느타리 솜재배시 작업의 기계화 및 실내환경 반자동화 연구

이강화
(경기 수원, 삼성버섯농장)

Study on utilization mechanical power in Pleurotus ostreatus cultivation using cotton waste, Semi automatic facilities of environmental control Mushroom house.

Lee, Kang-Hwa
Samsung Mushroom Farm.

Ⅰ. 서 론

본 연구자는 '83여름농민대학(전국농업기술자협회)의 '한국버섯산업화를 위한 고급버섯재배' 강의에서 식용버섯의 소비전망 순위를 '80년대에 양송이, 느타리, 표고, 목이, 송이,팽이에서 '90년대는 느타리, 표고, 팽이, 양송이 손으로 역전된다고 식용 버섯 장기소비전망을 정확히 예측하면서, 목이톱밥봉지재배와 생표고 겨울단경기재배기술을 강의[1]하여 중국의 표고균상 재배기술을 반공법 등 실정법 저촉을 우려, 우회분산 강의하였다.

작물의 수량은 그 작물의 유전성(버섯은 종균) 환경 및 재배기술을 3변으로 하는 삼각형의 면적에 의하여 표시될 수 있다(일본 동경농대 野口彌吉 1953)[2]는 것은, 버섯재배에 있어서는 고성능 우량종균을 확인할 수 있는 種菌發菌力 檢證技術 개발보급과 좋은 환경조성과 최적 관리 기술의 삼위일체의 균형 발전이 강조된다.

'87년 느타리 202호 종균 사용 농가의 갈변병(褐變病) 대발생 실패의 전국적 피해시 사전 정보 입수한 필자는 S종균의 202호 종균을 평시 사용량의 배가 넘는 평당 16병씩 접종하였지만 실패한 뒤 재배사 환경오염의 연작피해도 있다고 보고, 조사한 균상밑 흙 1g당 병해충 서식마리수는 Table 1과 같아 충격을 받고 갈변병 방제 대책 개발에 전념하였다.

Table 1 균상 밑흙 1g당 병해충 서식마리수 조사 (이강화 '87)

병해충명	병원균		해충		비고
	곰팡이	세균	선충	응애	
마리수	1,250 ~1,400	15만 ~16.7만	510 ~650	충란 있음	

필자는 '89년 농민대학 강의시 '느타리갈변병 방제대책은 우량종균,좋은 배지,최적관리로 균사세력강화가 방제핵심[3]'이라고 정확히 강의하였으나, 소수 의견으로 묵살되어 '94년 겨울에도 한수 이북의 느타리 주산지에서 반수 이상이 실패 또는 재배를 못하여 느타리 공급 부족으로 고가격대를 형성하는 기현상이 연출되고 있다.

'89년 농업 기술 연구소는 '현행 재배방법은 2~3년 내로 생산량이 감소되어 외국으로부터 버섯을 수입할 가능성이 높아 병재배법을 개발 보급하여 수입에 대응할 수 있음을 준비,국내 병재배 버섯의 표준시설구명과 재배사내 환경 조절 방법 및 관리기술 구명[4]의 중점연구는 연구 방향은 옳다 하겠으나 전국 1만여 느타리 재배 농가의 갈변병 방제 성공과 사양화 이후 전업 대책으로서는 불과 1천농가보급에 '90년대 말까지 어려울 전망임은 병재배기술축적과 유통 개선에 의한 중간 마진 축소의 안정 가격 보급의 소비시장 저변 확대가 쉽지 않을 전망에 있다 하겠다.

'89년 농업 기술 연구소 솜재배기술 개발이 성공한 후 필자도 솜재배성공을 하면서 '90년 포천에서 성원산업 강선규 기사가 시험재배시 필자의 산소 공급 기술을 도입하여 2주간 4회의 산소 공급으로 솜재배가 재대로 성공할 수 있음을 실증하였다.

필자는 '90 여름농민대학에서 느타리(晩茸) 솜재배 실무기술을 강의[3]보급하므로서 항시 주종을 이루는 볏짚느타리 재배는 볏짚구입난 및 고된 작업 기피의 인력난으로 사양화 예상에서 벗어나 느타리 재배 회생대책이 되었다.

버섯병재배 기계화·자동화 선진국인 일본에 있어서 팽이(일본명 에노끼다께), 애느타리(시메지), 맛버섯(나메꼬)이 3대병재배 식용 버섯이나, 농가 판매 가격이 한국보다 저렴하여 수출은 할 수가 없다.

필자는 일본 제2회 최신버섯연구회[(주)싸이신주관]에서 중국,북한,화란,대만 등 국제 표고균상재배 동향을 강의하면서 일본의 버섯 병재배 기계화 성공은 살균 이후 전과정의 무균적 관리와 균사세력 약화예방형 우량종균배양기술이 성공요인임을 진단할 수 있는 행운이 있어 본 연구에 반영한다.

팽이는 '90년대 느타리, 표고, 양송이와 더불어 4대 식용버섯이 될 전망이나, 맛버섯은 우리 한국인과 입맛이 달라 별로 보급될 것 같지 않으며, 애느타리(시메지) 역시 우리 한국인의 기호와 입맛에 맞지 않으나 식생활 고급화 추세여서 느타리와 애느타리(갓직경 1cm)의 중간형인 어린 느타리(갓직경 2~3cm) 트레이(Tray. 스치로폴쟁반) 랩 소포장 보급을 인성상회(김상희), 조치원(최병수)의 협조를 얻어 시험보급하면서 '91새농민기술대학과 '92 농민대학 느타리버섯 과정에서 선진형의 느타리트레이 소포장을 강의[6,7] 보급하므로서 국내시장에서 느타리재배는 병재배 애느타리의 시장 잠식을 예방하여 위기를 벗어 날수 있었다.

따라서 '80년대 느타리 볏짚 다발재배에서 '90년대 느타리 솜재배가 성공적이어야 느타리 재배 농가가 '90년대말 표고톱밥재배로 단계적 점진적으로 step by step 으로 전업 발전해 나갈 수 있다는 진단은 어렵지 않으나 몇 가지 해결해야 할 과제가 있다.

느타리 솜재배시 작업의 기계화 및 실내환경의 반자동화 연구의 한계는 느타리 재배의 최대 천적화된 느타리 갈변병 방제기술이 반영된 성공적인 재배기술이 아니면 안된다는 것이 본 연구의 가장 큰 애로이면서 난관이 된다.

본 연구는 느타리재배 성공을 위하여 다음 항목을 복합적 중점 연구하였다.

1. 솜작업 기계화 연구는
   가. 솜침수털기 기계 응용연구
   나. 젖은 솜털기 기계 응용연구
   다. 간이살균보일러 이용 살균후 발효 기술개발 응용연구

2. 재배 실내온도,습도,환기 등 환경관리 반자동화 응용연구
   가. 온도관리 반자동화 응용연구
   나. 습도 및 환기관리 반자동화 연구

3. 종균발균력 검증과 느타리갈변병 방제 기술연구
   가. 종균분쇄기 응용연구
   나. 종균발균력 검증 기술연구
   다. 갈변병방제 기술연구

Ⅱ. 재료 및 방법

1. 느타리솜재배 작업 기계화 응용연구

느타리볏짚재배 작업기계화[8,9] 및 느타리 솜재배 작업기계화[10] 필자 강의와 경기도 버섯연구회 박상훈회장과 포천 강선규, 김포 윤의호, 조치원 최병수, 수원 한민수, 양산 망절일랑씨 등 필자와 연대한 느타리솜재배 독농가 그룹의 정보와 필자 실무를 배합하였다.

필자의 '93 새농민기술대학 느타리 과정 강의[11]와 버섯작업 기계제작자와 독농가에게 정보제공과 기술지도로 몇 년간 현지 실증시험을 거쳐 비판을 겸허히 수용,반영하였다.

가. 솜침수털기계 응용연구

솜침수털기계 작업시 배수가 잘되게 파렛트위에서 솜털기작업과 동시에 물을 뿌려 주어 먼지가 적게 나면서 기계에 실이 덜감겨 작업능률을 높이면서도 생산효율을 높이는 침수털기작업이 절실하였다.

나. 젖은솜털기기계 응용연구

젖은 솜을 밟아 공극이 없는 솜은 균사활착이 잘 안되므로, 솜을 최대한 털어 절대로 밟지 않아 공극을 유지하여 산소공급 호기성화하는 뒤집기가 필요하다.

다. 간이살균 보일러 이용 살균후 발효 기술개발 응용연구

연탄화덕으로 연탄가스를 마시면서 위험한 살균 후 발효를 할 농민이 없는 시대를 맞아, 편리한 간이살균보일러는 열효율이 높으면서도 생산효율이 높은 이중 요구를 충족시켜야 하는데 독농가의 비판을 수용하였다.

2. 재배 실내온도,습도,환기 등 환경관리 반자동화 기술개발 응용연구

팽이 병재배 자동화시설 및 양송이 재배시설을 절충하여 독농가의 실무기술을 반영하였다.

가. 온도관리 반자동화 응용연구

느타리재배사 실내온도관리 반자동화를 위하여 느타리재배사 경유보일러 및 균상밑 온수배관 평면도는 Fig. 1과 같이 하였다.

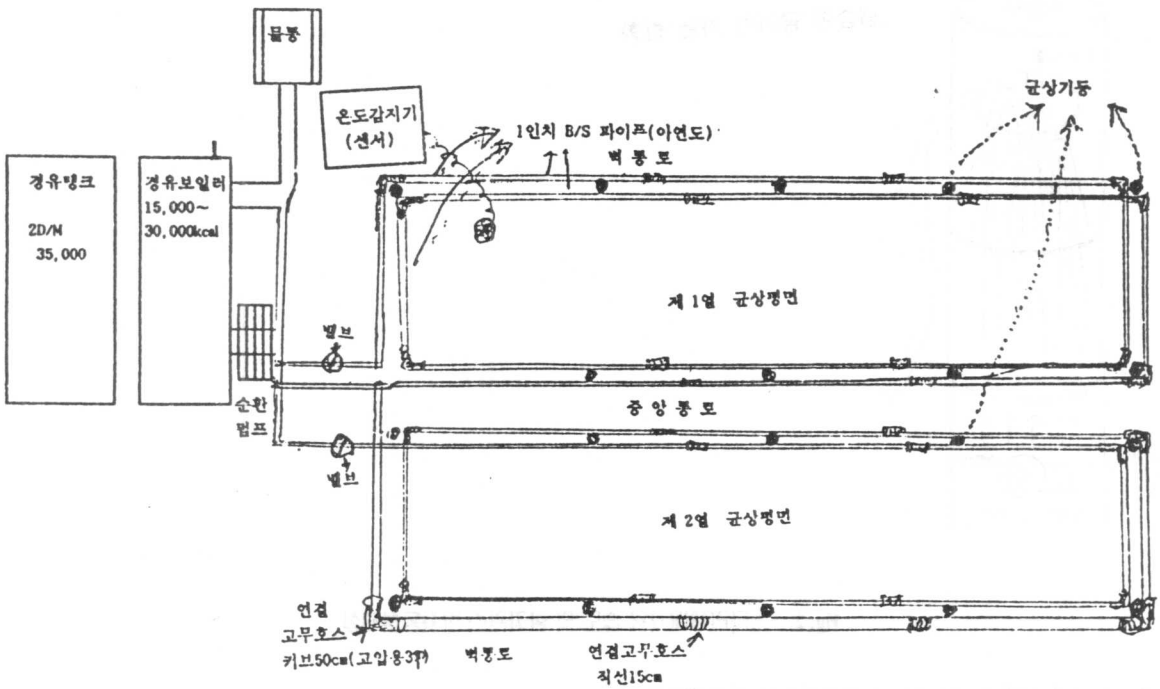

Fig. 1. 느타리재배사 경유온수보일러 및 균상밑 온수배관 평면도

나. 습도 및 환기관리 반자동화 응용연구

느타리재배사 실내습도 및 환기관리 반자동화를 위하여 삼구농산(조익현)에서 보급한 케리어식 간이 항온항습기 원리를 도입한 느타리재배사용 습도 및 환기관리 반자동화시설은 Fig. 2와 같이 하였다.

느타리갈변병 발생원인 중의 하나인 균상 및 버섯건조 예방과 실내 먼지유입을 막는 효과가 기대된다.

3. 종균발균력 검증과 느타리갈변병 방제기술연구

종균분쇄기 응용연구는 종균분쇄기로 작업을 기계화하면 종균발균력이 강하여 종균가루가 균사융합이 잘되며 하얀 균막(菌膜)을 잘 만들고 두껍게 쩌리는 균피(菌皮)가 잘되는 고성능우량종균이라야 하는 문제가 있어 종균발균력 검증기술과 상관관계가 있다.

필자는 '89 농민대학강의에서 느타리갈변병 방제대책은 우량종균,좋은배지,최적관리로 균사세력강화가 방제핵심[12]이라 정확히 강의하였으나 종균발균력과 균사융합력이 강한 고성능 우량종균이면 균피(菌皮) 만들기가 잘되고 갈변병 예방 내지 방제를 입증할 필요성은 느타리재배 성공과 직결된다.

3기재배시마다 3개재배사용 종균배양소를 달리하여 종균분쇄기로 작업한 종균분말을 1.2×1.2m (0.03mm) 비닐보자기에 6병씩 각 5봉지씩 싸서 종균의 발균력, 즉 하얗게 쩌리는 상태와 비닐에 이슬 맺히는 관계를 조사하였다.

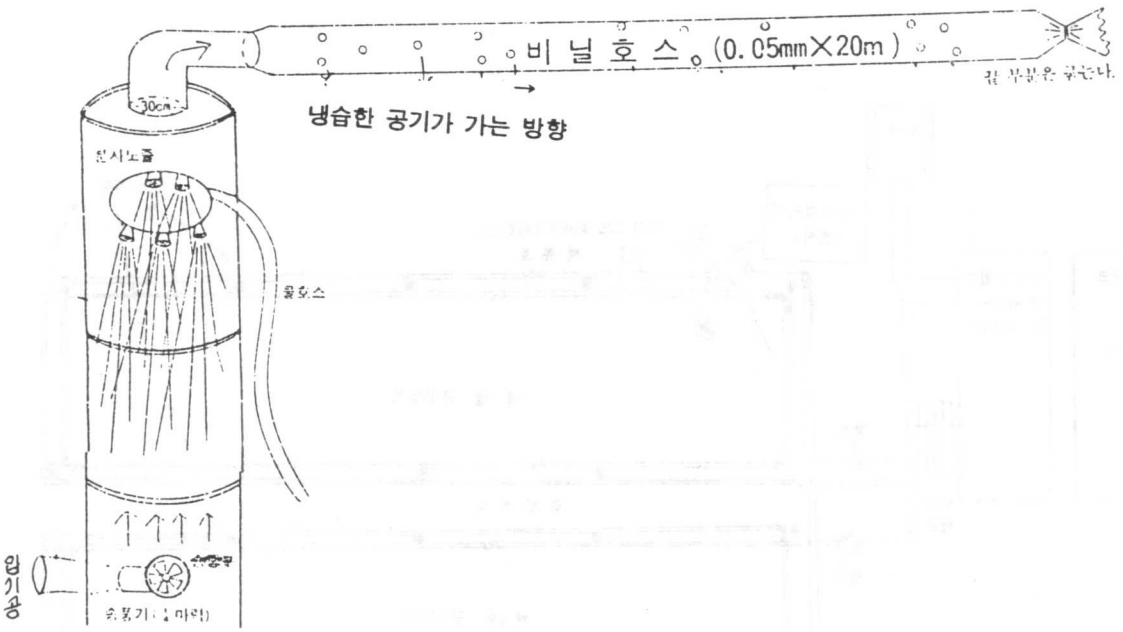

Fig. 2. 느타리재배사용 습도 및 환기관리 반자동화시설

종균발균력 상태와 균피만들기 상관관계를 관찰하면서 버섯발생기에 갈변병발생정도와 방제기술 개발 연구를 진행하였다. 갈변병발생은 고성능우량종균과 좋은 배지의 최적관리면 거의 발생이 없으나 세균오염 또는 균사세력 약화된 종균은 버섯 발이(発茸)시 실내습도를 높이면 갈변병이 발생을 하므로 온수보일러 가온으로 실온 15℃이상 적온유지와 평당 200g의 목탄(木炭:상품명 그린탄소)을 상면 살포하고 목초액(木酢液:상품명 아스톱) 3000배액을 1주 2~3회 관수물에 혼용하여 갈변병 방제실험을 하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 느타리 솜재배 작업기계화 연구

농촌 노동력 부족 및 좋은 볏짚구입난으로 느타리 볏집다발 재배가 사양화 전망이었으나 느타리 솜재배는 확대 추세이므로 작업기계화 우량종균공급으로 성공적인 재배법 확립에 주안점을 두었다.

가. 느타리 솜재배 작업 기계화 응용연구

1)기계화 작업에 좋은 솜

느타리 솜재배에 좋은 솜(落棉), 즉 깍지솜은 솜 깍지,즉 목화껍질과 대 등이 분쇄된 부스러기가 15%이상 고루섞인 방울솜으로 도토리크기 솜입자가 좋으며[13], 버섯재배용 솜이라는 것은 실종류(기계화 방해)와 유면(油棉:염색솜, 방부제솜 포함)과 흙먼지솜을 제외한 솜을 말한다. 90년도만 하더라도 작업기계화로 잘 털린 깍지솜은 무게비로 깍지 15% 이상이라고 했으나, 지금은 무게비 깍지 20%이하로 정정한다.[14]

최근 농가의 실패 및 갈변병 발생원인의 하나가 되는 배지불량 문제도 심각하다.

2)솜침털기작업 및 젖은솜털기 기계화 응용연구

솜침수털기작업과 젖은솜털기작업 기계화는 먼지가 적게 나면서 솜에 물을 많이 먹이고 작업이 능률적으로 기계화되면서 솜이 방울솜모양 부풀려 공극이 많아 통기성이 크면 좋다.

가)솜침수털기기계 응용연구

기계화에 좋은 솜을 솜침수털기기계에 넣어 잘 털리면서 기계속에서 물분사장치가 되어 있어 물을 고루 먹이면서 먼지가 적을수록 좋다.

솜침수털기기계에 연결된 수도호스는 20~25mm 호스를 연결해 수량이 많아야 한다.

파렛트위에 마대를 깔아 배수가 잘되게 양쪽에 높이 4자 ×길이8자 판자를 대고 솜침수털기계를 앞에 설치한 다음 여자2명이 솜을 찢어 기계에 먹이고 남자1명이 4×8자 판자 넓이와 높이에 맞추어 고르게 쌓는다. Photo. 1.

1일 작업량은 50~60평 1동 작업 가능하다. 부족한 수분을 보충하기 위하여 솜더미위에 분수호스를 바로 설치하여 계속 물을 주며 Photo. 2, 외온 15℃이상이면 배수 잘되고 저온기에는 작업장 실온 15℃이상 가온한다.

나)젖은솜털기기계화 응용연구

작업장 실온은 20℃(최저15℃)이상만 유지해 주면 뒤집기 직전까지 분수호수로 계속 분수 해주면 수분이 많이 먹은 젖은솜이 재배에 좋다.

침수 다음날 파렛트위에 마대를 깔고 4×8자 퇴적틀을 짠 뒤 중간에 젖은솜털기기계를 설치하여 남자1인은 쇠스랑으로 파서 삼태기에 담아주고 남자1인은 젖은솜털기기계에 넣어 털어 쌓는다 (Photo. 3).

젖은 솜을 털어 뒤집기 한뒤 솜공극유지상 절대로 밟아서는 안되며, 바로 입상하는 것이 가장 좋으며 밟고 다져지지 않으면 수분이 많은 솜이 재배성공이 잘된다. 바로 입상못하거나 제때에 못 뒤집는 솜은 목탄 2포 40kg을 섞어주면 험기성 예방이 된다.

나. 간이살균 보일러이용 살균후 발효 기술개발 응용연구

1)세균성 갈변병 병원균의 사멸온도 및 시간은 (Fig. 3)과 같이 45℃에서 4시간, 50℃에서 3시간, 55℃에서 2시간, 60℃에서 1시간, 65℃에서 반시간이다.[15]

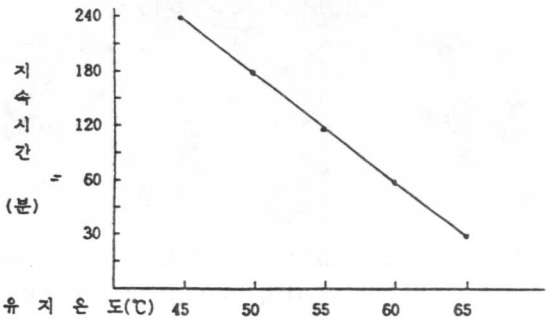

Fig. 3. 세균성 갈변병 병원균의 사멸온도 및 시간 (농업기술연구소 '89)

Photo 1. 젊은 농어민후계자 부부중심으로 작업가능한 느타리 재배용 솜침수털기 작업기계

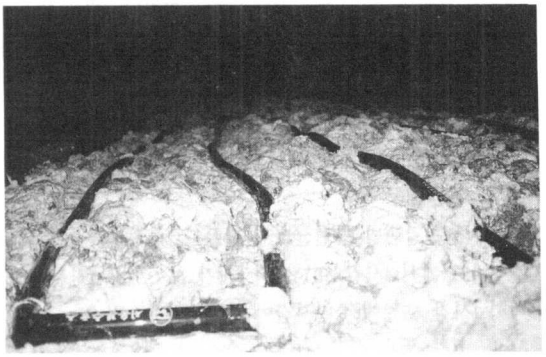

Photo 2. 부족한 수분을 보충하기 위하여 솜더미위에 분수호수를 설치하여 계속 물을 분수한다.

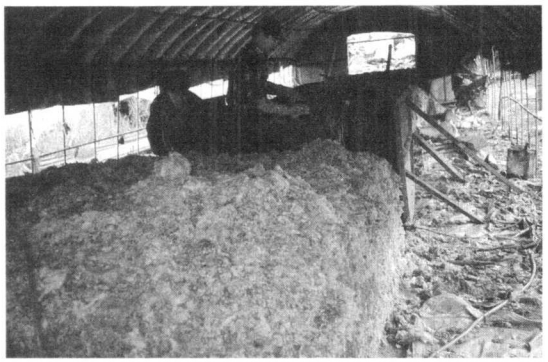

Photo 3. 남자1인이 쇠스랑으로 젖은솜을 파서 삼태기에 담아주면 다른 사람은 젖은솜털기기계 에 넣어 털어주되 솜은 공극유지상 밟지 않는다.

2)필자의 강의 느타리배지 살균온도 상승화 변천

필자가 강의한 배지 살균온도 상승화 변천은 '80겨울농민대학강의 60℃ 6기간이상[16], '84 여름농민대학 강의 60℃ 8시간 이상[17], '89 겨울농민대학 강의 70℃ 6~7시간[18], '90 여름농민대학 1차살균 65~70℃ 8시간,2차 60℃ 8시간[19]으로 살균온도 상승추세는 경험상 효과가 있었다.

3)간이 살균보일러 2차 살균후 발효 방식

느타리 갈변병 병원균인 슈도모나스속(Pseudomonas SPP) 세균은 15~35℃에서 잘 번식하고,45℃에서 4시간, 55℃에서 2시간,65℃에서 0.5시간에 살균된다[15]는 점도 반영시킨 살균후 발효방식이 절실하다.

따라서 솜털기침수기계 작업후 솜더미위에 분수호수에 의한 솜최대수분유지와 다음날 젖은 솜털기(뒤집기) 작업 직후 바로 입상하고,입상완료 즉시 솜위에 비닐을 덮지말고 청소, 밀봉하여 열과 습기가 밖으로 새어 나가는 것을 비닐로 완전히 밀봉막은 다음 바로 가온을 하여 균온(퇴비온도) 55℃ 급상승시켜 3시간 유지후 환기하여 살균전 산소 공급을 하고 목초액(상품명 아스톱) 1ℓ를 물 1드럼에 200~300배액으로 타서 배지위에 2~3드럼 보습관수하고 비닐덮고 1차살균온도는 균온 65~70℃ 8시간 살균 유지 후 최대한 환등으로 상하 온도차를 줄여 온도하강을 지연시켜 뜸들이고 1차산소공급은 균온 58℃에서 환기와 비닐을 벗겨서 균온 55℃에서 비닐덮고 2차살균한다(Fig. 4).

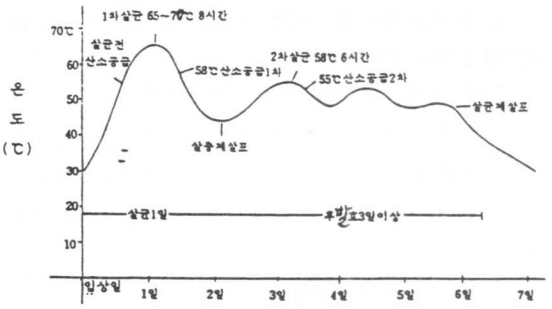

Fig. 4. 간이살균보일러 2차 살균 후발효방식(이강화 '90)

균상밑 비닐에 물이 고이는 곳이 많으면 호크로 밑구멍을 뚫어 배수와 산소공급을 해주면 좋다.

솜에 깍지가 많을 수록 암모니아 가스(NH3 GAS)등 유해가스 발생이 많으므로 균상밑 산소공급구멍과 살균전후 산소공급이 중요시된다.

간이살균 보일러는 '84년부터 필자가 보급한 15cm연통이 재배사 반대편으로 관통해 배기가 되어 실내 산소공급 및 열효율이 높고 스팀은 재배실내에 분사되는 것이 가장 좋으나 간이살균보일러안에 동(銅)부자가 있어 자동수위조절이 되면서 150℃온도계메타와 110℃이상에서 전원차단이 되어 버너가동을 중지시켜 화재예방을 할 수 있는 150℃온도센서를 부착시켜 안전성을 높이는 보완만은 필요하다.

100%습열보다 높은 재배성공율이다.

2. 재배 실내온도,습도,환기 등 환경관리 반자동화 기술개발 응용연구

온도관리 반자동화만 성공적이고, 습도 및 환기관리 반자동화연구는 관수후 수분증발이 잘 안되어 느타리갈변병 발

생이 있어 문제 해결을 못하였다.

가. 온도관리 반자동화 응용연구

15,000 kcal 경유온수보일러를 재배사 밖에 설치하고 Photo 4, 실내 온수파이프 배관은 1인치 B/S파이프(아연도)에 다 고압고무호스를 끼워 철사로 묶어 연결 Plote 5.하였는데 온수보일러 사용에는 좋았다. (재배사 60평 1동당 30,000*KCal* 보일러가 적당함)

일반적으로 연탄보다 비용이 35%증가하는 반면,온도관리가 용이하고 특히 갈변병발생이 심해지는 실온 13℃이상 적온유지되고 관수후 환기만 제대로 하면 버섯수분증발이 잘되어 갈변병 발생이 현저히 저하되었다.

특히 버섯주기가 연탄난로 가온 일반농가와 달라 버섯시세가 40%이상 고가에 거래되었다 〈Table 2〉.

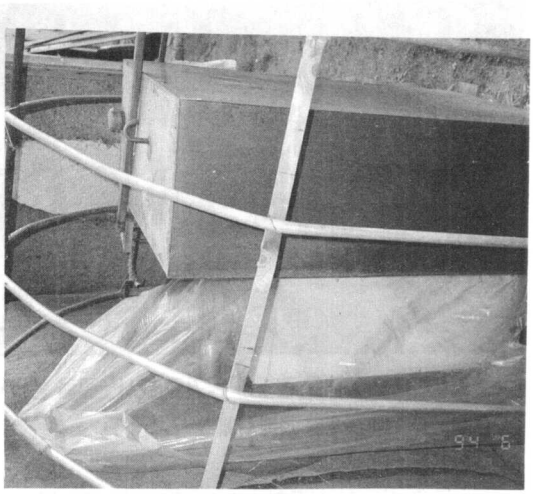

Photo 4. 재배사 밖에 비닐하우스안에 경유탱크와 경유보일러를 설치하였다.

Table 2. 느타리 재배실 가온 방법별 장단점 비교

구 분 \ 가온방법	연 탄 난 로	경유온수 보일러	비 고
설치비용	10만원	70만원	
편리성	1일 3회 연탄갈이	반자동화	인력절감효과
변절기 실온 급강하시 갈변병발생	외온 10℃이하 추워야 연탄가온 환절기 발생심	실온15℃이하 자동가온 발생예방소	갈변병예방
가온비용	100%	135%	35%증가
버섯시세	주기가 일반농가와 같아 중저가	주기가 달라 중고가	40%수익증가

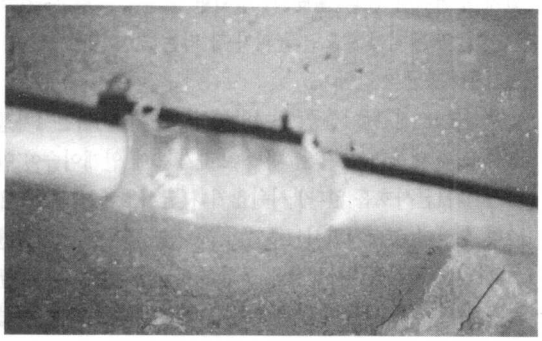

Photo 5. 1인치 B/S아연도 파이프에다 고압호스를 끼워 연결했다.

나. 습도 및 환기관리 반자동화 응용연구

느타리재배사용 습도 및 환기관리 반자동화 시설은(Fig. 2)와 같이 설치하여 하단인 밖에서 신선한 공기를 1/4HP 송풍기로 실내로 불어넣고 드럼통3개 속에서 위에서 밑으로 분사노즐로 분사하여 먼지와 건조한 공기를 시원하게 하여 상단의 비닐호스로 실내에 고르게 분산 Photo. 6.하여 공급하였다.

이론과는 달리 관수후 수분증발이 잘 안되고 갈변병 발생이 더 심한 경향이 있어 실패하였음을 자인하지 않을 수 없다.

'94년 겨울 영구재배사의 가습기 사용 느타리재배사의 많은 재배실패와 일치하는 경향은 느타리균상재배는 병재배와는 달리 1일2회 관수후 1시간 관수대환기로 버섯위 수분증발을 시킨 후 1일 5~6회 환기로 균상과 실내의 건습(乾濕)이 반복되는 것이 생리상 필요한 것같다(야생느타리 생리상태에 가깝다).

Photo 6. 밖에서 들어온 건조한 공기를 분사노즐을 통과시켜 시원하게해 재배사에 분산공급

3. 종균 발균력 검증과 느타리 갈변병 방제기술 연구

가. 종균 분쇄기 응용연구

1) 종균체 분쇄 '84년 강의 보급

필자는 '84 여름 농민대학 강의시 종균 분쇄작업 능률화를 위하여 종균체 내경 10mm 외경 12~13mm 종균 분쇄와 1.2×1.2m 비닐보자기에 1칸용 1봉지씩 권장[20]하였는데 완전보급에 10년 걸렸다.

2) 종균 분쇄기 응용연구

양산 버섯기계(백창호)에서 망절일랑선생의 지도로 개발한 종균 분쇄기 Photo 7는 성능이 좋아 농어민 후계자 부부가 60평 1동 2일 작업시 종균 분쇄와 접종작업을 쉽게할 수 있어 종균 분쇄 기계화는 성공적이다.

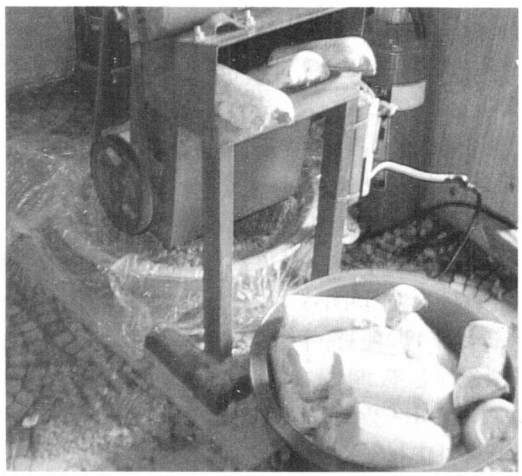

Photo 7. **양산버섯기계 제작 종균 분쇄기**

종균병을 쪼갠 다음 종균 병구 밑의 노쇠하고 잡균이 있을 수 있는 종균 접종원을 1~2cm잘라내고, 종균심(種菌芯)도 파서 접종원과 같이 1.2×1.2m 비닐보자기에 종균6병 분량씩 모아 묶어 종균발균력 검증에 사용한다.

나. 종균발균력 검증기술연구

1)중국의 종균발균력 검증 화학지표

호흡강도(呼吸強度): 호흡의 공기를 채집하여 균사의 호흡강도 및 산소의 소모량과 탄산가스의 발생량을 측정하는 것으로 균주와 호흡강도와 생산량의 관계를 판단할 수 있다[21]하였는데 여기서 우리는 균사호흡이 많을수록 호흡열 발생과 비닐속에 안개 이슬 물방울이 잘 맺히는 것을 관찰할 수 있는 원리도 종균발균력 검증[22]에서 지표가 된다.

2)종균발균력 검증 방법

가)종균병 보관 관찰법

나)종균접종원. 심 비닐보자기 관찰법

다)분쇄종균 비닐보자기 관찰법

라)이상 세 가지를 세봉지(병)씩 접종균상밑 1단에서 실온 21~25℃유지 관찰한다.

3)종균발균력 검증기술

분쇄종균 비닐보자기 배양 발균력 검증법은 접종 1~2일째 비닐속에 균사호흡의 결과 안개이슬이 생기면서 균사가 가늘게 길게 피어나는 1차생장을 하여 톱밥 색깔이 약간 희기 시작하고, 1주일 내외에 균사가 굵어져 하얗게 쩌리는 2차생장을 하면서 톱밥(균상) 표면의 균사융합(菌絲融合)이 잘되어 하얗게 쩌려 균막이 잘되고 계속하여 쩌려서 광택이 있게 두꺼워져 균피(菌皮)가 잘되면 고성능 우량종균이며[23], 종균과 배지가 좋으면 균피가 잘 되는 것이 정상이다.

4)부실종균의 진단

부실종균 진단은 접종 2~4일에 균사가 피어나는 1차생장은 99% 대부분 하지만, 비닐 보자기 속에 안개이슬이 안생기거나(균사호흡 없다) 시원찮거나(균사호흡 미약시) 유난히 생장이 늦어지면서 1주일이 지나도 균사가 굵어지면서 하얗게 쩌리는 2차생장을 못한다. 균사융합이 나빠 균막과 균피를 못 만들어 붉은색 톱밥 빛깔 그대로 또는 어렵게 간신히 균막만 만들어 균피흉내는 내어도, 생산과 품질이 나쁘고 1~2주기 수확시 상면이 톱밥화 되면서 잡균이 쉽게 달라붙는다. 부실종균은 갈변병 발생 원인의 하나이다.[24] 분쇄종균발균력 검증에서 종균자체가 하얗게 쩌려 균피를 만들었는데도 균상에서 균사활착에 이상이 있다면 배지불량, 산소공급 부족 또는 관리부실로 농민 책임이다.

다. 느타리 갈변병 방제 기술 개발

1) 일본의 애느타리 병재배 발이시 갈변괴사 원인

일부 또는 태반의 자실체 생육이 정지하거나, 적갈변(赤褐變)한다. 고온기에는 썩은 냄새를 낸다.

원인은 슈도모나스속(Pseudomonas. SPP)세균의 오염인데 종균병의 살균후 냉각, 접종후 배지에 침입하는 경우가 가장 많다.

종균의 균사 세력이 약해진 경우, 발아시의 과습에서 발생한다. 또 세균오염종균을 사용한 경우에 보다 큰 피해를 나타낸다.[25]

2)종균발균력 검증시 세균오염 종균의 진단

종균 발균력 검증에서 좌측종균봉지는 종균세력 약화된 것이고 우측종균봉지는 세균오염종균 Photo. 8.으로 비닐 속의 균사가 쇠녹물빛을 띄워 느타리 갈변병 특유의 증상과 냄새를 나타냈다.

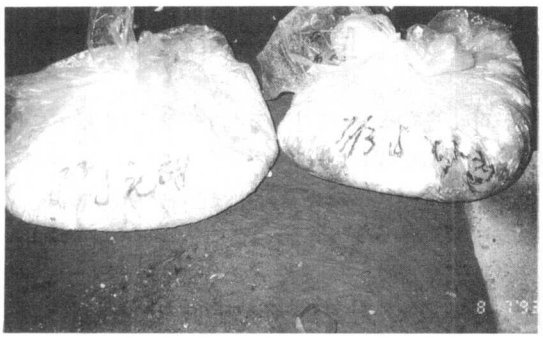

Photo 8. 종균발균력 검증기술에서 좌측 종균봉지는 종균세력약화된 것이고, 우측종균봉지는 세 균오염종균이다.

Photo 9. 세균오염종균을 재배시 접종 20일경 균사활착 완료 단계에서 균상면과 밑에 쇠녹물빛갈 의 세균오염 특유의 증상이 나타난다.

세균오염종균을 재배시 접종 20일경 균사활착 완료 단계에서 균상면과 밑에 쇠녹물빛깔의 세균오염 특유의 증상이 나타난다 (Photo 9).

세균오염 종균병, 종균발균력 검증용 종균봉지 및 느타리 재배균상에서 세균오염 특유의 쇠녹물빛깔과 증상이 나타났다.

1주기 발생 전의 느타리갈변병은 세균오염종균이 원인임을 K종균을 사용, 여러 번 실패하므로서 입증할 수 있었다.

3) 일본의 목탄, 목초액 이용 무농약 재배와 한국의 버섯재배 이용연구

가) '91. 6. 4일 일본 제2회 최신버섯연구회 강의시 같은 강사로부터 일본 목초액연구회 200~300배액 사용과 일본목탄신용도협의회에서 무농약, 감농약재배 농가 실무가 상당히 진척되었다는 정보였고 특산정보(特産情報)지에도 단편적으로 정보 공개되고 있고 전문지도 있다 한다.

나) 낙원에너지에서 목탄, 목초액 상품화

성남 낙원에너지(김영옥)에서 목탄(木炭)을 그린탄소로, 목초액(木酢液)을 아스톱이라는 상품명으로 상품화하여 무농약재배를 보급한다.

다) 광주버섯시험장 (김영호)연구 성공적

낙원에너지(김영옥)가 '93년 목탄과 목초액 시료와 정보제공에 의하여 느타리 재배 시험에 착수하여 시험계속 중이나 상당한 효능이 있음이 실증되고 있어 기대되는 바 크다.

라)필자의 목탄, 목초액 시료 낙원에너지서 제공

솜배지 침수후 털기작업시 목탄(그린탄소) 1~2% 사용 또는 목초액 200~300배액을 2드럼정도 사용하였는데, 낙원에너지(김영옥)의 시료제공과 정보에 의하였다.

'93년 여름 6개종균 배양소 종균발균력 검증해 성능 우수한 3개 종균 배양소에서 '94년 각 1동씩 공급받아 접종하였고 재배사 반은 대비구로 무사용하였다.

4) 느타리 갈변병 예방과 구제 기술 개발

가) 종균 배양소별 종균성능 및 갈변병 발생은 Table 3과 같으며 종균성능이 우수한 2호는 갈변병 발생이 없었으며, 목탄과 목초액 효과는 있었으나 우열을 정하기 어렵다.

필자가 사용한 3개 배양소 여름느타리종균은 중부지방 농가에서 '94봄 재배 성공이 보장되었음은 농가에서 확인할 수 있었으며 Table 3실험 결과와 거의 일치하는 경향이었다.

Table 3. 종균배양소별 균성능 및 갈변병 발생 상황

순위별	종균발균력		균상의 종균성능			갈변병 발생		
	접종원	분쇄종균	균피형성	수확주기	후기품질	발생여부	예 방	치료구제
1호실	하얗게 균피형성	균피형성 2주기잡균	양 호	5주기 정상수확	보 통	2주기 발생 발생	반성공	성 공
2호실	하얗게 쩌려 균피형성	균피형성 3주기버섯정상	균피최우수 (일부피막심함)	6주기다수확	우 수	무	성 공	성 공
3호실	하얗게 균피형성	균피형성 1주기 잡균	양 호	4주기 약간감수	저 하	1주기 발생	거의성공	성 공

나) 느타리 갈변병 예방

① 우량종균 및 좋은 배지와 최적 관리가 핵심이며 Table 3. 2호실에서 보는 바와 같이 갈변병 발생 자체가 없었다.

② 종균접종 10일 전후 상면에 물방울이 많을 때 목탄가루를 평당 200~300g 예방 살포하여 상면 균피속에 묻어지게 하여 예방하면 좋다.

다) 느타리 갈변병 치료 구제

① 세균오염종균에 의한 쇠녹물빛깔이 종균봉지와 균상면과 밑이 다같이 균사생장기간중에 나타난 것은 1주기 초부터 대 발생하고 치료 구제 방법이 없었다.

② 균사 세력이 약화되어 균피형성이 약한 종균의 경우 솜침수털기후 젖은 솜털기 뒤집기때 목탄가루(그린탄소) 1~2%를 첨가하거나 목초액(아스톱) 200~300배액을 2~3드럼 관수해 주면 갈변병 발생이 늦어지고 적어지며 대조구보다 버섯이 증수되는 경향이다.

③ 종균세력이 강할수록 목탄가루나 목초액 사용효과와 버섯증수가 더 되는 것 같다.

④ 버섯 발생기에 갈변병 발생시 목탄가루(그린탄소)를 평당 200g 내외 균상면에 고루게 뿌려주고, 목초액(아스톱) 3000배액으로 1주 2~3회 관수해주면 곧바로 갈변병이 치료되는 속도는 종균세력에 정비례하며 대궁이에 약간 숯가루가 묻는 결함이 있으나 1주기 지나면 거의 없어지므로 무농약 재배의 가능성이 전망된다.

⑤ 양송이 발이최적온도는 실온 14~17℃에서 가장 다수확되나, 실온 12℃이하 저온 또는 19℃이상 고온에서는 50%이상 감수된다(Flegg. '68)[26]고 하였는데 필자의 현장 실무경험상 느타리재배도 발생온도 범위내의 적온유지를 하되 실온 13℃이하에서는 갈변병이 발생하므로 온수보일러 반자동화 실온 15℃이상 유지가 중요하다.

⑥ 재배사바닥 흙은 잡균의 온상 Table 1이므로 균상에 솜입상 즉시 살균 후 발효 전부터 전 배양기간에 타로닐(타코닐) 또는 홀펫(폴판)을 교대로 주2회 1,000배액 5말을 재배사 바닥, 벽, 창문과 균상 위아래 예방 살포하되 땅바닥이 푹젖게 하여 전 재배기간 실내 먼지는 절대엄금한다.

Ⅳ. 결론 및 적요

느타리 솜재배 성공요인의 전반적인 핵심기술을 검토 연구할 수 있었던 것은 느타리초창기인 '80년부터 15년간 강의로'84, '88, '89년 농민대학 느타리 볏짚다발재배 강의와 '90, '92농민 대학 솜재배 강의 '84, '91, '93년 새농민 기술대학 강의로 느타리 재배농민들에게 최신 기술과 정보 공개가 인정돼 독농가 층에서 헌신적인 협조와 정보제공에 힘입은바 커서 본 연구를 완성할 수 있었기에 농협 버섯작목반에 한하여 느타리 솜재배 실무기술 강의로 보답할 것이다.

본 연구는 느타리 솜재배의 작업기계화, 재배환경관리 반자동화, 종균발균력검증과 느타리 갈변병 방제기술의 개발과 응용연구로서 농민의 현장경험적 느타리 솜재배 실무의 성공적인 보장을 하고자 하였던 것이다.

1. 느타리솜재배 작업기계화 응용연구

가. 좋은 솜은 무게비 깍지가 15~20%(미만)의 방울솜으로 실종류 유면 흙먼지가 없는 좋은 솜의 공급체계가 확립되어야 좋은 배지가 보장된다.

나. 솜침수털기기계 및 젖은 솜털기 기계는 필자에 의하여 개발된 모델이 전국 보급되어 작업기계화는 성공적이나 소형경량화하여 이동의 간편성이 개선될 필요가 있다.

라. 갈변병 병원균인 슈도모나스속 세균은 15~35℃범위에서 잘 번식하고, 45℃에서 4시간, 55℃에서 2시간, 65℃에서 0.5시간에 사멸, 살균되므로 가능하면 생솜을 수분많게 잘 털어 입상하고,입상즉시 실온 55℃ 급상승시켜 세균의 번식을 차단하면서, 동시에 살균하는 것이 좋다.

젖은 솜이 30~40℃에서 중온성발열이 되었으면 솜을 바로 뒤집어 털기하여 3~4일 경과시켜 65℃로 솜온도를 급상승시켜 세균을 사멸시키는 것이 안전하다.

마. 간이살균보일러는 필자가 '84년부터 보급한 것이 가장 좋으며, 연소된 가스는 150mm연통으로 재배사 반대편으로 배기시켜 열효율을 높이면서 산소공급 및 뜸들이 후발효에 유념하고 살균온도는 65~75℃ 8시간 살균이 좋다.

2. 재배실내 온도,습도,환기 등 환경관리 반자동화 연구

가. 온도관리 반자동화연구

균상 밑을 따라 안팎에 1인치 B/S파이프로 두가닥 평면배관하여 온수보일러로 가온하여 버섯발생시 실온 15℃이하에서 자동가온 되도록하여 실온 13℃저하를 예방하면 버섯생육이 좋아 느타리갈변병이 예방되었다.

나. 습도 및 환기관리 반자동화연구

① 이론과는 달리 관수후 수분증발이 잘 안되어 갈변병 발생이 심하였고, '94년 겨울 영구재배사의 가습기와 환기자동화 농가의 실패와 일치하며 본 연구는 실패하였다.

② 느타리 균상재배는 병재배와는 달리 1일 2회(10시, 16시) 관수 후 1시간 대환기하여 버섯표면의 수분증발과 실온 13℃이상 유지와 1일 5~6회 환기로 균상과 실내의 건습이 반복되는 것이 야생상태와 같이 생리상 필요한 것 같다.

3. 종균 발균력 검증과 느타리갈변병 방제기술연구

가. 종균분쇄기 응용연구

고성능 우량종균은 종균분쇄기 작업에는 좋으며 종균분쇄작업의 인력 절감은 70%가 된다.

나. 종균 발균력 검증기술 연구

① 우량종균이면 종균봉지에서 접종 1~2일이면 안개이슬이 생기고 균사가 피어나는 1차생장을 하고 접종 1주일 내외에 균사가 굵어져 하얗게 쩌리는 2차생장을 하면서 표면이 균사융합돼 하얗게 쩌려 균막이 되고 계속 광택이 있고 두꺼워져 균피(菌皮)가 잘되면 고성능 우량종균이다.

② 접종 2~4일에 비닐에 안개이슬이 않생기고 균상에도 안개이슬이 안 생긴다면 불량종균이고,균사가 하얗게 쩌려 균피가 되지 않는다.

③ 균사생장 중인 종균병, 종균봉지 및 균상에서 쇠녹물 빛깔(赤褐色)이면 세균오염종균이며,갈변병은 1주기 초부터 대발생 실패한다.

다. 느타리 갈변병 방제기술 응용연구

① 느타리갈변병 방제대책은 '우량종균, 좋은배지, 최적관리로 균사세력 강화가 방제핵심(이 강화 '89)

② 젖은 솜 털기 뒤집기 때 1~2% 숯가루(목탄) 또는 목초액(아스톱) 200~300배액을 2~3도람 고르게 관수해 주고 입상즉시 균온 55℃ 급상승시켜 가온하여 살균전 산소공급하고 비닐덮고 65~75℃ 8시간 살균한다. 특히 숯가루는 야외발효시 혐기성 발효예방효과가 큰 것이 관찰된다.

③ 입상부터 배양시 다코닐 또는 홀팻 1000배액 5말을 땅바닥과 실내전공간에 1주 2회 뿌려 주어 땅이 젖어 전재배기간 실내먼지 예방을 한다.

④ 종균 접종 10일 전후에 균상면에 수분이 많이 생겼을 때 목탄가루(그린탄소) 200g/평 내외 균상면에 살포하여 상면 균피속에 묻히게 하면 좋다.

⑤ 버섯 발생기에 목초액(아스톱) 3000배액을 1주 2~3회 균상면에 관수해 주면 예방효과가 있다.

⑥ 버섯발생 중에 느타리갈변병이 발생하면 상면에 목탄가루를 200g/평 고루 뿌려 주고 발생부위에 목초액 200~300배액을 분무하면 갈변병은 바로 잡을 수 있다.

인 용 문 헌

1) 이강화 1983. 한국버섯산업화를 위한 고급버섯 재배. 현대농업기술종합판. 전국농업기술자협회. pp. 710~718.

2) 이강화 1988. 버섯재배기초이론과 수출전략. 식용버섯 재배기술. 전국농업기술자협회. p. 25.
3) 이강화 1989. 느타리볏짚다발재배 핵심기술Ⅱ. '89겨울 농민대학교재. 전국농업기술자협회. p. 728.
4) 농업기술연구소 1989. 고소득버섯의 병 기계화재배법연구. 농업기술연구소. p. 8.
5) 이강화 1990. 느타리(晩茸)솜재배 실무기술. '90여름 농민대학교재. pp. 302~314.
6) 이강화 1991. 경영사례Ⅱ(느타리 발효재배 실무기술) 느타리버섯. 농협전문대학. pp. 155~156.
7) 이강화 1992. 느타리 우량종균 및 볏짚,솜 발효재배 실무기술. '92여름농민대학교재. 전국농업기술자협회. p. 179. 4)선진형 트레이 소포장
8) 이강화 1984. 느타리버섯 볏짚다발재배 핵심기술 Ⅰ. '84 여름농민대학교재. 전국농업기술자협회. p. 662.
9) 이강화 1989. 느타리볏짚다발재배 핵심기술 Ⅱ. '89겨울 농민대학교재. 전국농업기술자협회. pp. 730~731.
10) 이강화 1990. 느타리솜재배실무기술. p. 307.
11) 이강화 1993. 느타리발효재배실무기술. '93새농민기술대학 느타리버섯. 농협전문대학. pp. 102~111.
12) 이강화 1994. 버섯산업피해구제에 의한 국제경쟁력 강화방안. 농업피해 구제제도의 문제점과 해결방안 농정토론회. 전국농업기술자협회. p. 83.
13) 이강화 1990. 느타리솜재배 실무기술. p. 305.
14) 이강화 1994. 버섯산업피해구제에 의한 국제경쟁력 강화방안. p. 91.
15) 전창성 등 1989. 느타리버섯세균성갈변병 방제연구. '89년도 시험연구보고서(생물부편). 농업기술연구소. p. 564.
16) 이강화 1980. 볏짚을 이용한 느타리버섯재배기술. '80겨울농민대학교재. 전국농업기술자협회. p. 233.
17) 이강화 1984. 느타리버섯볏짚다발재배 핵심기술 Ⅰ. p. 662.
18) 이강화 1989. 느타리볏짚다발재배 핵심기술 Ⅱ. pp. 734.
19) 이강화 1990. 느타리솜재배실무기술. p. 310.
20) 이강화 1984. 느타리버섯볏짚다발재배 핵심기술 Ⅰ. p. 665.
21) 이강화, 리 국준 1994. 중국의 표고톱밥재배기술과 최신정보. '94겨울농민대학교재. 전국농업기술자협회. p. 276.
22) 이강화 1992. 느타리우량종균 및 볏짚-솜발효재배 실무기술. '92여름농민대학교재. 전국농업기술자협회. p. 174.
23) 이강화 1993. 느타리발효재배 실무기술. p. 121.
24) 이 강화 1993. 상게서. p. 122.
25) 山中勝次 1991. 느타리 생육진단. 칼라판버섯생육진단(느타리-팽이편). 농촌문화사(일본-동경). p. 52.
26) 이강화 1990. 洋松茸 다수확재배와 생버섯수출. '90겨울농민대학교재. pp. 451~467.