잔디해충의 생태와 관리. 2012.
476. 외국도입수종재의 성질 및 용도. 2012.
477. 목재를 이용한 주거환경이 지구환경 및 인간의 신체발달과 정서에 미치는 영향. 2012.
478. 임목종자의 저장과 종자수명. 2012.
479. 대기오염과 수목피해. 2012.
480. 통합과학적 산림치유 프로그램 매뉴얼. 2012.
481. 산림경관자원 조사·경관계획. 2012.
482. 산림유역의 수질보전을 위한 최적관리기법. 2012.
483. 우리나라의 해안방재림 실태. 2012.
484. 복본자말기. 2012.
485. 북한의 산림·임업동향 및 주요 수종(IX). 2012.
486. 목재에너지림 조성 및 관리 사례-영국·독일편-. 2012.
487. 나라꽃 무궁화 재배 및 관리. 2012.
488. 유실수 특용수 전정기술. 2012.
489. 소나무재선충병 방제 실무 매뉴얼. 2012.
490. 분재 재배 및 병해충 관리. 2012.
491. 임업경제동향 2012/가을. 2012.
492. 국제 산림정책 동향. 2012.
493. 산양삼 표준재배지침. 2013.
494. 원목규격 및 재적표. 2013.
495. 임업경제동향 2012/겨울. 2013.
496. 2012 산림재해백서. 2013.
497. 난대 자원화 유망수종 육성기반 조성 연구. 2013.
498. 고사리 산지 식재기술(II). 2013.
499. 일본의 목재이용촉진법 및 지역재 인증 규정. 2013.
500. 주요국의 불법목재규제법 및 산림인증 규정. 2013.
501. 국제 산림정책 동향. 2013년 1호. 2013.
502. 임업경제동향 2013/봄. 2013.
503. 포플러 유전자 발현정보 데이터베이스 사용자 매뉴얼. 2013.
504. 산림생명공학 Q&A 자료집. 2013.
505. 소아 환경성 질환 산림치유 프로그램 진행지침서. 2013.
506. 임업경제동향 2013/여름. 2013.
507. 헛개나무 간기능 개선 및 숙취해소 효과. 2013.
508. 사회공헌형 산림탄소상쇄 사업설계 가이드라인. 2013.
509. 남부산림권역 공술 자원 및 임분관리. 2013.
510. 수목대사체 분석 및 응용. 2013.
511. 청량리 홍릉터의 역사와 의미. 2013.
512. 자연이 살아 숨쉬는 사방(사방-자연과의 공존). 2013.
513. 조선시대의 산사태 및 낙석피해 기록. 2013.
514. 특용수종 음나무 및 두릅나무 재배기술. 2013.
515. A List of Monocotyledonous Plants from Jeju Island. 2013.
516. 우리나라의 해안방재림 실태 (II). 2013.
517. 한국잔디에 발생하는 병해와 잡초. 2013.
518. 방부처리목재의 경시적 야외 내후성 변화. 2013.
519. 목재 에너지림을 위한 단벌기 경영기법: 독일 바덴 뉘르템베르크주(州)의 사례. 2013.
520. 전과정평가를 통한 국산 원목의 수종별 온실가스 배출량 산정. 2013.
521. 목질계 바이오에탄올의 생산기술과 공정. 2013.
522. 우리나라 근대임업(양묘, 조림)에 대한 시험연구 자료. 2013.
523. 산림토양진단 방법과 활용. 2013.
524. 산림수자원조사 표준 매뉴얼. 2013.
525. 산림토양 산성화 영향 모니터링 조사·분석 매뉴얼. 2013.
526. 목재생산을 위한 작업도(로) 시설 방법. 2013.
527. 마가목. 2013.
528. 기후변화 시나리오 RCP 4.5와 8.5에 따른 산림거미의 분포와 풍부도의 변화예측. 2013.
529. 대경간 목구조 건축 해외사례 모음집. 2013.
530. 시민과 함께하는 인공새집 모니터링. 2013.
531. 임업경제동향 2013/가을. 2013.
532. 산림작업용 장비 및 임목수확시스템. 2013.
533. 한국 산림전통지식 현황과 발전방향. 2013.
534. 새천년개발목표(MDGs)와 지속가능한 산림경영(SFM)을 위한 주요국의 산림 공적개발원조(ODA) 현황과 전략. 2014.
535. 세계 산림탄소 정책과 시장 동향. 2014.
536. 북한 산림·임업동향 및 주요 수종(X). 2014.
537. 국제산불심포지엄을 통해본 산불연구 및 정책동향. 2014.
538. 2013 산림재해백서. 2014.
539. 임업경제동향 2013/겨울. 2014.
540. 일본 지자체의 산촌진흥 및 산촌재생을 위한 추진시책과 사례. 2014.
541. 산림재산권 등록자료집(목재이용기술 100선). 2014.
542. 산림과학 실험분석 적합화를 위한 선형 및 비선형 모형. 2014.
543. 임도망 계획 의사결정 지원 시스템 사용자 매뉴얼. 2014.
544. 임업경제동향 2014/봄. 2014.
545. 마이크로어레이 데이터 분석기법과 그 응용. 2014.
546. 숲속의 독버섯. 2014.
547. 임업경제성분석 프로그램 매뉴얼. 2014.
548. 산불위험지 조사 지침서. 2014.
549. 표준재배 지침서(특용수 편). 2014.
550. 임업경제동향 2014/여름. 2014.
551. 농작물재해보험을 위한 복본자말기 표준수량량 연구. 2014.
552. 피나무 시설양묘 시범기술. 2014.
553. 유전자변형나무의 안정성평가에 관한 논의. 2014.
554. 기후변화 시나리오 RCP 4.5와 8.5에 따른 딱정벌레 풍부도의 변화예측. 2014.
555. 수목 유래 리그난 화합물의 구조동정을 위한 핵자기공명 및 질량분석 자료(IV). 2014.
556. 가선집재 작업매뉴얼. 2014.
557. 천마의 생장과 기능성물질 생산. 2014.
558. 경골목조건축 표준일위대. 2014.
559. 토종다래 재배기술. 2014.
560. 전국단위 산림기능구분도 제작 및 경제림 육성단지 구획조정. 2014.
561. 최근 일본의 표고 원목재배 신기술. 2014.
562. 북미지역 산림치유 프로그램. 2014.

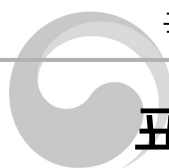
563. A List Dicotyledoneae herbaceous plants in Jeju Island. 2014.
564. 광학현미경을 이용한 목재의 마이크로피브릴 경사각과 수축률 측정. 2014.
565. 선홍꽃자왈의 역사문화자원. 2014.
566. Standard and Specification of Wood Products. 2014.
567. 한국의 재선충속(Bursaphelenchus) 선충. 2014.
568. 기후변화에 따른 제주지역 산림식생 모니터링. 2014.
569. 개화모니터링 매뉴얼. 2014.
570. 새, 홍릉술에 머물다. 2014.
571. 토양 및 식물체 분석법 -토양 물리성-. 2014.
572. 토양 및 식물체 분석법 -토양 화학성-. 2014.
573. 자연휴양림 유지관리 매뉴얼. 2014.
574. 남부지역 주요 수종별 자원특성 및 임분관리. 2014.
575. 균근성 버섯의 기초 배양 특성. 2014.
576. 한국의 수지상균근. 2014.
577. 주요 국가의 산림수자원 관리 정책. 2014.
578. 한국잔디유전자원. 2014.
579. 목재에너지림 조성 및 관리 사례 -북미 편-. 2014.
580. 산림의 기능별 숲가꾸기 기술. 2014.
581. 나노셀룰로오스. 2014.
582. 단기소득임산물 경영 의사결정 지원시스템 운영 체계. 2014.
583. 임업경제동향 2014/가을. 2014.
584. 국민안전과 국토보전을 위한 산사태 바로알기. 2014.
585. 산지토사재해 표준행동지침(SOP). 2014.
586. 산채 증식기술. 2014.
587. 현지외보존 산림생명자원. 2014.
588. 나라꽃 무궁화 품종도감. 2014.
589. 세계 산림탄소 정책·시장 동향. 2015.
590. 임업경제동향(겨울). 2015.
591. 2014 산림재해백서. 2015.
592. 물을 키우는 숲. 2015.
593. 북한 산림-임업동향 및 임업기술(I). 2015.
594. 빅데이터 분석을 통한 소각산물 대응방안. 2015.
595. 산지은행제도 사업별 이용의향조사 및 운영방안 연구. 2015.
596. 임상도의 임분고 정도 구축을 위한 고해상도 임채위성영상 분석 매뉴얼. 2015.
597. 한국의 국가산림자원조사 체계 변천(1975~2010년). 2015.
598. 일본 산림의 기능과 평가. 2015.
599. 한국의 산림 분야 국별협력전략(CPSF)수립. 2015.
600. 코스타리카의 산림환경서비스지불제. 2015.
601. 2015년 임업경제동향 봄호. 2015.
602. 기관운영전략 및 계획. 2015.
603. 녹지유형별 노린재의 분포와 다양성. 2015.
604. 홍릉술 방문자 모니터링을 통한 이용현황 파악과 경제적 가치 평가. 2015.
605. 간벌과 목표 산림형. 2015.
606. 임업경제동향(여름호). 2015.
607. 대추나무 농작물 재해보험을 위한 표준수량량. 2015.
608. 기후변화 시나리오 RCP 4.5와 8.5에 따른 파리 풍부도의 변화 예측. 2015.
609. 주요 용재수종 채종원의 유전간벌. 2015.
610. 수목의 유전공학. 2015.
611. 울타리의 유용물질 분리 및 구조동정. 2015.
612. 염화칼슘에 의한 주요 수종의 생장 및 생리반응 특성. 2015.
613. 저에너지 목조주택의 시공 및 설계 가이드라인. 2015.
614. 폐광지 및 폐채석장 복원 사례집. 2015.
615. 잔디 표준재배관리기술. 2015.
616. 광산산림자원(조경주, 잔디)표준 생산 및 관리 기술. 2015.
617. 제6차 세계산불총회 발표 논문 분석 자료집. 2015.
618. 차량용 목조교량 사례 및 설계예제집. 2015.
619. 차량용 목조교량 요소기술 개발 및 구조성능 평가. 2015.
620. 다층 목조건축 사례 및 기술동향. 2015.
621. 신개념 목질계 바이오연료, 반탄화 목재연료. 2015.
622. 바이오매스 반탄화 산업화 전망. 2015.
623. 마을숲 미래가치를 찾아서. 2015.
624. 주요 실내 사용 목재의 연소 특성. 2015.
625. 목재용 아미노계 수지 접착제. 2015.
626. 알기 쉬운 흰개미 방제 가이드북. 2015.
627. 가리왕산과 충왕산의 버섯. 2015.
628. 최근 표고재배기술. 2015.
629. 밤 수확과 저장. 2015.
630. 헝가리의 아까시나무 육성. 2015.
631. 글로벌 임목육종 현황과 미래 전략. 2015.
632. 소나무재선충병 방제기술 교본. 2015.
633. 일본의 산지토사재해 방지대책. 2015.
634. 유럽의 소나무재선충병 대응 전략. 2015.
635. 튀니지 코르크참나무 숲 복원을 위한 양묘 및 조림. 2015.
636. 소나무·낙엽송의 천연광선 메커니즘 및 기술동향. 2015.
637. 목재생산을 위한 임도망 선정 기법. 2015.
638. 2014년도 국립나무병원 연차보고서. 2015.
639. 임업경제동향 2015년 가을호. 2015.
640. 임목수확시스템 및 안전작업. 2015.
641. 기후변화 적응을 위한 산림관리 의사결정지원시스템 연구. 2015.
642. 전국 생활권 수목관리 실태조사. 2015.
643. 우리나라 아고산 침엽수림(I)-계방산. 2015.
644. 산림입지토양조사 필드 가이드. 2015.
645. 세계 산림탄소 정책과 시장 동향. 2016.
646. 북한의 산림-임업 동향 및 임업기술(II). 2016.
647. 기후변화 시나리오 RCP 4.5와 8.5에 따른 절지동물 풍부도와 다양성의 변화 예측. 2016.
648. 산림유전자원의 보존, 지속가능한 이용 및 개발을 위한 지구 행동계획. 2016.
649. 임업경제동향 2015년 겨울호. 2016.
650. 골든시드 표고 재배 기술. 2016.
651. 2015 산림재해백서. 2016.
652. 신기후체제 대응 산림과학 연구 마스터플랜(2016~2020). 2016.
653. 도서산림 특이성 분석에 따른 유형화와 생태정보 구축 방안 연구(2차년도). 2016.
654. 산림토양 산성화 모니터링 고정조사지. 2016.
655. 비자나무 : 그린 오션의 희망, 6차 산업의 비전. 2016.
656. 충남이 국가별 산림분야 개발수요와 한국의 협력전략. 2016.
657. 일본의 산촌활성화 및 녹색·생태관광 정책과 사례. 2016.
658. 미국의 숲속아열장 제도 및 운영실태. 2016.
659. 전국민 산림복지서비스 이용 현황과 전망. 2016.
660. 자유학기제 연계 산림교육 프로그램 매뉴얼 및 운영사례. 2016.
661. 부후성 버섯의 배양 특성. 2016.
662. 동해안 산불피해지의 곤충. 2016.
663. 임업경제동향 2016년 봄호. 2016.
664. 수목 호르몬 분석 및 응용. 2016.
665. 울타리 추출물의 약리활성. 2016.
666. 유엔기후변화협약 산림부문 협상을 위한 가이드북. 2016.
667. 중국 내용골 건조지/반건조지 주요 식물 목록. 2016.
668. 2015 국립산림과학원 난대·아열대산림연구소 제주시협림 FSC 산림경영 인증 심사보고서. 2016.
669. 초록을 꿈꾸는 한라산 구상나무. 2016.
670. 일본의 목재제품 품질표시제도 법률 현황. 2016.
671. 일본의 목재제품 규격과 품질기준. 2016.
672. 산림용 시설양묘 용기 개발 연구. 2016.
673. A Field Guide to The Birds of CATIE. 2016.
674. 시민참여형 도시숲 조성 및 관리사례1. 2016.
675. 미국 바이오에탄올 산업동향 및 전략. 2016.
676. 임업경제동향 2016년 여름호. 2016.
677. 현실판 임분수확표. 2016.
678. 산물진화 기계화시스템 운영 매뉴얼. 2016.
679. 시도 및 시군구별 산물다발지역 지도. 2016.
680. EuroFire 역량 표준·산물 훈련 자료집. 2016.
681. 소나무재선충병 방제기술 매뉴얼. 2016.

682. 2015년도 국립나무병원 연차보고서. 2016.
683. 2015년도 생활권 수목진료 민간컨설팅 처방전 분석 결과 보고서. 2016.
684. 미국 서부의 시설양묘 기술. 2016.
685. 산림용 시설양묘 매뉴얼(용기묘 식재). 2016.
686. 국산재를 이용한 기둥-보 목조주택의 전과정 환경영향 및 비용평가. 2016.
687. GM 포플러의 위해성평가 지표 개발. 2016.
688. 국가산악기상관측망 구축 현황(2012~2015). 2016.
689. 우리나라 아고산 침엽수림(II)-지리산. 2016.
690. 산림전통지식 현장 조사 매뉴얼. 2016.
691. 목재용 페놀 수지 접착제. 2016.
692. 구조용접성판(CLT)의 국외시장 동향 -대한무역투자공사(KOTRA)맞춤형시장조사 보고서. 2016.
693. 산림유전자원의 현지외보존 현황. 2016.
694. 광릉시현림의 산림자원 조사. 2016.
695. 포플러 단벌기 목재에너지림. 2016.
696. 임도의 계획과 시공. 2016.
697. 불량림 수종갱신 판정 핸드북. 2016.
698. 제1차 산림의 건강활력도 진단·평가 보고서. 2016.
699. 임업경제동향 2016년 가을호. 2016.
700. 임목육종 60년. 2016.
701. 2030년 산림 및 임업 핵심이슈(미래 전망 기반 제6차 산림기본계획 수립을 위한 정책제언). 2017.
702. 북한의 산림·임업 동향 및 임업기술(III). 2017.
703. 아프리카 중점협력국의 산림분야 개발수요와 한국의 협력 전략. 2017.
704. 2016 호남정맥, 금강호남정맥 자원실태와 변화. 2017.
705. 2016 백두대간 설악산권역 자원실태와 변화. 2017.
706. 멸종위기 고산지역 침엽수종 실태조사 가이드라인. 2017.
707. 산림수종 유전체 해독 동향. 2017.
708. 임업경제동향 2017년 봄호. 2017.
709. 국외 산림복지시설 조성·운영 사례. 2017.
710. 열대림의 임목 바이오매스 상대생장속(인도네시아). 2017.
711. 교도의정서에서의 토지이용 및 산림(LULUCF)부문 온실가스 인벤토리 작성을 위한 IPCC 2013 지침. 2017.
712. 2016 산림재해백서. 2017.
713. REDD+ Capacity Building Program for Forest Managers: Trainers' Manual. 2017.
714. 중국 임업발전 "제13차 5개년" 계획. 2017.
715. The Lungs of the City, Urban Forests. 2017.
716. 산림수종 분포도 제작을 위한 항공사진 입체판독 매뉴얼. 2017.
717. 나노셀룰로오스 이용 첨단신소재 연구. 2017.
718. 국내수종을 이용한 나노셀룰로오스 제조 및 특성. 2017.
719. 골든시드(Golden Seed)표고버섯 프로젝트(I). 2017.
720. 광릉 숲 딱정벌레 1998, 활엽수림과 침엽수림에 사는 딱정벌레는 다른가? 2017.
721. 임업경제동향 2017 여름. 2017.
722. 도서산림 특이성 분석에 따른 유형화와 생태정보 구축 방안 연구III. 2017.
723. 산림재산권 등록자료집II. 2017.
724. 산림용 시설양묘 매뉴얼(용기묘 수확, 저장, 운반). 2017.
725. 산림분야 4차 산업혁명 요소기술 활용 전략 개발 연구. 2017.
726. 호두나무 신품종 및 재배기술. 2017.
727. 파리협정에 따른 주요국가의 온실가스 감축목표(INDC) 및 장기 전략. 2017.
728. 타분야 사례분석을 통한 목재 제지분야 국제표준화 방안 도출. 2017.
729. 세계 목재펠릿 산업과 교육 연구. 2017.
730. 낙엽송 수확 벌채지 내 낙엽송 조림목의 초기 생장 특성. 2017.
731. 산사태 예방 장기계획 수립을 위한 사방분야 홍보·교육 강화방안. 2017.
732. 중목구조의 구조설계 매뉴얼. 2017.
733. 임업경제동향 2017 가을. 2017.
734. 한국에서의 솔껍질각지벌레 발생과 피해확산. 2017.
735. 2016년도 국립나무병원 연차보고서. 2017.
736. 2016년도 생활권 수목진료 민간컨설팅 처방전 분석 결과보고서. 2017.
737. 생활권 수목진료 현장기술. 2017.
738. 표고버섯 육종 안내서. 2017.

이 문서에 대한 소유권은 국립산림과학원에 있으며, 동의 없이 수정, 변경 및 인쇄할 수 없습니다.



이 책은 골든시드 프로젝트의 지원을 받아 발간된 자료입니다.



국립산림과학원 연구자료 제738호

표고버섯 육종 안내서

발행일 : 2017년 12월

본 책에 실린 내용은 국립산림과학원에 있으며, 동의 없이 수정, 변경 및 인쇄할 수 없습니다.

발행인 : 이창재

집필자 : 장영선, 유 림, 유선화, 박영애, 정연석, 왕은진, 가강현

발행처 : 국립산림과학원

서울특별시 동대문구 회기로 57

Tel. 02-961-2753 Fax. 02-961-2769

E-mail. idjys@korea.kr

디자인 : (사)한국장애인문화인쇄협회 Tel. 02-2683-0955

ISBN 979-11-6019-173-8

■ 종이도 나무에서 나옵니다

〈비매품〉

미션

Mission

“임업인에게 희망을, 국민에게 행복을 주는
산림과학 지식·기술의 개발과 보급”

비전

Vision

“산림과학을 통한 국가브랜드 창출 선도”

슬로건

Behavior Identity

“산림과학으로 치산녹화 성공을 이을
제2의 국가브랜드 창출”



국립산림과학원

National Institute of Forest Science

미션은 기관 고유임무인 「산림과학 지식·기술의 개발과 보급」의 충실한 수행을 통해 “임업인에게 희망을, 국민에게 행복을 주는” 선진 산림과학 성과 창출로 “국민행복, 국가발전이 선순환하는 풍요로운 사회 조성”에 기여하고자 하는 기관의 의지를 표명한 것입니다.

비전은 우리나라 산림과학 100주년인 2022년에 거듭날 기관의 미래상으로서 미션의 원활한 수행을 통해 수요자와 현장의 요구에 맞는 산림과학 실용화와 국제 산림협력의 중심으로서 국가위상 제고라는 행동과 목표를 제시하고 있습니다.

슬로건은 산림분야 부가가치 제고 및 신성장 동력 창출로 선진 산림과학을 실현하겠다는 의지를 나타낸 것입니다.



국립산림과학원

National Institute of Forest Science

이 문서에 대한 소유권은 국립산림과학원에 있으며, 동의 없이 수정, 변경 및 인쇄할 수 없습니다.



국립산림과학원

National Institute of Forest Science

(우)02455 서울특별시 동대문구 회기로 57
57 Hoegi-Ro, Dongdaemun-Gu, Seoul 02455, Korea
Tel. 02-961-2753 Fax. 02-961-2769
E-mail : idjys@korea.kr
<http://www.nifos.go.kr>

비매품/무료



9 791160 *191738

ISBN 979-11-6019-173-8