

벗짚배지의 살균조건이 느타리버섯균의 균사생장에 미치는 영향

전창성* · 신동훈¹ · 박정식 · 오세종

농촌진흥청 농업과학기술원 응용미생물과
¹농촌진흥청 가평군 농업기술센터

Effect of Pasteurized Substrates in Various Condition on the Mycelial Growth of Oyster Mushroom, *Pleurotus* spp.

Chang-Sung Jhune*, Dong-Hun Shin¹, Jeong-Sik Park and Se-Jeong Oh

Applied Microbiology Division, Department of Bio-Resources, National Institute of
Agricultural Sciences and Technology, R.D.A., Suwon 441-707, Korea
¹Kapyung-Gun Agricultural Technology Center, Kapyung, Korea

ABSTRACT: Various conditions for mushroom were investigated to study their effects on the mycelial growth of oyster mushroom and pathogens. Our results show that the optimal pasteurization temperatures for mycelial growth and pathogens are 60°C and 121°C respectively. Both were then decreased by heating over 60°C and getting down temperature under 121°C, respectively. In the experiment for pasteurization time, it was showed that both 8 and 12 hours pasteurization were greater than 24 hours treatment for the mycelial growth. In contrast, we didn't find any particular effect by different soaking time of substrates. The pH in substrates was leveled well by pasteurization and after-fermentation even though the acidity was lowered by extending the soaking time. Our results also show that the mycelial growth is greatest at 25~30°C regardless of pasteurization time for substrates. Through the experiment with paddy straw as a substrate, it was showed that two time pasteurization was greater than one time for mycelium growth and pro-fermentation of paddy straw before pasteurization have resulted in worth mycelial growth compared with that of normal condition.

KEYWORDS: Oyster mushroom, Mushroom cultivation, Pasteurization condition, *Trichoderma*

느타리버섯(*Pleurotus* spp.)은 온대지방의 활엽수 고사목에서 자생하는 식용버섯으로 널리 이용되고 있으며, 우리나라의 느타리버섯 인공재배 초기에는 버드나무, 포플러, 뽕나무 등의 원목을 이용하여 재배하였다.

벗짚을 이용한 재배방법이 연구 개발되면서 영구, 간이 재배사를 이용한 재배가 시작되고 그 면적이 점차 증가되어 1996년에는 전국의 재배면적이 156만평이 넘게 되었다.

그러나 대부분의 농가들은 푸른곰팡이병 등이 많이 발생되고 있으며, 세균성갈변병등 여러 가지 새로운 병해가 발생되고 있어 재배 실패율이 높아(전 등, 1988) 재배를 포기하는 경향이 뚜렷해지고 있다. 이러한 현상이 발생하는 것을 살균부족에 의한 것으로 오인하고 있는 상태이며, 버섯 재배에서 살균과 후발효조건에 관한 문헌을 보면 발표자에 따라 많은 차이를 나타내고 있다.

일반적으로 양송이재배에서의 살균방법은 60°C에서 6시간 살균하고 50~55°C에서 5~6일간 후발효하며, 느타리버섯 재배에서는 60°C에서 6~8시간을 살균하고 50~55°C에서 3~4일간 후발효하는 것으로 되어 있다(차 등, 1989).

느타리버섯 재배에서 벗짚을 2시간 이상 열처리한 구에

서는 무처리구보다 균사생장이 빠르고 자실체 수량도 높다고 하였으며, 미생물의 밀도는 무처리구가 가장 많고 살균 시간이 증가되면 밀도는 감소된다고 하였다(박 등, 1975, 1977). 배지의 살균은 120°C 보다 60°C로 처리하는 것이 푸른곰팡이의 균사생장이 억제되었으며, 생벗짚보다 발효벗짚에서 푸른곰팡이병원균의 균사생장이 부진하다고 하였다(고 등, 1979). 배지재료와 살균에 대한 연구로는 밀짚과 호밀 짚을 배지로 하여 배지량에 40%를 버섯으로 수확하였고, 첨가물과 저온살균이 필요 없다고 보고하였으며(Lelly, 1972), 6~7일간 야외에서 수분을 조절하고 약간의 발효를 하여 높은 자실체 수량을 얻을 수 있다고 하였고(Schmause, 1972), 분쇄한 밀짚으로 80~100°C로 단기간 열처리하여 재배에 성공하였다고 보고하였다(Zadrazil, 1974).

배지의 살균방법에 대해서는 연구자간에도 많은 방법이 제안되었으며, 느타리버섯 재배자들은 실패 원인을 살균방법의 잘못으로 생각하고, 살균횟수, 살균온도 및 후발효기간을 나름대로 변화하여 농가별로 다양한 살균방법을 사용하고 있다.

본 시험은 이러한 느타리버섯 재배에서 균사생장의 실패에 의한 피해를 줄이기 위해 살균방법에 따른 느타리버섯 균사생장에 미치는 영향에 대해 시험을 실시한 결과를

*Corresponding author

보고하고자 한다.

재료 및 방법

공시균주

시험에 사용한 버섯의 공시균주는 ASI 2001호(농기2-1호), 2016(농기201호), 2018(농기202호), 2072(사철느타리), 2070호(여름느타리)를 사용하였으며, *Trichoderma hazianum*과 *Monilia* sp.를 사용하였다.

배지조제

공시배지재료는 신선한 볏짚을 선택하여 그 중간부위의 14 cm 만을 사용하였고, 이것을 수돗물에 12시간 동안 침수하여 배지의 수분함량을 70% 내외로 조절하였으며, 침수가 완료된 볏짚을 칼럼(직경 3 cm의 유리관)에 일정한 양을 넣고 면전을 하였다.

살균온도 및 시간에 따른 버섯 및 병원균의 군사생장

칼럼에 넣은 볏짚배지를 60, 70, 121°C에서 살균하였으며, 60과 70°C 처리구는 2, 4, 6, 8, 10, 12, 24시간 동안 살균한 후 50°C에서 72시간 동안 후발효를 하였으며, 121°C 처리는 소형 고압살균기에 1시간 동안 살균하였다.

공시된 버섯의 접종원은 톱밥 80%에 미강 20%를 혼합하여 만든 배지에 각각의 균을 접종하여 배양한 것을 사용하였으며, 접종 10일 후 군사생장을 조사하였다. 병원균의 접종원은 PDA 배지에 배양한 병원균의 5 mm 크기 균총을 볏짚배지표면에 4개씩 접종하였고, 접종 4일 후 군사생장 정도를 조사하였다.

살균시간 및 배양온도에 따른 버섯균의 군사생장

칼럼에 넣은 볏짚배지를 60°C에 2, 4, 6, 8, 10, 12, 24시간 동안 살균한 후 50°C에서 72시간 동안 후발효를 하여 각각의 처리에 느타리버섯 품종별로 접종을 하고 20, 25, 30°C에서 배양하였으며, 종균접종 10일후 군사생장을 조사하였다.

배지의 살균 및 침수시간에 따른 버섯균의 군사생장

볏짚을 직경 20 cm로 묶은 후 수돗물(19.5°C)에 4, 8, 12, 24, 48시간별로 침수하여 칼럼에 일정한 양의 볏짚을 넣고 면전을 하였으며, 60°C에서 8, 12, 24시간 동안 살균을 하고, 50°C에서 72시간 동안 후발효 하였다.

각각의 처리에 품종별로 종균을 접종하고, 25°C에서 배양하여 10일 후에 군사생장 정도를 조사하였으며, 배지제조 과정에서 살균전과 종균재식 전에 배지의 pH 변화를 조사하였다.

살균횟수에 따른 버섯균의 군사생장

살균횟수에 따른 군사생장 정도를 확인하기 위하여 조제된 볏짚배지를 1, 2회의 살균을 하였다. 1회 살균은 60°C에

서 8시간 동안 살균하고 50°C에서 72시간동안 후발효 한 것이며, 2회 살균은 60°C에서 8시간 동안 살균하고 40°C로 하온하고 다시 가온하여 60°C에서 8시간 동안 살균후 50°C에서 72시간 동안 후발효하였으며, 대조로는 121°C 살균처리 60분간 소형 살균기에서 살균하였다.

각각의 처리에 품종별로 종균을 접종하고 25°C에서 배양을 하였으며, 종균접종 10일 후에 군사생장 정도를 조사하였다.

살균전 발효기간에 따른 버섯균의 군사생장

조제된 볏짚배지를 살균전에 50°C에서 1, 2, 3, 4, 6일동안 전발효를 실시한 후에 60°C에서 8시간 살균하였으며, 대조구는 농진청 표준재배법에 준하여(차 등, 1987) 살균과 후발효를 실시하였다.

각각의 처리구에 품종별로 종균을 접종하고 25°C에서 배양하여 종균접종 10일 후에 군사생장 정도를 조사하였다.

결과 및 고찰

살균온도 및 시간에 따른 버섯 및 병원균의 군사생장

정선되고 수분 조절된 볏짚배지를 살균온도 및 살균시간별로 처리하여 느타리버섯 5균주를 접종한 결과, 살균온도별 처리에서의 느타리버섯균의 군사생장은 60°C의 처리가 가장 우수하였으며, 온도가 상승할수록 느타리버섯의 군사생장이 약간씩 감소되는 경향이였다(Table 1).

각각의 살균온도 처리내의 살균시간별 처리에서는 살균 시간이나 균주간에 따른 군사생장이 큰 차이는 없었다.

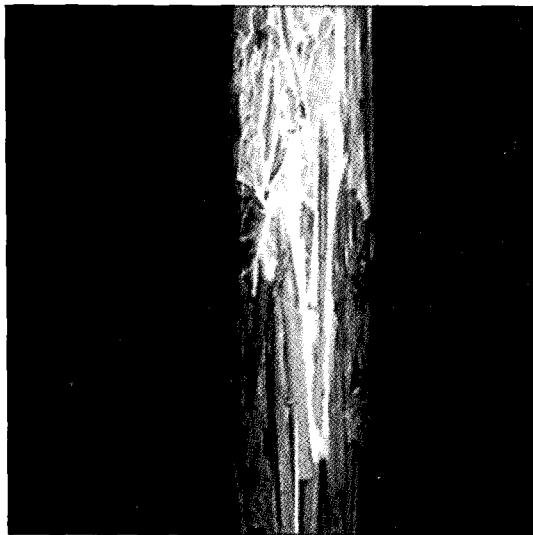
그러나 살균시간이 적은 2, 4시간 처리구는 군사생장 초기에는 군사밀도가 낮으며, 군사생장 후기에 느타리버섯의 군사가 균일하게 성장하지 않고 일부분은 성장하고 또 다른 부분은 생장이 억제되며, 육안상으로 관찰에서 확인될 정도로 군사가 굵어지고 군사생장이 중지되는 현상이 나타났다(Fig. 1).

박 등(1975, 1977)이 볏짚배지를 2시간 이상의 열처리구는 살균하지 않은 무처리구에 대비하여 군사생장이 증가한다고 하였으나, 본 시험에서는 살균시간이 적은 2, 4시간 처리구에서 후기의 군사생장이 불균일하고 심하게 생장을 억제하는 현상이 있었으며, 이러한 현상은 배지전체가 균일하게 살균되지 못하여 생존한 중온성미생물에 의해 버섯균의 군사생장이 부분적으로 억제되어 나타나는 현상으로 추측된다.

살균온도 및 시간별로 처리한 볏짚배지에 병원균을 접종하여 군사생장 정도를 조사한 결과 121°C 살균처리와 70°C 전제와 60°C의 6, 8시간 처리구를 제외한 처리구는 *Monilia* 균은 완전히 4일 이내에 다 자라고 온도가 높고 살균시간이 긴 처리구에서는 그 밀도가 매우 높으나 살균시간이 짧은 처리구에서는 군사밀도가 낮으며, 특히 60°C의 2, 4시간의 처리구는 고온성 곰팡이균이 성장하여 병원균의 군사생장과 구별할 수 없었다(Table 2).

Table 1. Effect of pasteurization time on mycelial growth of oyster mushroom

Pasteurization temp. (°C)	Pasteurization time (hour)	Mycelial growth (mm/10 day)				
		ASI 2001	ASI 2016	ASI 2018	ASI 2070	ASI 2072
60	2	99	94	102	100	93
	4	103	99	103	106	101
	6	99	101	97	107	101
	8	99	99	104	112	98
	10	98	107	101	109	101
	12	97	106	102	109	90
	24	96	102	99	109	102
70	2	84	86	102	84	96
	4	93	92	100	84	88
	6	87	93	100	84	93
	8	97	81	97	91	92
	10	87	96	98	88	93
	12	98	89	99	73	88
	24	93	89	88	87	82
121	1	77	84	83	86	77

**Fig. 1.** Suppressed appearance of mycelia by treatment of short pasteurization time.

이러한 경향은 푸른곰팡이 병원균에서도 비슷하게 나타났으며, 60°C의 6, 8시간 처리구는 종균접종 4일 후까지 접종원에서 공기중으로 공중균사만이 형성되다가 이후부터 배지내로 균사생장이 시작되나 균사밀도는 매우 낮고 성장 속도가 매우 느렸다.

상기의 실험의 결과에서 60°C의 6, 8시간 살균후 병원균 처리구의 성장 억제효과는 고 등(1979)에 의하면 120°C로 살균하는 것보다는 60°C로 살균한 것이 푸른곰팡이병원균의 균사생장이 억제된다는 것과 Stanek(1972)이 양송이 퇴비배지에 발생하는 고온성 세균 및 방사선균에 의해 해균의 생장은 억제되며 버섯균의 생장은 촉진되는 것과 같은 결과라고 생각된다.

Zadrazil(1974)에 의하면 분쇄한 밀짚으로 80~100°C로 단

Table 2. Effect of pasteurization time on mycelial growth of pathogens

Pasteurization temp. (°C)	Pasteurization time (hour)	Mycelial growth (mm/4 day)	
		<i>Trichoderma hazianum</i>	<i>Monilia</i> spp.
60	2	- ^a	-
	4	-	-
	6	0	0
	8	0	0
	10	48	140
	12	140	140
	24	140	140
70	2	-	140
	4	-	140
	6	140	140
	8	140	140
	10	140	140
	12	140	140
	24	140	140
121	1	140	140

^a:- Can not measure mycelial growth because of mixed thermophilic fungi and pathogen.

시간 열처리하여 재배에 성공하였다고 하였으나 이 방법은 재배는 가능하나 60°C 보다 버섯균의 성장정도가 감소되는 것으로 보아 실제 재배에 있어서 잡균의 발생율이 높고 수량이 낮아 비효율적일 것으로 사료된다.

살균시간 및 배양온도에 따른 버섯균의 균사생장

살균시간 및 균사배양온도에 따른 느타리버섯의 품종별 균사생장을 조사한 결과(Table 3), 균사배양온도에 따른 느타리버섯의 균사생장은 20°C 보다는 25°C와 30°C의 처리에서 균사생장이 우수하였고, 살균시간에 따른 정확한 경향을

Table 3. Effect of pasteurization time and incubation temperature on mycelial growth of oyster mushroom

Pasteurization time	Incubation temperature (°C)	Mycelial growth (mm/10 day)				
		ASI2001	ASI2016	ASI2018	ASI2070	ASI2072
2	20	74	82	84	80	75
	25	108	98	91	119	102
	30	99	109	112	106	87
4	20	72	93	74	81	64
	25	101	110	109	125	101
	30	96	117	104	86	115
6	20	73	67	74	55	73
	25	81	102	78	90	88
	30	83	93	97	83	89
8	20	86	77	88	81	86
	25	114	97	117	117	117
	30	112	119	113	115	109
10	20	84	93	84	89	81
	25	105	111	115	101	122
	30	117	111	119	106	113
12	20	86	84	89	74	80
	25	94	105	115	114	111
	30	118	117	117	118	126

확인할 수 없었으나, 대체적으로 살균은 8시간 이상 처리구에서 양호하게 나타났으며, 이러한 것은 살균시간에 따른 영향보다는 어떤 다른 요인이 더 크게 작용한 것으로 생각된다.

또한 균주에 따른 균사생장의 차이도 어떤 경향을 찾아볼 수 없었다.

차 등(1989)에 의하면 실제적인 재배에서 종균접종후 배지의 온도를 25°C 이상 배양하지 않고 20~23°C 내외로 배양을 시작하는 것은 균사생장기간에 발생하는 버섯균의 호흡열에 의해 성장적온 이상으로 상승하는 것을 억제하기 위한 것으로 생각되며, 살균시간이 짧은 2, 4시간의 처리에

서는 살균시간에 따른 버섯균의 균사생장 실험결과와 같이 균사생장 후기에 느타리버섯의 균사가 균일하게 성장하지 않고 불균일하게 성장하고 육안상으로 관찰에서 확인될 정도로 균사의 굵기가 굵어지는 현상이 나타났다.

배지의 살균 및 침수시간에 따른 버섯균의 균사생장

살균시간과 침수시간에 따라 느타리버섯의 품종별 균사생장을 조사한 결과(Table 4), 살균시간 8시간과 12시간 처리에서는 비슷한 경향의 균사생장정도를 보였으나 24시간에서는 균사생장이 균주에 상관없이 완연하게 감소되는 경향이었으며, 침수시간에 따른 느타리버섯의 균사생장에서

Table 4. Effect of pasteurization and soaking time on mycelial growth of oyster mushroom

Pasteurization time (hour)	Soaking time (hour)	Mycelial growth (mm/10 day)				
		ASI 2001	ASI 2016	ASI 2018	ASI 2070	ASI 2072
8	4	82	103	91	91	110
	8	107	104	107	97	115
	12	101	98	105	94	101
	24	106	101	112	97	91
	48	109	103	114	106	110
12	4	103	89	105	91	99
	8	106	101	112	110	112
	12	101	91	102	111	110
	24	102	103	95	100	111
	48	106	102	110	114	113
24	4	89	84	96	83	82
	8	83	60	74	67	91
	12	60	68	80	83	94
	24	72	70	79	98	91
	48	85	97	95	99	106

는 침수시간에 따른 일정한 경향치는 보이지 않았다.

또한 느타리버섯 품종에 따른 균사생장정도는 앞의 실험결과와 같이 일정한 경향치가 나타나지 않았다.

벗짚배지의 살균은 온도를 높이거나 시간을 길게 하면 경제적으로 부담이 될 뿐만이 아니라 24시간 이상의 지나친 살균은 느타리버섯의 균사생장을 저해하고 해균의 생장을 억제하는 유익한 균까지 사멸시킬 수 있으므로 배지의 살균시간은 각각 8시간부터 12시간이 적당한 것으로 생각된다.

양송이 재배에서의 배지살균은 정열이라 하며 60°C에서 6시간을 실시하고, 퇴비내와 재배사내에 존재하는 병해충을 제거하기 위한 과정이라 하였으며(차 등, 1987), 연구자에 따라서는 60°C를 최소 3시간 이상 유지하면 충분하다고 하였으며(Flegg, 1985), 살균시 보다는 후발효시의 온도, 환기 조건 등이 후발효가 끝난 배지에 암모니아태 질소함량을 낮게하는 것이 중요하다고 하였다(Ross, 1982. Harris, 1893). 이와 같이 충분한 실내외발효를 실시하는 양송이 재배에서는 살균의 개념은 중요도가 작으나 실내외 발효기간이 짧으며 배지의 특성상 질소의 함유량이 낮아 발효가 왕성하지 못한 느타리버섯에서는 살균은 느타리버섯의 균사생장과 매우 밀접한 관계를 가질 수 있다고 생각된다.

앞으로 벗짚배지의 살균과정에 따른 배지내의 미생물상과 영양원의 변화 등에 따른 버섯균의 균사생장에 관하여 더 많은 연구가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

느타리버섯 벗짚배지의 살균시간과 침수시간에 따른 pH

Table 5. Change pH of paddy straw medium by pasteurization and soaking time

Pasteurization time (hour)	Investigation time	Change of pH				
		Soaking time (hour)				
		4	8	12	24	48
0	After soaking	6.5	6.3	6.3	5.0	4.8
	Before spawning	6.0	6.2	5.0	5.4	5.9
8	After pasteurization	7.9	7.2	7.2	6.5	7.1
	Before spawning	5.8	5.0	5.1	5.1	4.8
12	After pasteurization	7.5	6.2	7.0	6.8	7.5
	Before spawning	5.7	6.6	5.5	5.5	5.1
24	After Pasteurization	6.4	7.5	6.7	7.3	7.2
	Before spawning					

Table 6. Effect of pasteurization time and frequency of pasteurization on mycelial growth of oyster mushroom

Frequency of Pasteurization	Pasteurization time (hour)	Mycelial growth (mm/10 day)				
		ASI2001	ASI2016	ASI2018	ASI2070	ASI 2072
1	4	94	95	92	104	101
	6	100	105	105	113	100
	8	101	102	103	102	95
2	4	85	83	74	85	79
	6	88	96	93	92	82
	8	74	79	85	91	70
1	Control	81	71	87	95	79

의 변화를 조사한 결과 벗짚의 침수시간이 길어지면 pH는 낮아지는 경향이었으며, 살균후의 pH는 4, 8, 12시간 침수 처리구에서는 낮아지는 경향이었으며, 24, 48시간 처리구는 pH가 높아지는 경향을 나타냈다(Table 5).

중균재식전의 배지의 pH는 순수벗짚의 pH나 살균후의 벗짚보다 pH가 높게 나타났다.

살균횟수에 따른 버섯균의 균사생장

살균횟수 및 살균시간에 따른 느타리버섯 균사생장의 조사에서는 앞서의 실험 결과에서 나타난 것과 같이 살균시간이나 품종에 따른 뚜렷한 효과는 나타나지 않았으나 살균횟수에 있어서 2회 보다는 1회 살균한 것이 버섯균의 균사생장이 훨씬 좋은 결과를 나타내고 있다(Table 6).

전체적으로는 121°C에서 1시간 처리보다는 살균을 2회 처리구가 대개의 경우 균사생장이 높거나 비슷한 수준이었으나 일부 2회 살균구들은 멸균 처리구보다 균사생장이 낮은 것도 있었다.

양송이재배에서 Ross와 Harris(1982)는 양송이 후발효과정에서 55°C 이상으로 온도를 올리게되는 경우 양송이 균사생장을 억제하고 경쟁 곰팡이균의 생장을 도움을 준다는 결과와 같은 것이라고 생각된다.

살균전 발효기간에 따른 버섯균의 균사생장

살균전 벗짚배지를 50°C에서 전발효를 일차별로 실시하고 살균하여 느타리버섯을 접종하였을 때 느타리버섯의 균사생장정도는 전발효 기간별이나 균주에 따른 어떤 일정한 경향치가 없으며, 균사생장도 균일하지 않고, 전발효를 하지 않고 표준재배법에 따라 살균과 후발효를 한 것보다 균사생장이 불량하였다.

따라서 실제의 재배과정에서도 균상에 배지를 임상하여 살균전에 배지를 50°C에서 전발효를 실시하는 경우 균사생장에 촉진 효과는 없을 것으로 생각된다.

그러나 일반적으로 고 등(1979)에 의하면 야외에서 벗짚을 발효한 것이 하지않은 것보다는 수량도 우수하고 푸른 곰팡이 등의 억제에도 우수하다고 한 것은 야외발효는 뒤집기 작업에 의해 산소가 공급되므로 호기성 상태로 발효되기 때문인 것으로 생각된다. 살균전에 50°C로 발효가 균사생장을 불량하게 하는 원인은 칼럼 내부에 초기에 존

Table 7. Effect of a period of pro-fermentation on mycelial growth of oyster mushroom

Period of pro-fermentation (day)	Mycelial growth (mm/10 day)				
	ASI2001	ASI2016	ASI2018	ASI2070	ASI2072
0	119	108	119	106	109
1	65	93	132	113	97
2	88	106	103	94	110
3	105	94	86	88	81
4	99	92	115	123	112
6	66	115	84	104	94
Control	117	121	129	110	116

재하던 산소는 전발효과정에서 고갈되어 발효가 제대로 이루어지지 않아 균사생장이 억제되고 균사생장에 차이가 심한 것으로 추정된다.

적 요

느타리버섯 재배용 볏짚배지의 살균과 관련하여 균사생장에 미치는 영향을 실내에서 시험한 결과, 느타리버섯의 균사생장은 60°C에서 살균한 것이 가장 우수하였고 살균온도가 높아질수록 감소되었으며, 병원균의 생장은 121°C에서 가장 양호하고 온도가 낮을수록 감소되었다. 볏짚배지의 살균시간은 8, 12시간에서 느타리버섯의 균사생장이 가장 양호하였고 24시간 처리에서는 오히려 균사생장이 감소되었다. 살균시간과 침수시간에 따른 배지 pH의 변화는 침수시간이 길어지면 산도가 낮아지고 살균과 후발효후 종균접종시에는 전반적으로 균형을 이루었다. 느타리버섯 볏짚배지의 살균시간에 상관없이 균사생장정도는 25~30°C에서 가장 양호하였다. 느타리버섯의 볏짚배지는 2회 살균보다는 1회 살균시 균사생장이 양호하였다. 미리 균상 내에서 전발효를 하는 경우는 오히려 정상적인 것보다는 균사생장이

불량하였다.

참고문헌

- Flegg, P. B., Spencer, D. M. and Wood, D. A. 1985. The Biology and Technology of the Cultivated Mushroom. John Wiley & Sons Ltd.
- 차동열, 유창현, 김광포. 1989. 최신버섯재배기술. 상록사 118-119.
- 전창성. 1990. 느타리버섯 병해 발생현황조사. 농촌진흥청 농업기술연구소 시험보고서(생물부편). 1988; 794-800.
- 고승주, 박용환, 차동열. 1979. 느타리버섯 볏짚 조제방법 개선에 관한 시험. 농촌진흥청 농업기술연구소 시험보고서 1979; 122-133.
- Lelly, J. 1972. *Pleurotus ostreatus* has great possibilities. M.G.A. Bull. 271: 311-313.
- 박용환, 고승주. 1975. 느타리버섯 볏짚배지의 조제 방법 개선에 관한 시험. 농촌진흥청 농업기술연구소 시험보고서(생물부편) 1975; 97-104.
- 박용환, 고승주, 장현세, 김영배. 1977. 느타리버섯 볏짚배지의 조제 방법 개선에 관한 시험. 농촌진흥청 농업기술연구소 시험보고서(생물부편) 199-204.
- Ross, R. C. and Harris, P. J. 1983. The significance of thermophilic fungi in mushroom compost preparation. *Scientia Horticulturae* 20: 61-70.
- Ross, R. C. and Harris, P.J. 1982. Some factors involved in phase II of mushroom compost preparation. *Scientia Horticulturae* 17: 223-229.
- Stanek, M. 1972. Micro-organisms inhabiting mushroom compost during fermentation. *Mushroom Sci.* 8: 797-811.
- Schmaus, F. 1972. Ein never pilz (*Pleurotus ostreatus*) Der Champignon 12: 5-11. Horti, Abs. 43: 293.
- Zadrazil, F. 1974. The ecology and industrial production of *Pleurotus ostreatus*, *P. florida*, *P. cornucopiae* and *P. eryngii*. *Mushroom Sci.* 9: 594-653.