

과제구분	지역농업 기술개발	Code LS0603	수행시기	전반기	연구기간	'99~'01(완결)
연구과제명	Recycle 개념의 생물전환에의한 농업생산 폐기물의 효율적 이용기술개발					
세부과제명	농산부산물을 이용한 버섯 생산시스템 개발					
구 분	성 명	소 속		직 급	전화번호	
세부과제책임자	박영학	특화작목개발시험장		지방농업연구소	(033)243-1822	
공동연구자	이안수	"		"	"	
색인용어	농산부산물, 버섯, 폐배지, 톱밥, 폐면실박					

1. 연구배경

농산부산물 및 가공폐기물의 재이용은 자원의 재활용이라는 측면과 함께 환경오염에 적극적으로 대처한다는 점에서 대단히 중요한 과제라고 할 수 있으며 이를 해결하기 위한 연구의 필요성은 매우 높다고 하겠다. 이중 버섯을 재배하고 남는 폐배지는 퇴비로 사용하고 있어 폐기되고 있지는 않으나 현재 버섯 배지로 주로 사용되고있는 톱밥과 미강의 가격이 비싸 폐배지를 다시 배지로 재활용하는 효율적인 방법의 연구가 필요하다고 본다.

따라서 본연구는 폐배지와 인진숙박, 도토리박 등 농산부산물을 버섯 배지로 재활용할수 있는 가능성과 방법을 구명하므로써 폐자원의 효율적 활용을 통해 버섯 생산비 절감은 물론 환경오염을 예방하는데 기여하고자 실시하였는바 그 결과는 다음과 같다.

2. 재료 및 방법

본 연구는 1999년부터 2001년까지 3개년간 폐배지를 재활용하여 버섯을 재배하기 위한 폐배지 및 농산부산물의 건조방법 및 적정 첨가율, 폐배지 발효기술, 농산부산물을 이용한 버섯재배 농가실증시험을 실시하였는바 시험별 재료 및 방법을 기술하면 다음과 같다

가. 폐배지의 건조방법 및 첨가율에 따른 버섯종류별 균사생장속도 비교

시험에 사용된 폐배지는 느타리버섯 재배 후 생산된 톱밥폐배지와 면실박폐배지<그림 1>를 수집하여 양건과 음건을 한 후 대비로 건조를 시키지 않은 처리를 두어 실시하였다.



그림 1. 버섯 폐배지 종류

버섯은 농촌진흥청 농업과학기술원에서 분양 받은 느타리버섯(원형느타리1호), 애느타리 버섯(애느타리1호), 팽이버섯(팽이1호), 표고버섯(농기3호)를 공시하였다. 배지는 <표 1>과 같이 버섯종류별로 신선한 배지에 폐배지를 첨가하여 제조하였으며 기타 배지조제 및 버섯 재배는 일반관행 재배에 준하였다

표 1. 버섯종류별 공시 배지 첨가율

버섯종류	배 지 재 료	폐배지첨가율 (%, v/v)
느타리	폐면+폐배지(면실박폐배지_)	0, 10, 30, 50, 70
애느타리, 팽이	포플러톱밥+폐배지(톱밥폐배지)+미강(20%)	"
표고	참나무톱밥+폐배지(톱밥폐배지)+미강(20%)	"

폐배지의 성분을 알아보기 위한 분석은 농촌진흥청 토양화학분석법(농촌진흥청, 1989)에 의하였으며 버섯 생육 및 수량 조사는 농촌진흥청 조사요령에 의거 조사하였다.

나. 폐배지 첨가율 및 농산부산물별 수량 및 균사생장량 비교

폐배지는 춘천지역에서 수집한 면실박폐배지, 농산부산물 재료는 인진숙박, 맥주박, 도토리박<그림 2>를 양건하여 <표 2>와 같이 첨가비율을 달리하여 수행하였다. 기타 배지조제 및 버섯재배와 조사요령은 앞의 시험과 동일하게 하였다

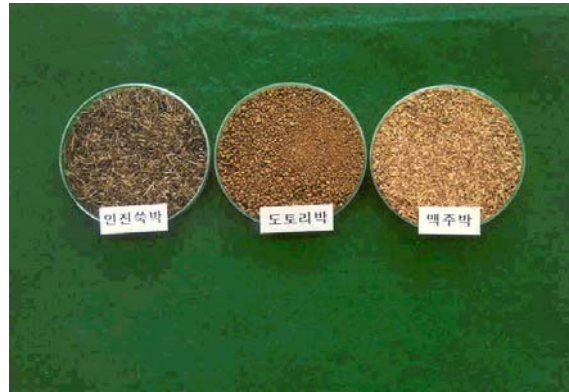


그림 2. 농산부산물 종류

표 2 버섯 종류별 공시 배지첨가율

버섯종류	관행배지	농산부산물	
		종류	첨가비율(% , v/v)
느타리	폐 면	인진숙,맥주,도토리,면실박, 폐배지	0, 5, 10, 30, 50, 70
애느타리,팽이	포플러톱밥+미강(20%)	인진숙박, 맥주박, 도토리박	0, 5, 10, 20, 30, 50
표고	참나무톱밥+미강(20%)	"	"

다. 폐배지 발효 후 배지 첨가시 버섯의 수량에 미치는 영향

폐배지는 <표 3>과 같이 느타리버섯은 면실박폐배지, 표고는 톱밥폐배지를 발효시켜 배지재료로 사용하였으며 대비로 미발효 폐배지를 두어 첨가비율을 달리하여 실시하였다. 발효는 65 ~ 70%로 수분을 조절한 후 발효제를 5% 첨가하여 50 ~ 55℃에서 48시간 호기성 발효시켰다.

공시버섯은 느타리버섯(춘추2호), 표고버섯(농기3호)를 사용하였으며 기타 배지조제 및 버섯재배와 조사요령은 앞의 시험과 동일하게 하였다.

표 3. 버섯종류별 공시 배지 첨가율

버섯종류	관행배지	폐배지	
		종 류	첨가비율(% , v/v)
느타리	폐 면	발효 면실박폐배지,	0, 5, 10, 30, 50, 70
		미발효 "	"
표고	참나무톱밥+미강(20%)	발효 톱밥폐배지	0, 5, 10, 20, 30, 50
		미발효 "	"

라. 농산부산물을 이용한 배지를 활용한 버섯재배 농가실증시험

본 시험은 앞의 시험에서 얻어진 주요 결과를 실증하기 위해 춘천시 신동 주성렬 농가의 패널식 버섯재배사에서 실시하였다. 버섯은 느타리버섯(춘추느타리2호) 및 표고버섯(농기3호)를 공시하였으며 배지는 인진숙박 및 도토리박을 양건한 후 관행배지에 첨가하여 사용하

였다. 기타 배지조제 및 버섯재배와 조사요령은 앞의 시험과 동일하게 하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 폐배지의 건조방법 및 첨가율에 따른 버섯종류별 균사생장속도 비교

본 시험에 공시된 폐배지의 일반성분 분석결과는 <표 4>와 같이 톱밥 및 면실박 폐배지 모두 건조방법에 따른 수분함량 및 일반성분 함량은 큰 차이가 없었다.

표 4. 버섯 폐배지의 건조방법별 성분 비교

폐배지종류	건조방법	(%)				
		수분	조단백	회분	조섬유	조지방
톱밥폐배지	음건	8.03	3.92	10.67	50.04	0.88
	양건	7.85	4.07	15.96	45.46	0.80
면실박폐배지	음건	12.82	8.69	4.43	44.05	0.79
	양건	11.39	9.42	5.50	45.61	0.34

폐배지의 건조방법 및 첨가율에 따른 버섯종류별 균사생장속도 비교한 결과는 <표 5>와 같았다. 느타리 및 애느타리의 버섯은 폐면실박을 50~70%, 팽이버섯과 표고는 폐톱밥을 각각 50~30%, 10% 첨가할 경우, 그리고 건조방법은 양건한 것이 균사생장속도가 빨랐다.

표 5. 폐배지의 건조방법 및 첨가율에 따른 버섯종류별 균사생장속도 비교

(단위 : mm)

버섯종류	첨가 폐배지	건조방법별 폐배지 첨가비율(% , v/v)									
		0		10		30		50		70	
		-	음건	양건	음건	양건	음건	양건	음건	양건	
느타리	면실박폐배지	98.1	89.9	99.2	123.3	93.4	116.2	123.0	135.2	141.2	
애느타리	톱밥폐배지	101.2	104.5	93.9	111.8	107.0	114.0	122.1	120.0	135.3	
팽이	"	103.8	109.5	103.2	105.1	105.4	109.0	108.9	104.0	99.1	
표고	"	101.0	104.8	114.5	96.8	96.8	95.3	88.5	80.0	93.0	

※ 조사일시(배양후 일수) : 느타리(22일), 애느타리(22일), 팽이(39), 표고(34일)

한편 균사배양기간이 비교적 긴 표고버섯의 균사배양완성율을 조사한 결과는 <그림 3>과 같이 신선배지만 사용한 관행 배지에 비해 높아지는 경향을 보였고 50% 첨가시 65%로 가장 높았다

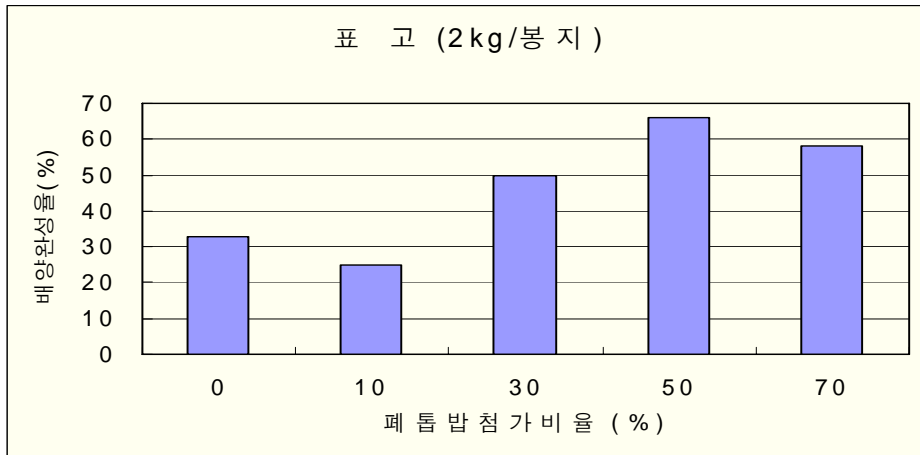


그림 3. 폐톱밥 첨가비율별 표고버섯 균사배양완성률

이상의 결과 중 폐배지의 재활용 가능성이 입증된 느타리버섯과 애너타리버섯만을 공시하여 폐배지의 첨가비율 및 건조방법에 따른 수량을 검토한 결과는 <표 6>과 같았다. 관행 배지에 비해 느타리버섯 및 애너타리버섯 모두 톱밥폐배지를 70%까지 첨가하여도 수량이 차이가 없었으며 및 건조방법간에도 차이가 없었다.

표 6. 폐톱밥 첨가율 및 건조방법별 느타리버섯 수량 비교

(g/850ml병)

버섯종류	폐 톱 밥 첨 가 비 율(% , v/v)									
	0		10		30		50		70	
	-	음건	양건	음건	양건	음건	양건	음건	양건	
느타리	37.5	36.7	35.7	37.3	37.7	37.0	38.3	37.1	38.0	
애너타리	52.6	54.3	53.8	53.8	47.8	52.1	40.9	45.5	47.5	

나. 폐배지 첨가율 및 농산부산물별 수량 및 균사생장량 비교

앞의 시험에서 공시한 2종의 버섯을 느타리버섯은 재배방법 병재배에서 상자와 봉지재배, 애너타리버섯은 병재배로하여 수량을 비교한 결과는 <그림 4, 5>과 같았다.

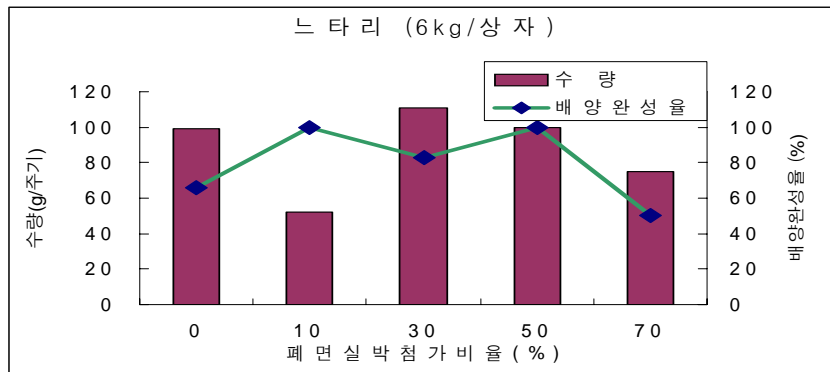


그림 4. 폐배지(면실박폐배지) 첨가비율별 느타리버섯 상자재배시 수량

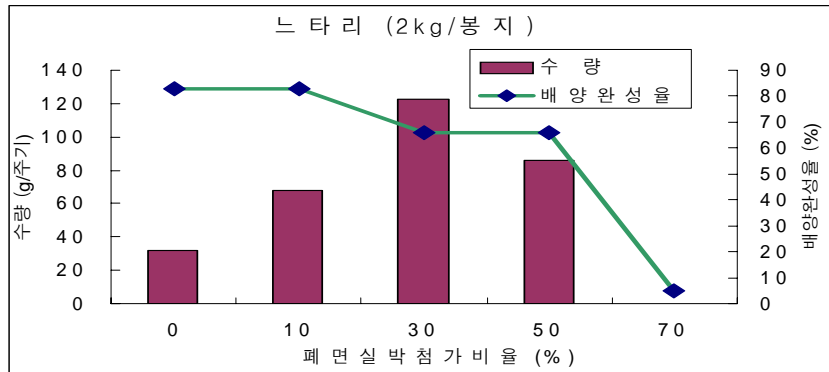


그림 5. 폐배지(면실박폐배지) 첨가비율별 느타리버섯 봉지재배시 수량

느타리버섯은 상자 및 봉지재배시 면실박폐배지를 30 ~ 50% 첨가시 유효경수 및 수량이 가장 많았다. 이는 앞의 시험에서 50%를 첨가시 균사성장속도가 가장 빨랐던 결과와 같은 경향이였다. 애느타리는 <그림 6>와 같이 병재배시 톱밥폐배지를 50~30% 첨가시 유효경수 및 수량이 많았다.

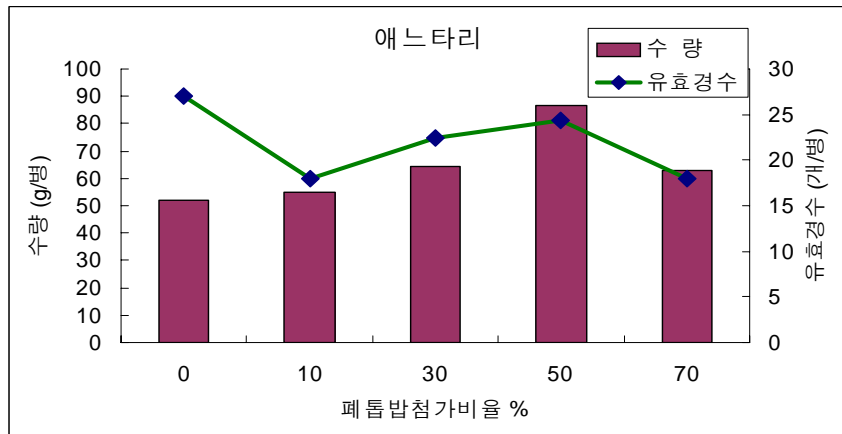


그림 6. 폐배지(톱밥폐배지) 첨가비율별 애느타리버섯 수량

팽이버섯은 <그림 7>와 같이 톱밥을 첨가할 경우 발이율이 13~19%로 낮고 수량도 60g으로 낮았는데 이는 팽이버섯은 고유특성상 다른 버섯에 비해 균사활력이 낮기 때문으로 추정되며 팽이버섯의 경우 톱밥의 재활용은 어려운 것으로 판단되었다

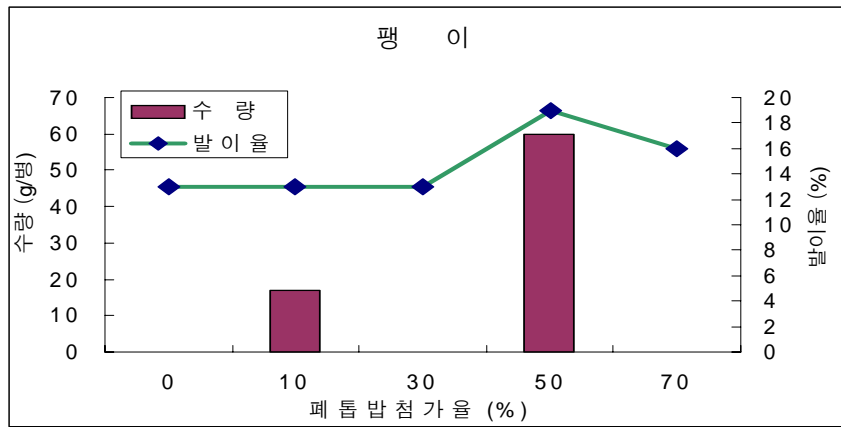


그림 7 페배지(톱밥페배지) 첨가비율별 팽이버섯 수량

한편, 농산부산물 첨가율에 따른 버섯종류별 균사생장량을 비교한 결과는 <그림 8>과 같았다. 느타리버섯은 관행배지에 비해 농산부산물을 50%까지 첨가시 균사생장량이 빨랐으며 농산부산물 종류별로는 도토리박 > 폐면실박 > 인진숙박 순이었다.

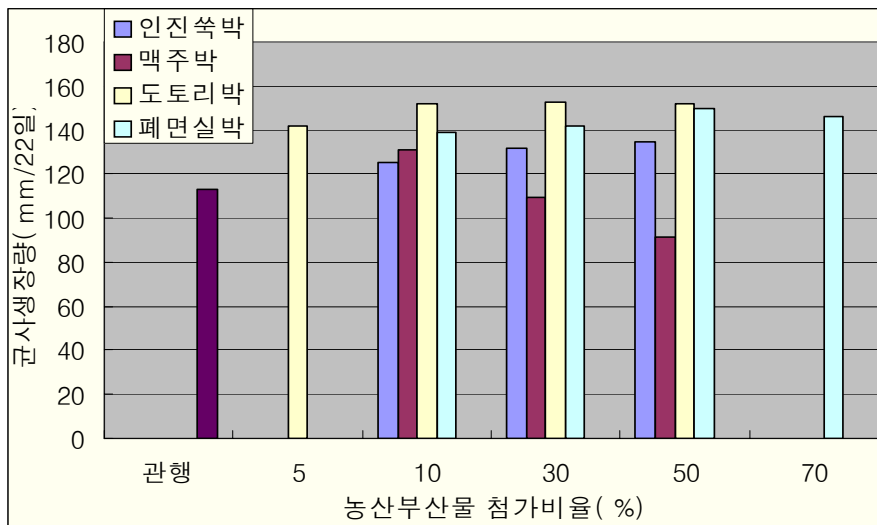


그림 8. 농산부산물 첨가비율별 느타리버섯 균사생장속도 비교

애느타리버섯은 농산부산물을 첨가시 <그림 9>과 같이 관행 배지에 비해 균사생장속도가 느려지는 경향이였다.

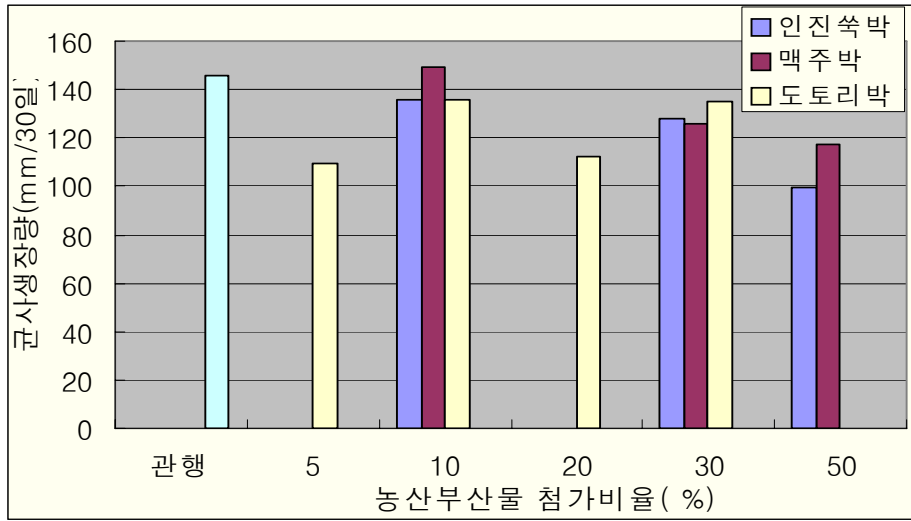


그림 9. 농산부산물별 첨가비율별 애너타리버섯 균상생장속도 비교

팽이버섯은 <그림 10>과 같이 관행 배지에 비해 3종의 농산부산물을 10% 첨가할 경우 균사생장속도가 빨랐다.

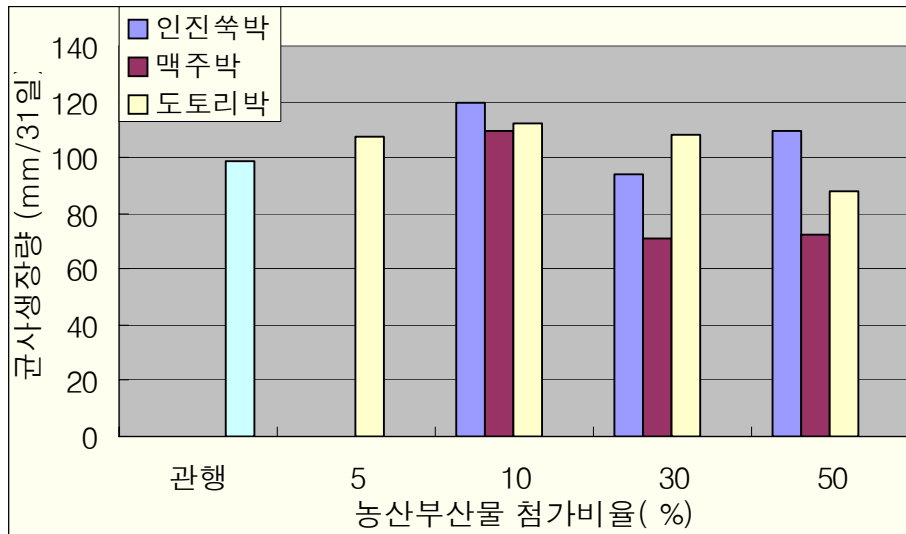


그림 10. 농산부산물 첨가비율별 팽이버섯 균사생장속도 비교

다. 폐배지 발효 후 배지 첨가시 버섯의 수량에 미치는 영향

폐배지(면실박폐배지)을 발효 및 미발효 시킨 후 관행배지와 혼합하여 느타리버섯을 재배한 결과는 <표 7>과 같이 혼합비율에 관계없이 관행 배지에 비해 유효경수 및 수량이 낮아 활용가치가 없는 것으로 나타났다.

표 7. 폐배지의 발효 및 미발효에 따른 느타리버섯의 생육 및 수량

관행 배지	배지혼합율(%)		균 사 생장량 (mm/17일)	균사배양완 성일수 (일)	수확 율 (%)	유효경수 (개/봉지)	수 량 (g/2kg봉지)
	폐배지(면실박폐배지)						
	발 효	미발효					
100	-	-	12.9	18	83.3	18.4	292
70	30	-	12.1	20	66.7	17.0	205
50	50	-	8.1	19	100.0	9.1	82
70	-	30	11.1	20	50.0	17.3	191
50	-	50	12.0	19	83.3	9.6	133

표고버섯은 <표 8>과 같이 관행배지에 비해 발효시킨 톱밥폐배지를 10% 첨가할 경우 병당 수량은 높았으나 배양과정 중 오염이 심해 수확율이 낮았고 미발효시킨 폐배지를 50% 첨가할 경우 수확율은 다소 낮았으나 유효경수 및 수량이 증가하였다.

표 8. 폐배지의 발효 및 미발효에 따른 표고버섯의 생육 및 수량

관행 배지	배지 첨가율 (%)		생육특성			수확 율 (%)	수 량 성	
	폐배지(폐밥폐배지)		경장 (cm)	경태 (mm)	갓경 (cm)		유효경수 (개/봉지)	수 량 (g/2kg봉지)
	발효	미발효						
100	-	-	4.5	11.5	5.5	70	3.0	78.1
70	30	-	4.3	9.6	3.5	20	11.0	105.8
50	50	-	7.0	8.4	3.5	30	5.0	56.5
70	-	30	3.4	8.2	3.8	10	3.0	42.7
50	-	50	4.2	8.6	4.3	60	6.2	95.3

라. 농산부산물을 이용한 배지를 활용한 버섯재배 농가실증시험

농산부산물을 이용한 느타리버섯 농가실증 재배결과는 <표 9>와 같이 관행배지에 도토리박을 30% 첨가할 경우 관행배지와 비슷한 버섯수량을 보여<그림 11> 재활용시 배지가격을 낮추는 효과가 있을 것으로 기대되었다.

표 9. 농산부산물 첨가율별 느타리버섯의 생육 및 수량

관행배지	재료별 혼합율 (%)		균 사 생장량 (mm/17일)	균사배양 완성일수 (일)	수확율 (%)	유효경수 (개/봉지)	수 량 (g/2kg봉지)
	농산부산물						
	인진쑥박	도토리박					
100	-	-	12.9	18	83.3	18.4	291.6
90	10	-	12.6	18	83.3	22.0	263.6
70	30	-	12.5	18	83.3	18.6	235.0
50	50	-	12.8	18	100.0	21.7	238.5
90	-	10	11.7	19	33.3	21.0	256.5
70	-	30	10.0	18	83.3	26.4	290.0
50	-	50	9.4	20	66.7	20.8	208.8



그림 11. 도토리박 30% 첨가시 느타리버섯 봉지재배

표고버섯 재배 결과는 <표 10>과 같이 관행배지에 비해 수확율이 낮고 봉지당 수량이 대체로 낮아 재활용할 수 없는 것으로 판단되었다.

표 10. 농산부산물 첨가율별 표고버섯의 생육 및 수량

참나무 톱 밥	배지 첨가율 (%)		생육특성			수확 율 (%)	유효경수 (개/봉지)	수 량 (g/2kg봉지)
	농산부산물		경장 (cm)	경태 (mm)	갓경 (cm)			
	인진쑥박	도토리박						
100	-	-	4.5	11.5	5.5	70	3.0	78.1
90	10	-	10.6	10.4	4.2	10	4.0	51.7
70	30	-	7.8	9.2	4.8	40	3.3	38.6
50	50	-	2.9	7.9	4.0	40	7.5	87.2
90	-	10	3.2	8.2	4.6	10	15.0	164.9
70	-	30	3.0	11.6	4.5	50	6.4	75.5
50	-	50	4.0	9.3	3.5	20	7.5	64.5

4. 적 요

본 연구는 버섯 재배후 폐기되는 폐배지 및 농산물가공 부산물인 도토리박, 맥주박, 인진썩박의 재활용을 위한 버섯 배지로의 사용 가능성을 검토하기 위하여 수행하였는 바 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 가. 폐배지의 건조방법 및 첨가율에 따른 버섯종류별 균사생장속도를 비교한 결과, 느타리 및 애느타리버섯은 관행배지에 비해 면실박 폐배지를 50~70%, 팽이 및 표고는 톱밥 폐배지를 각각 50~30%, 10% 첨가할 경우 그리고 건조방법은 양건한 것이 균사생장속도가 빨랐다.
- 나. 폐배지 첨가율에 따른 버섯종류별 수량은 느타리 및 애느타리는 각각 면실박 및 톱밥 폐배지를 30~50%를 첨가할 경우 유효경수 및 수량이 증수되었으나 팽이버섯은 폐배지 첨가시 발이율 및 수량이 낮았다.
- 다. 폐배지를 발효시켜 버섯을 재배한 결과 발효에 의한 품질 및 수량 개선효과는 없었다.
- 라. 농산부산물 첨가율에 따른 버섯종류별 균사생장량 비교한 결과 느타리버섯은 관행배지에 비해 농산부산물을 50%까지 첨가시 균사생장량이 빨랐으며 농산부산물 종류별로는 도토리박> 폐면실박> 인진썩박 순이었다.
- 마. 농산부산물을 이용한 느타리버섯 재배 농가실증시험 결과 관행배지에 도토리박을 30% 첨가할 경우 관행배지와 같은 수량을 보여 폐배지를 재활용할 경우 배지가격을 낮추는 효과가 있을 것으로 기대되었다.

5. 인용문헌

- 경기도농촌진흥원. 1993. 농업과학기술 연구개발. 시험연구사업설계서. p196-224.
- 김순근. 1996. 농업부산물을 이용한 느타리버섯의 재배에 관한 연구. 한국교원대학교석사학위논문.
- 농촌진흥청. 1989. 토양화학 분석법, 농업기술연구소.
- 박용환, 고승주. 1974. 식용버섯 재배에 관한 시험. 뽕나무 및 과수전정가지를 이용한 느타리 버섯 재배에 관한 시험. 농업기술연구소 농사시험연구보고서. 131-137
- 박용환, 고승주. 1975. 볏짚을 이용한 느타리버섯 재배에 관한 연구. 제 1보 배지재료에 관한 실험. 농업기술연구소 농사시험연구보고서. 17 : 103-107
- 박용환, 고승주. 1977. 볏짚을 이용한 느타리버섯 재배에 관한 연구. 제 2보 배지 열 처리에 관한 연구. 농업기술연구소 농사시험연구보고서. 19 : 93-97
- 유 정, 이공준, 정기태, 나종성, 황창주, 1996. 느타리버섯 배지개발을 위한 폐면포 이용에 관한 연구. 한국균학회지. 24(3) : 176-179
- 이상선, 김순근, 이태수, 이민웅. 1997. 마늘껍질을 이용한 느타리버섯의 인공재배. 한국균학회지. 25(4) : 268-275
- 이희덕, 김용균, 김홍규, 한규홍, 문창식, 허일범. 1998. 농산부산물을 이용한 애느타리 및 버들송이의 배지재료 활용 효과. 한국균학회지. 26(1) : 47-51
- 정종천, 김광포, 김한경, 김영호, 차동열, 정봉구. 1995. 계란껍질 첨가배지가 팽이버섯의 균사생장과 자실체에 미치는 영향. 한국균학회지. 23(3) : 226-231
- 정환채, 박정식, 박용환. 1989. 느타리버섯재배 재료개발시험. 농업기술연구소 농사 시험연구보고서(생물부편) : 598-602
- 조우식, 윤영석, 유영현, 박선도, 최부술. 1996. 사과부산물을 이용한 애느타리 및 버들송이의 배지재료 활용 효과. 한국균학회지. 26(1) : 47-51
- 하태문, 지정현, 김영호, 엄재열. 1997. 식품부산물을 이용한 목질진흙버섯(*Phellinus linteus*) 균사체의 액체배양. 농사시험연구보고서 특작논문집 39(2) : 22~30
- Flack, R. 1917. Uber die Waldkultur des austern pilzes auf Laubholzstubben. Z. Forest Jugdwes 49 : 159-165