

생육온도에 따른 느타리버섯 자실체의 형태 및 재배적 특성변화

전창성, 윤형식, 장갑열, 공원식, 이강효, 이찬중
농촌진흥청 국립원예특작과학원 인삼특작부 버섯과

The effect of temperature on morphological of fruiting body and cultivated characteristics of oyster mushroom

Chang-Sung Jhune*, hyung-sik yun, Kab-Yeul Jang, Won-Sik Kong, Kang-Hyo Lee, Chan-Jung Lee and Young-Bok Yoo

Mushroom research Division, Department of Herbal Crop Research, National Institute of Horticultural & Herbal Science,
RDA, Suwon 441-707, Korea

(Received November 10, 2011, Revised November 19, 2011, Accepted November 25, 2011)

ABSTRACT : Changes of fruiting body yield and morphology according to growing temperatures in *Pleurotus* strains were investigated. In this study, twelve commercial strains divided into low, medium and high temperature groups were tested. On the basis of fruiting body yield, they showed best in their own temperature properties. On the other hand, they didn't have any fixed tendency to growing temperatures on morphological characteristics. Thicknesses of pilei were best at 10°C, having nothing to do with strains. Lengths of stipes were increased with the progress of cultivation temperatures in five strains including 'Sambok'. The other strains showed differences on this trait. Thicknesses of stipes were decreased with the progress of cultivation temperatures in other strains excepting 'Sambok and ASI2029'. Days for harvest were extended as temperature decreased, even though the shortest days were different according to strains. Sometimes there were abnormal shapes of fruiting bodies in response to temperatures in some strains. In 'Suhan-1', white cilia fully covered onto the surface of pilei were observed macroscopically at the early stage and then disappeared or remained a little later at 10°C cultivation. In 'Chunchu-2', their stipes were twisted and bent over 20°C cultivation.

KEYWORDS : Oyster mushroom, Temperature, Morphology, Cultural characteristics

서론

느타리버섯(*Pleurotus* spp.)은 온대지방의 활엽수 고사목에서 자생하는 식용버섯으로 우리나라에서 가장 많이 이용되고 있다. 총생산액이 8,000억원에 이르는 버섯산업에서 주요 버섯인 느타리버섯의 재배면적은 1995년에는 596ha에서 2002년에는 710ha로 증가하였으나 그 이후에는 감소하여 2009년에는 251ha로 감소하였다(농림부 2009). 느타리버섯 재배방법별로 보면 균상재배 면적은 감소하고 병재배 면적은 증가하는 추세이다. 단위면적당 수확량은 감소 추세로 95년에는 36kg에서 '02년에는 34kg으로 '09년에는 19kg 감소되고 있으며, 재배자간 수량성 및 품질의 심한 편차가 존재하고 있고, 기형버섯의 발생으로 전반적으로 품질이 낮아지는 추세를 보이고 있다.

일반적으로 느타리버섯 생육에 관련된 요인으로는 영양원인 배지재료와 재료내의 환경요인, 균사생장후의 버섯발생과 생육에 관련한 재배사 내의 환경요인에 의해 지배된다고 하고 있다(농촌진흥청, 2004). 그러나 느타리버섯에 관한

대부분의 연구는 배지제조(고 등, 1981; 유 등, 1996; 홍 등, 1983) 벗짚배지 살균조건과 균사생장(전 등 2000), 푸른곰팡이균과 균사생장(김, 1985), 방제약제(전 등, 1990), 느타리벗짚배지에서의 유해균과의 관계(신, 1987) 톱밥재배에서의 첨가제(이 등, 2002a) 배지량(이 등, 2002b) 톱밥 배지살균(이 등, 2002c) 등 배지와 관련하여 균사생장, 수량, 병해충과의 관계에 대한 연구가 주류를 이루어 왔으며, 버섯 자실체에 생육조건에 관한 연구는 미흡한 상태이다.

양송이(Dania 등, 1998; Flegg, 1978a; Flegg, 1978b; Margaret 등, 1989; Plunkett, 1956)에 대해 오랜 시간동안 다양한 재배사내 환경조건과 자실체와 발생과 생장에 대한 연구가 이루어져있으며, 느타리버섯에 관련한 것은 버섯생산에 따른 영양조건과 환경제어에 관한 연구가 보고되어 있다(鈴木彰, 1991; 山中勝次, 1991).

지금까지의 우리나라에서 자실체에 대한 생육조건에 관한 연구로는 Jang 등(2003, 1999)에 의해 기형버섯의 발생과 개선, 느타리버섯 기내 자실체 형성과 유도조건(조 등, 2004) 등과 같은 연구가 수행되었으나 현장에 적용하기에는 미흡한 상황이다.

그러므로 느타리버섯 균상재배에 있어서는 버섯발생과 생

* Corresponding author <csjhune@korea.kr>

육에 관련한 재배사내의 환경요인에 관련하여 재배사내의 온도조건의 변화에 따른 발이, 성장속도, 자실체 생장의 형태적 특징 등을 분석하여 품종에 적합한 환경조건 설정을 위한 기초자료로 활용하고자 본 연구를 수행하였다.

재료 및 방법

느타리버섯의 온도별 생육의 반응을 조사하기 위한 공시 품종으로는 *P. ostreatus*로는 ASI2029, 수한1호, 신농46호, 원형1호, 원형2호, 청도21호, 춘추2호, 흑평, 흑진주, 장안PK, *P. sajor-cajo*는 여름1호, 삼복느타리 버섯을 공시품종으로 사용하였다.

재배는 버섯솥을 배지재료로 하여 40×40×15cm의 상자를 사용하였으며, 상자당 배지량은 배지수분을 72%로 조절된 배지를 상자당 8kg를 담아 느타리버섯 균상재배의 배지살균 및 후발효 방법에 준하여 60℃ 8시간, 50℃ 72시간 동안 후발효하여 배지를 제조하였다.

제조된 배지를 25℃ 내외로 하온하여 각각의 종균을 500g씩 표면 접종하였으며, 23℃ 배양실에서 균사생장 시켰다. 온도별 재배적 특성을 조사하기 위하여 재배사 내의 온도를 10, 15, 17.5, 20, 25℃로 조절된 재배사에 각각의 품종을 4반복으로 처리하였고, 이때 재배사 내의 습도는 90~95%를 유지하여 버섯의 발생을 유도하였다.

온도조건에 따른 차이점을 조사하기 위하여 자실체의 형태 및 재배적 특성과 재배기간 중에 버섯의 특이적 형태 여부를 관찰하였다.

버섯의 형태적인 조사는 자실체의 갓크기, 갓굽기, 대길이, 대굵기와 개체중을 조사하기 위하여 상자별로 수확시에 주기별로 5개의 버섯을 선택하여 길이 및 무게를 측정하였다. 재배적 특성에서 초발이소요일수는 종균접종 후 초기 버섯발생 시까지의 기간을 조사하였다. 재배과정 중에 특징적인 기형적 특성을 광학현미경, 전자현미경으로 검경하여 자실체 표면의 미세구조를 비교 분석하였다.

결과 및 고찰

느타리버섯을 버섯솥에 배양하여 온도별로 처리한 후 수확량을 조사한 결과(Table 1), 10℃ 온도처리에서 수확성이 높았던 품종은 원형2호와 장안PK 이었으며, 15℃는 ASI2029, 삼복, 수한1호, 원형1호, 춘추2호, 흑진주이었고, 17.5℃는 청도21호, 흑평, 20℃에서는 신농46호와 여름1호가 높았다. 이와는 반대로 버섯을 전혀 수확하지 못한 품종들은 20℃에서는 흑진주이었고, 25℃에서는 ASI2029,

Table 1. Weight of fruiting body per tray according to growing temperatures

Strains	Yield of mushroom(g/0.2m ²)				
	Growing temperature(°C)				
	10.0	15.0	17.5	20.0	25.0
ASI2029	291.7	504.5	73.3	56.0	0.0
Sambok	307.3	712.5	580.0	576.0	610.3
Suhan-1	756.0	1,006.0	688.0	712.5	580.0
Sinnong-46	749.5	691.8	656.5	938.3	155.0
Yeorem-1	34.3	894.5	1,085.8	1,222.5	88.0
Weonhyeong-1	389.0	809.3	491.3	71.8	0.0
Weonhyeong-2	620.8	615.3	505.0	102.3	0.0
cheongdo-21	558.8	1,167.8	1,304.5	1,217.3	532.4
Chunchu-2	736.9	997.5	875.6	614.0	440.7
Heukjinju	339.0	852.3	89.0	0.0	0.0
Heukyeong	568.5	594.0	662.0	180.8	0.0
Jangan-PK	697.8	598.0	121.8	77.5	0.0
Average	504.1	787.0	594.4	480.8	200.5

원형1호, 원형2호 흑진주, 흑평 장안-PK 이었다. 온도처리에서 가장 높은 수확량을 보이는 품종별 온도를 보면 삼복느타리버섯을 제외한 버섯에서는 그 품종의 자실체의 발생 및 생장에 알맞은 온도로 알려진 품종적 특성과 비교적 유사한 결과를 보이고 있다. 고온인 20℃ 이상에서 버섯을 전혀 발생 또는 수확하지 못하는 품종은 대개의 경우 15℃ 이하에서 높은 수확량을 보이는 품종으로 그 중에서 특히 흑진주 버섯은 20℃에서도 버섯이 전혀 발생 수확하지 못하는 결과를 얻었다.

품종에 따라 버섯발생 온도범위가 청도-21호, 여름1호, 수한1호, 삼복, 춘추-2호 등과 같은 중고온 또는 고온성 계통들은 수확량의 차이는 있으나 전 온도범위에서 버섯이 발생하고 수확하여, 발생 및 생장범위가 넓은 것이 있는 반면에 저온에만 발생하는 장안-PK, 흑진주, 흑평 등과 같은 저온성 계통들은 온도 적용범위가 좁은 것으로 나타났다.

이 결과를 보면 상자재배에서 온도별로 처리하여 그 품종의 특성을 효과적으로 확인 할 수 있을 것으로 보이며, 특히 일반농가 재배사에서 품종적 특성을 조사하는 경우에는 재배사내의 온도가 밤낮의 기온차이에 의해 밤의 낮은 온도에서 발이하여 낮 시간대의 고온에 성장하는 것을 온도 범위가 넓은 것으로 혼동하는 경우도 많이 있으므로 품종에 대한 정확한 범위를 파악하기 위해서는 상자재배를 활용하여 온도가 조절되는 재배사에서 정확한 시험이 이루어져야 한다고 생각된다.

느타리버섯을 버섯솥에 균상생장을 시켜 온도별로 처리하여 수확하는 버섯의 자실체의 갓크기를 조사한 결과

(Table 2), 갓 크기는 모든 공시품종에서 온도에 따른 일정한 경향을 보이지 않으며, 저온, 중온 고온성 품종적인 특성에 따른 온도반응에서도 어떤 일정한 경향을 보이지 않고 있다. 품종을 전체 평균하여 조사한 결과에서도 일정한 경향을 보이지 않으며, 특히 25와 17.5℃에서 갓크기가 작은 경향을 보이는 것은 재배사 환경요인 중 어떤 다른 요인이 작용한 것으로 보인다. 갓 크기가 온도에 따른 경향치가 보이지 않는 것은 온도가 높은 경우에는 버섯의 생장 속도가 빨라 버섯이 커지는 경향이 있으나, 버섯은 수확하는 시기에 따라 그 크기가 결정하므로 아주 높은 25℃에서는 늦게 수확하거나 갓이 피는 것을 우려하여 미리 수확하여 때에 따라서 갓이 적거나 커지는 경향을 보이는 것으로 판단된다. 특히 버섯이 발생한 다발 내에도 갓 크기가 일정하지 않으므로 온도 환경에 따른 변화유무를 판단하기가 곤란 할 것으로 추정된다.

느타리버섯을 버섯솥에 균상생장을 시켜 온도별로 처리하여 수확하는 버섯의 자실체의 갓두께를 조사한 결과(Table 3) 갓두께는 모든 공시품종에서 10℃처리에서 가장 두껍게 나타났다. 그리고 ASI2029, 삼복, 수한1호, 원형1호, 원형2호, 춘추2호, 흑평 등은 17.5℃에서 약간 감소되었다가 20℃에서 증가하였으나 25℃에서 다시 감소하는 경향을 보이고 있으며, 그 외의 품종들은 저온에서 고온으로 가면서 갓두께가 감소하는 경향을 보였다. 17.5℃에서 약간 감소된 것은 재배사내에서 환경 중 다른 버섯과 함께 실험하는 과정에서 재배사내에 다른 버섯의 호흡에 의해서 발생한 CO₂가스에 의한 약간의 장해가 발생한 것으로 추정된다.

Table 2. Diameter of pileus according to growing temperatures

Strains	Diameter of pileus(mm)				
	Temperature of cultivation(℃)				
	10.0	15.0	17.5	20.0	25.0
ASI2029	5.3	4.8	3.8	4.5	-
Sambok	4.6	4.0	4.5	5.5	4.4
Suhan-1	5.2	4.7	4.4	5.2	2.9
Sinnong-46	5.3	4.5	3.3	4.7	2.5
Yeorem-1	5.9	6.2	5.5	4.5	5.1
Weonhyeong-1	4.8	5.8	4.0	4.9	-
Weonhyeong-2	4.9	5.9	3.5	5.4	-
cheongdo-21	4.9	5.3	4.0	3.9	2.8
Chunchu-2	4.8	5.1	3.0	5.1	1.9
Heukjinju	5.7	5.6	3.0	-	-
Heukyeong	5.4	4.4	3.0	4.7	-
Jangan-PK	4.9	6.6	2.7	-	-
Average	5.1	5.2	3.7	4.8	3.3

느타리버섯을 버섯솥에 균상생장을 시켜 온도별로 처리하여 자실체의 대길이를 조사한 결과(Table 4) 17.5℃에서 가장 긴 대길이를 보이는 것은 ASI 2029, 원형1호, 원형2호, 흑진주, 흑평, 장안PK, 이었으며, 20℃에서는 여름 1호, 25℃에서는 삼복, 수한1호, 신농46호, 청도21호, 춘추 2호 등이었다. 특히 Fig. 1에서 보여주는 결과와 같이 삼복 느타리버섯은 10℃ 저온에서 대길이가 0.9cm로 가장 짧은

Table 3. Thicknesses of pileus according to growing temperatures

Strains	Thickness of pileus(mm)				
	Temperature of cultivation(℃)				
	10.0	15.0	17.5	20.0	25.0
ASI2029	0.8	0.8	0.58	0.7	-
Sambok	0.9	0.7	0.57	0.7	0.5
Suhan-1	0.9	0.7	0.6	0.7	0.4
Sinnong-46	0.8	0.8	0.6	0.7	0.3
Yeorem-1	1.2	0.8	0.8	0.7	0.5
Weonhyeong-1	1.1	0.8	0.6	0.8	-
Weonhyeong-2	1.0	1.0	0.6	1.0	-
cheongdo-21	0.9	0.8	0.7	0.6	0.4
Chunchu-2	0.8	0.8	0.5	0.7	0.3
Heukjinju	0.9	0.7	0.4	-	-
Heukyeong	0.9	0.7	0.5	0.7	-
Jangan-PK	1.0	0.8	0.5	-	-
Average	0.93	0.78	0.58	0.73	0.40

Table 4. Lengths of stipes according to growing temperatures

Strains	Lengths of stipes(mm)				
	Temperature of cultivation(℃)				
	10.0	15.0	17.5	20.0	25.0
ASI2029	4.8	4.2	6.7	5.5	-
Sambok	0.9	3.3	4.7	4.9	6.0
Suhan-1	3.1	3.2	5.2	6.5	6.9
Sinnong-46	3.0	3.6	5.5	6.4	8.3
Yeorem-1	1.4	2.9	3.9	5.3	4.6
Weonhyeong-1	3.7	4.3	7.0	4.8	-
Weonhyeong-2	3.7	3.8	7.6	4.9	-
cheongdo-21	4.3	4.5	7.3	6.2	10.0
Chunchu-2	3.7	5.2	6.9	6.1	8.0
Heukjinju	3.8	5.7	7.5	-	-
Heukyeong	3.2	3.6	5.9	4.8	-
Jangan-PK	2.0	2.6	6.0	-	-
Average	3.13	3.91	6.18	5.54	7.30



Fig. 1. Growth shapes of fruiting body according to growing temperatures. left : 10°C, right : 20°C

것으로 나타났으며(Fig.1), 그와 반대로 가장 긴 것은 청도 21호가 25°C 온도처리에서 10cm로 나타났다. 이 결과를 보면 수량성에서 15°C이하에서 높은 수량을 보였던 저온성 품종들은 17.5°C에서 가장 긴 대길이를 보였으며, 이들 품종 중에서 20°C에서는 오히려 대길이가 약간 감소되는 경향을 보이고 있다. 또한 고온성 품종중 하나인 여름1호 버섯은 20°C에서 대길이가 길었다가 25°C에서는 감소되는 경향을 보였다. 중고온성 이상의 품종인 수한1호, 삼복, 청도21호 등의 품종들은 저온에서 25°C로 증가하면서 점진적으로 대길이가 증가되는 경향을 보이고 있다. 이는 온도가 상승하면서 대길이가 증가하는 현상이 있는 것으로 확인되며, 그 반대로 저온인 10°C에서는 대길이가 전체적으로 짧은 경향을 보이고 있어 온도가 대 길이에 많은 영향을 주는 것으로 판단된다. 대길이는 일반적으로 환기부족에서 길어지는 것으로 판단하고 있지만 이 결과로 보아서는 단순히 대길이가 증가하는 것을 환기의 부족에 의한 결과로 판단하는 것이 어려울 것으로 생각된다

느타리버섯을 버섯솜에 균상생장을 시켜 온도별로 처리하여 품종별 자실체의 대균기를 조사한 결과 (Table 5) 대균기는 ASI2029, 수한1호, 원형1호, 원형2호, 흑진주, 장안-PK 등은 10°C에서 가장 굵었으며, 15°C에서는 신농46호, 여름1호, 청도21호, 춘추2호, 17.5°C에서는 삼복, 수한1호, 흑평, 20°C에서는 청도21호가 굵은 것으로 나타났다. 대균기는 그 조사 특성상 절대적인 차이는 보이지 않은 것으로 추정되며, 삼복느타리를 제외하고 자실체가 생육 가능한 범위 내에서는 최고온에서 대체적으로 대균기가 가늘어지는 경향을 보이거나 ASI2029는 예외적으로 온도에 따른 차이가 없는 경향이였다. 느타리버섯을 버섯솜에 균상생장을 시켜 온도별로 처리하여 버섯을 발생후 수확까지의 기간을 조사한 결과(Table 6) 수확소요일수는 생육적정온도까지는 감소되는 경향을 보이다가 온도가 다시 상승하면서 증가되는 경향을 보인다. 이는 고온이 되면서 자실체의 생장이 저해되어 나타나는 증상으로 보이며, 일반 균사생장에서 보이는 균사의 성장적온과의 관계와는 매우 다른 성향을 보이고 있다. 그러나 청도21호와 삼복의 경우에는 다른 품종과는 다르게 온도가 상승하면서 점진적으로 수확소요일수가 감소

Table 5. Thicknesses of stipes according to growing temperatures

Strains	Thickness of stipes(mm)				
	Growing temperature(°C)				
	10.0	15.0	17.5	20.0	25.0
ASI2029	1.5	1.4	1.4	1.5	-
Sambok	0.9	1.2	1.2	1.2	0.9
Suhan-1	1.7	1.6	1.7	1.4	1.3
Sinnong-46	1.6	1.9	1.5	1.5	1.2
Yeorem-1	1.6	1.7	1.6	1.6	0.8
Weonhyeong-1	2.0	1.7	1.3	1.3	-
Weonhyeong-2	1.9	1.6	1.2	1.3	-
cheongdo-21	1.5	1.6	1.5	1.6	1.1
Chunchu-2	1.4	1.8	1.2	1.3	1.3
Heukjinju	1.9	1.8	1.5	-	-
Heukyeong	1.5	1.4	1.6	1.4	-
Jangan-PK	1.8	1.5	1.5	-	-
Average	1.61	1.60	1.43	1.41	1.10

Table 6. Days for harvest according to growing temperatures

Strains	Days for harvest (day)				
	Growing temperature (°C)				
	10.0	15.0	17.5	20.0	25.0
ASI2029	36.3	34.5	36.5	37.3	-
Sambok	40.3	25.0	17.3	16.0	15.8
Suhan-1	37.0	33.3	31.3	31.0	35.0
Sinnong-46	37.0	29.5	30.3	28.5	38.3
Yeorem-1	39.5	24.8	21.8	22.3	28.0
Weonhyeong-1	39.0	34.5	36.0	36.5	-
Weonhyeong-2	39.0	33.3	37.7	35.0	-
cheongdo-21	30.8	21.5	20.3	20.0	18.5
Chunchu-2	33.0	25.3	29.0	31.3	36.0
Heukjinju	39.0	33.5	40.7	-43.3	-
Heukyeong	41.8	35.8	39.7	38.5	-
Jangan-PK	41.0	35.0	42.8	-	-
Average	37.8	30.5	32.0	23.0	28.6

되는 경향을 보인다. 처리 중 가장 저온인 10°C에서는 전체적으로 긴 수확일수를 보이고 있다. 느타리버섯을 버섯솜에 균상생장을 시켜 온도별로 처리하여 버섯을 발생하는 경우 후 수확까지의 기간에 특이적 증상을 관찰한 결과(Table 7) 품종에 따라 특이적 증상이 발생하는 현상이 몇가지 발견되었는데 수한느타리의 경우 저온에서 어린 버섯에서는 거의 털이라고 판단할 정도의 백색의 인피가 형성되는 것을 볼 수 있었으며, 성장하면서 갓 가장자리에는 심하며, 갓 중심

Table 7. Abnormal shapes of fruiting bodies in response to temperatures in this experiment

Strains	Temperature threshold	Symptom
Suhan1	Under 13°C	White cilia fully covered onto the surface of pilei were observed macroscopical at the early satge and then disappeared or remained a little later at 10°C cultivation
Chunchu2	Above 20°C	The stipes of fruiting body were twisted bent over 20°C cultivation. Gill overgrowth at lower stipes and pilei color was light gray and white

으로는 서서히 없어지는 것을 볼 수 있고, 다른 처리 또는 다른 품종에서는 발견할 수 없는 증상이었다.

백색의 인피부분을 일반현미경으로 검경한 결과 균사의 정단부와 같은 모양을 보이는 균사들을 볼 수 있었으나 확실히 이것이라고 단정할 수 있는 것은 아니었다. 정확한 확인을 위하여 전자현미경으로 검경한 결과 2000배에서 보면 표면의 균사가 공중으로 직립되어있는 것을 확인할 수 있었으며, 백색의 인피가 보이지 않는 정상적 버섯 자실체의 표면 균사는 누어있고, 서로 다른 균사와 엉켜져있는 현상을 보였다. 이 결과로 백색의 인피가 발생하는 것은 균사가 공기 중으로 직립하여 발생하는 것이며, 인편이 발생하는 것은 저온 자극에 의한 것으로 판단할 수 있었다(Fig. 2.).

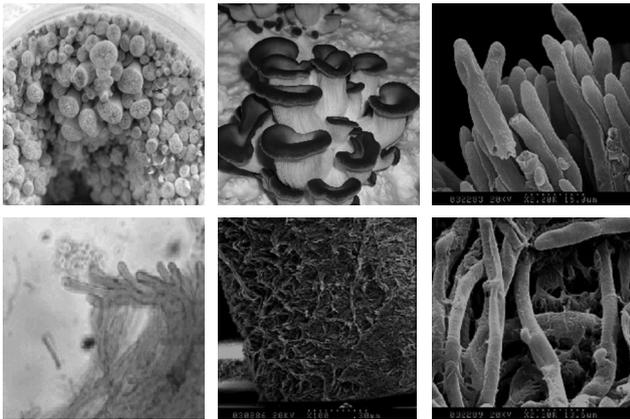


Fig. 2. Microscopic observation of white cilia of oyster mushroom "Suhan1". A. White cilia at the early satge B. White cilia at edge of mature Fruitbody C. The observation of white cilia by SEM(2000×) D. Observation of white cilia by common microscope(1000×) E. The observation of white cilia by SEM(100×), F. Surface of normal Fruitbody by SEM(2000×)

또한 춘추2호에서는 20°C이상의 온도에서는 이하의 온도에서 볼 수 없었던 대가 뒤틀리며, 전체적으로 대가 직립하지 않고 일정 부분이 휘어지는 증상이 발생하였으며, 대의 표면에는 주름으로 판단되는 부분이 대 기부에 까지 발생하는 등 이상현상이 발생하였다(Fig. 3). 이런 증상은 일반적 육안에 의해서도 확인이 가능하였으며, 고온에 의한 피해증상으로 판단된다.



Fig. 3. Abnormal symptom of Chunchu2 at high temperature over 20°C cultivation.

적요

본 연구는 느타리버섯 자실체가 생육온도에 따른 수량성과 자실체의 형태적 특성을 확인하기 위하여 느타리버섯 품종 중에서 저온, 중온, 고온성 품종을 구분하여 12개 품종에 대하여 실험을 실시하였다. 수량성에 있어서는 품종의 온도 반응적 특성에 맞는 온도에서 수량성이 가장 높게 나타났다. 형태적 특성에 있어서는 갓크기는 온도처리에 따른 일정한 경향을 보이지 않았으며, 갓두께에 있어서는 저온 처리인 10°C에서 품종에 관계없이 가장 두껍게 나타났다. 대 길이는 삼복 외 4품종은 온도가 증가하면서 같이 증가하였으며, 그 외의 품종은 품종에 따라 약간의 차이를 보였다. 대 굵기에 있어서는 대체적으로 온도 증가에 따라 가늘어지는 경향이나 품종간 약간의 차이가 나타났다. 버섯수확소요 일수에서는 10°C처리에서 가장 기간이 길었으며, 품종별 가장 짧은 소요일수를 보인 것은 품종의 온도 특성에 따라 다르게 나타났다. 품종에 따라서 온도에 반응하여 기형적 형태를 보이는 경우가 있었는데 이런 특이적 현상은 수한1호의 경우 저온 처리인 10°C에서 버섯이 발아후 어린 버섯 갓 표면에 백색 인피가 형성하며 성장 후에는 갓의 일부분에만 발생하거나 없어지는 현상이 있었으며, 춘추2호에서는 고

온인 20℃ 이상에서는 대가 뒤틀리며, 대가 휘어지는 특이적 현상이 발생하였다.

참고문헌

- 고승주, 박용환, 차동열. 1981. 벚짚을 이용한 사철느타리 버섯의 배지 제조 및 종균재식에 관한 연구. 한국균학회지. 9(2) : 67-72.
- 김명곤. 1985. Trichoderma 속의 생산하는 항생물질이 느타리버섯균에 미치는 영향. 한국균학회지. 13(2): 105~109.
- 농림부. 2009. 특용작물 생산실적. 농림부 2009 유통-09. 8-9.
- 농촌진흥청. 2004. 느타리버섯. 표준영농교본-14(개정판).
- 신관철. 1987. 느타리버섯 벚짚 배지에 발생하는 유해균류. 한국균학회지. 15(2) : 92-98.
- 유정, 이공준, 정기태, 나종성, 황창주. 1996. 느타리버섯 배지개발을 위한 폐면포 이용에 관한 연구. 한국균학회지. 24(3) : 176-179.
- 이윤희, 조운정, 김희동. 2002a. 느타리버섯 봉지재배시 봉지직경 및 배지량에 따른 생육 특성 비교 한국균학회지. 30(1) : 13-18.
- 이윤희, 조운정, 김희동. 2002b. 느타리버섯 봉지재배시 첨가제 및 첨가량이 균사배양 및 자실체 생육에 미치는 영향. 한국균학회지. 30(2) : 99-104.
- 이윤희, 조운정, 지정현. 2002c. 느타리버섯 봉지재배시 배지 살균 조건에 따른 균사생장 및 자실체 생육 비교. 한국균학회지. 30(2) : 94-99.
- 전창성, 신동훈, 박정식, 오세중. 2000. 벚짚배지의 살균조건의 느타리버섯균의 균사생장에 미치는 영향 한국균학회지. 28(3) : 67-72.
- 전창성, 유창현, 차동열, 김광포. 1990. 느타리버섯 푸른곰팡이병에 대한 Thiabendazole 의 방제효과. 한국균학회지. 18(2) : 85-89.
- 전창성, 추창호, 장갑열, 백수봉. 2000. 배지의 침수조건이 느타리버섯의 균사생장에 미치는 영향. 한국균학회지. 28(3) : 67-72.
- 조중호, 추교선, 김범기, 공원식, 유영복, 이승재, 조봉금. 이창수. 2004. 느타리의 기내 자실체 형성 및 그 유도조건에 관한 연구. 한국버섯학회지. 2(1) : 15-20
- 홍재식, 강귀환. 1983. 합성배지를 이용한 고온성 느타리버섯의 자실체 형성에 관한 연구. 한국균학회지. 11(3) : 121-128.
- Dania, O., Olennic, I., Hadar, Y., Chet, I., and Levanon, D. 1998. The role light in the morphogenesis of *Pleurotus ostreatus*. Int. Mushroom. Sci. 2(2) : 33-39.
- Flegg, P. B. 1978. Effects of temperature sporophore initiation and development in *Agaricus bisporus*. Mushroom science X(part1) Proceeding of the Tenth international Congress on the Science and cultivation of the Edible mushroom, France, 595-602.
- Flegg, P. B. 1978. Effects of temperature on the development of sporophores of *Agaricus bisporus* beyond a cap diameter of 2mm Mushroom science X(part1) Proceeding of the Tenth international Congress on the Science and cultivation of the Edible mushroom, France, p. 603-609.
- Jang Kab-Yeul, Chang Sung Jhune, Jeong Sik Park, Soo Muk Cho, Hang Yeon Weon, Jong Chun Cheong, Sun Gyu Choi, Jae Mo Sung. 2003. Characterization of Fruitbody morphology on various environmental conditions in *Pleurotus ostreatus*. Mycobiology 31(3) : 145-150.
- Jang Kab-Yeul, Soo Muk Cho, Chang Sung June, Hang Yeon Weon, Jeong Sik Park, Sun Gyu Choi, Jong Chun Cheong, Jae Mo Sung. 2005. Changes of enzyme activities and compositions of abnormal fruiting bodies grown under artificial environmental conditions in *Pleurotus ostreatus*. Mycobiology 33(3) : 30-34.
- Margaret E. Love and J. F. Smith. 1989. Effects of temperature manipulation during cropping on the flushing pattern of a hybrid strain of the cultivated *Agaricus bisporus*. Mushroom science X(part1) Proceeding of the Tenth international Congress on the Science and Cultivation of the Edible mushroom, Braunschweig- Germany. 509-516.
- Plunkett, B. E. 1956. The influence of factors aeration complex and light upon fruit-body form in pure cultures of an *Agaric* and *Polypore*. Annals of botany, N. S. Vol XX No. 80 : 561-589.
- 鈴木彰 1991. きのこ生産における栄養条件と環境制御 I-基礎篇., きのこの技術集談會編集委員会. きのこの基礎科學と最新技術. 農村文化社. p. 147-157.
- 山中勝次 1991. きのこ生産における栄養条件と環境制御 II-應用篇., きのこの技術集談會編集委員会. きのこの基礎科學と最新技術. 農村文化社. p. 158-167.