

동남아 수출을 위한 느타리류 완성형배지의 최적 조건 및 운송 온도

오민지^{1,*} · 임지훈¹ · 오연이¹ · 장갑열¹ · 김민식¹ · 강현민²

¹국립원예특작과학원 버섯과

²한빛머쉬테크

Selection of optimum conditions and distribution temperature of complete substrates of *Pleurotus* species for export to Southeast Asia

Minji Oh^{1,*}, Ji-Hoon Im¹, Youn-Lee Oh¹, Kab-Yeul Jang¹, Min-Sik Kim¹, and Hyun-Min Kang²

¹Mushroom Research Division, National Institute of Horticultural & Herbal Science, RDA, Chungbuk Eumseong 27709, Korea

²HanvietMushtech, DongNai, Vietnam

ABSTRACT: *Pleurotus* species are the most consumed and cultivated mushrooms in Korea. Although oyster mushrooms (*P. ostreatus*) can be cultivated automatically, their storability is slightly lower than that of king oyster mushrooms (*P. eryngii*) and winter mushrooms (*Flammulina velutipes*); therefore, the export proportion of oyster mushrooms is very low. Since Korean mushrooms are highly preferred across Southeast Asian, the export of oyster mushrooms in the form of complete substrates is expected to be more promising than that of fresh mushroom. Here, 1 and 2.5 kg complete substrates of *P. ostreatus* 'Soltari' and *P. sajor-caju* 'Sambok' were prepared and stored at different temperature from 0 to 15°C for 10 days. Thereafter, the formation of fruiting bodies was induced. Since the 2.5 kg complete substrates required 70 days of incubation, their mycelia were at an advanced age and their fruiting bodies did not grown normally. When 70%-incubated complete substrates were stored at 5–10°C, the growth was faster and more uniform and stable fruiting bodies were formed. Export test of complete substrates to Vietnam using distribution containers set at 0°C and 15°C revealed that the growth period was shortened by 1–2 days when the distribution containers were set at 15°C and the yield of 'Soltari' increased by approximately 10%. In addition, even though the yield of 'Sambok' was similar between treatments at 0°C and 15°C, the quality of fruiting bodies from 15°C-distributed complete substrates was much better than that of those from 0°C-distributed substrates.

KEYWORDS: Complete substrate, Export, *Pleurotus* species

J. Mushrooms 2022 December, 20(4):258-262
<http://dx.doi.org/10.14480/JM.2022.20.4.258>
 Print ISSN 1738-0294, Online ISSN 2288-8853
 © The Korean Society of Mushroom Science

Minji Oh(Researcher), Ji-Hoon Im(Researcher), Youn-Lee Oh(Researcher),
 Kab-Yeul Jang(Researcher), Min-Sik Kim(Researcher), Hyun-Min Kang
 (Mushroom producer)

*Corresponding author

E-mail : minji1228@korea.kr

Tel : +82-43-871-5713, Fax : +82-43-871-5702

Received November 30, 2022

Revised December 10, 2022

Accepted December 21, 2022

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

국내 버섯 생산량은 2021년 기준 약 166,195 M/T이며, 이 가운데 느타리(*Pleurotus ostreatus*)는 47,084 M/T으로 28%를 점유하는 주요 버섯이다(특용작물생산실적, 임업 통계연보, 2021). 그러나, 수출량은 271 M/T으로 버섯 총 수출량(15,559 M/T)의 1.8% 수준으로 매우 적다(농식품 수출정보). 느타리는 자동화시설의 확대로 생산량이나 생산효율이 증가하였으나 소비시장의 한계와 가격하락으로 해외수출 시장개척이 요구되고 있다(Kang *et al.*, 2005). 느타리는 주요 수출버섯인 큰느타리와 팽이에 비해 저장성이 다소 떨어져 유통 가능한 기간이 짧고, 유통 중 변온 등 온도 변화에 의해 신선도가 저하될 수 있어 수출에 어려움이 있다. 완성형 배지는 종균이 접종되어 배양이 완료된 배지로 구입 후 바로 버섯 발생과 생육이 가능한 것

Table 1. The rate of primordia formation of complete substrates according to different mycelial incubation rates, weights and storage temperatures.

Cultivar name ¹⁾	Incubation rate ²⁾ (%)	Incubation period (days)	The weight of complete substrate(kg)	The rate of normal primordia formation (%)			
				0°C ³⁾	5°C	10°C	15°C
Soltari	70	24	1.0	100	100	100	100
		45	2.5	100	100	100	100
	100	40	1.0	100	100	100	100
		70	2.5	100	100	100	0
Sambok	70	24	1.0	100	100	100	100
		45	2.5	100	100	100	100
	100	33	1.0	100	100	100	100
		70	2.5	100	100	100	0

¹⁾ ‘Soltari’ is a cultivar of *Pleurotus ostreatus*, and ‘Sambok’ is that of *P. sajor-caju*.

²⁾ The rate of incubation is a value expressed as a percentage of the extent to which mycelia were incubated in the whole medium (1 kg or 2.5 kg).

³⁾ Each complete substrate was stored at different temperature from 0 to 15°C for 10 days.

Table 2. The results of days of growth, yield and individual characteristics of complete substrates, *Pleurotus ostreatus* ‘Soltari’, according to different mycelial incubation rates and storage temperatures.

The rate of incubation ¹⁾ (%)	Storage temperature ²⁾ (°C)	Days of growth	Yields (g/kg)	Individual weight (g)	No. of valid individuals
70	0	10	215±15	15.6±3.4	27.3±3.2
	5	7	241±68	17.8±2.3	15.7±8.1
	10	7	188±30	10.0±1.9	45.3±11.0
	15	6	226±32	14.6±9.9	37.0±35.4
100	0	8	221±45	9.7±4.3	41.0±19.5
	5	8	242±25	7.0±3.8	37.3±6.0
	10	8	237±67	9.4±3.9	43.3±22.1
	15	5	150±15	11.4±8.1	34.7±23.7

¹⁾ The rate of incubation is a value expressed as a percentage of the extent to which mycelia were incubated in the whole medium (1kg).

²⁾ Each complete substrate was stored at different temperature from 0 to 15°C for 10 days.

을 말하는데, 최근 작업의 편리성과 시설 간소화 등 장점이 있어서 생산자들에게 선호도가 높아지고 있다. 베트남 등 동남아시아는 버섯 생산을 위한 기반이 열악한 실정이기 때문에 표고, 큰느타리 등 많은 버섯을 한국, 중국 등 근접한 국가로부터 수입하여 유통하고 있다. 동남아는 고온다습한 기후로 콜드체인 시스템 등 신선 농산물의 장거리 운송 시스템이 잘 갖춰져 있지 않으므로 신선버섯 수출보다는 완성형배지 수출을 통한 현지 생육이 더 적합할 것으로 판단된다. 따라서 본 연구에서는 수출용 느타리류 완성형배지의 배양정도, 저장기간 및 운송 최적온도를 선발하고자 하였다.

동남아 기후에 적합한 중고온성 느타리(*P. ostreatus*) ‘솔타리’ 품종과 고온성 여름느타리(*P. sajor-caju*) ‘삼복’ 품종을 시험품종으로 사용하였다. 완성형배지용 배지는 투명한 polypropylene (PP) 비닐봉지에 포플러톱밥과 비트펄프, 면 실박을 5:3:2 비율로 혼합하여 1 kg와 2.5 kg 씩 넣고 121°C

에서 90분 간 멸균한 뒤 종균을 접종하였다. 배양은 23°C에서 배양정도를 70%와 100% 2처리로 하였고, 수출용 선박 컨테이너와 유사한 환경을 구축하기 위해 0, 5, 10, 15°C로 설정된 소형항온기에 10일 간 저장한 뒤 16~20°C, 상대습도 85~98%, 이산화탄소 농도 1,200~2,000 ppm에서 버섯 발생을 유도하고 자실체를 생육시켰다.

2.5 kg 배지는 배양 완료까지 약 70일이 소요되면서 종균이 접종된 배지 윗부분의 균사체가 노화되는 현상이 발생하였으며, 15°C에서 10일 간 저장한 경우 정상적으로 자실체가 발생하지 않았다(Table 1). 느타리 ‘솔타리’ 품종의 1 kg 완성형배지의 저장온도에 따른 생육일수, 자실체 특성 및 수량은 Table 2와 같다. 70% 배양된 배지를 0°C에 저장한 경우, 배지 아래의 균사가 배양되지 않았고, 전체 생육기간이 10일로 다른 처리구에 비해 오래 소요되었다. 또한 저장 온도가 0°C에서 15°C까지 올라갈수록 생육기간은 짧아지는 경향이었고, 15°C 경우 입상 후 5~6일

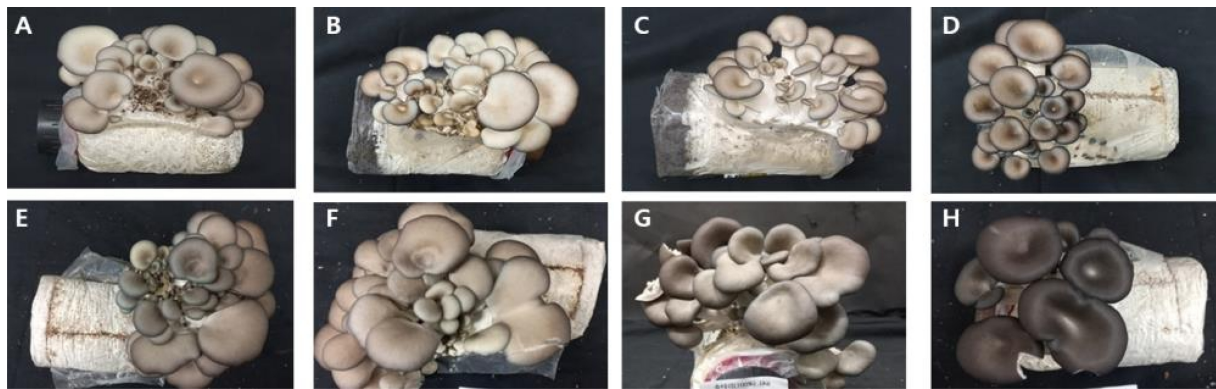


Fig. 1. The morphological characteristics of complete substrates, ‘Soltari(*Pleurotus ostreatus*)’, according to different mycelial incubation rates and storage temperatures. A, 70% and 0°C; B, 70% and 5°C; C, 70% and 10°C; D, 70% and 15°C; E, 100% and 0°C; F, 100% and 5°C; G, 100% and 10°C; H, 100% and 15°C

Table 3. The results of days of growth, yield and individual characteristics of complete substrates, *Pleurotus sajor-caju* ‘Sambok’, according to different mycelial incubation rates and storage temperatures.

Incubation rate ¹⁾ (%)	Storage temperature ²⁾ (°C)	Days of growth	Yields (g/kg)	Individual weight (g)	No. of valid individuals
70	0	6	142±26	8.58±0.97	43.0±8.5
	5	6	140±12	8.10±0.36	20.7±15.0
	10	6	171±15	9.66±1.58	20.3±15.9
	15	6	134±34	10.37±1.72	17.0±4.6
100	0	4	151±63	5.39±1.83	57.5±4.9
	5	4	156±73	6.68±1.48	34.0±23.4
	10	4	134±66	7.60±2.77	50.7±14.2
	15	3	149±34	7.37±3.23	25.3±14.6

¹⁾ The rate of incubation is a value expressed as a percentage of the extent to which mycelia were incubated in the whole medium (1kg).

²⁾ Each complete substrate was stored at different temperature from 0 to 15°C for 10 days.

이내로 자실체 수확이 완료되었다. 봉지 당 자실체 수확량은 배양정도나 저장온도에 따른 유의적인 상관관계를 보이지 않았으나, 100% 완료된 배지를 15°C에 저장한 경우, 수확량이 약 150 g으로 감소하였고, 이는 지속적인 균사 배양으로 인한 균 노화에 따른 영향일 것으로 예측된다. 또한, 육안으로 자실체 형태를 관찰했을 때, 100% 배양된 배지를 저장하여 자실체 생육을 유도한 배지에서는 측면이나 봉지 마개에서 자실체가 발생하여 비정상적으로 생육하는 경우가 많고 품질이 균일하지 못했다(Fig. 1).

여름느타리 ‘삼복’ 품종의 1 kg 완성형배지를 저장온도에 따라 생육일수, 수확량 및 자실체 형태적 특성을 조사한 결과는 Table 3과 같다. ‘삼복’은 ‘솔타리’에 비해 전반적으로 생육이 빨랐으며, 70% 배양된 배지는 저장 온도에 관계없이 생육일수가 6일 소요되었다. 100% 배양된 배지는 15°C에서 저장한 경우 3일 만에 가장 빨리 수확되었으나 ‘솔타리’ 품종과 마찬가지로 배지 윗부분이나 마개 부분에서 자실체가 발생되고 품질이 좋지 않았다. 또한 70% 배양한 배지보다 100% 배양한 배지에서 수확량

의 표준편차가 더 컸고, 이는 버섯이 균일하게 생육되지 않았다는 점을 의미한다. 여름느타리 ‘삼복’은 고온성으로 16°C 이상의 높은 온도에서 적응성이 강한 품종으로(Yoo *et al.*, 2009) 저온으로 유통할 경우 자실체가 기형으로 발생하거나 발이율이 저하되는 등 다양한 문제를 야기할 수 있다. 완성형배지의 배양일수가 길어짐으로써 균사체가 노화되어 봉지 내부에서 비정상적으로 자실체가 발이되면서 수확량의 편차가 컸던 것으로 예상된다.

시험결과를 검증하기 위해서 국내에서 제조된 완성형배지를 베트남 달랏 지역으로 시범수출하고 실증재배하였다. 느타리 ‘솔타리’와 여름느타리 ‘삼복’의 1 kg 완성형배지를 제조하여 23°C에서 70% 배양시킨 후 20피트 선박 컨테이너를 이용하여 0~5°C와 15~20°C에서 유통하였다. 선박 운송에 약 7일, 호치민 항구에 도착 후 검역 등을 거쳐 달랏 지역의 실증농가까지 약 5~10°C를 유지하는 냉장차를 이용하여 약 3일, 유통에 총 10일이 소요되었다. 0°C를 설정한 선박 컨테이너 내부의 온도변화는 냉방기를 가동하고 약 24시간 이후 2±1°C범위에서 유지되었고, 15°C

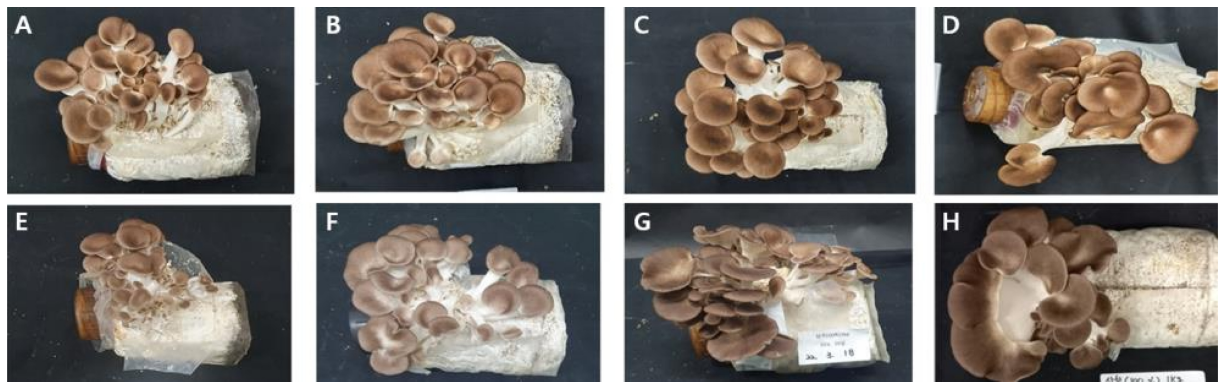


Fig. 2. The morphological characteristics of ‘Sambok(*Pleurotus sajor-caju*)’ according to different incubation rates and storage temperatures. A, 70% and 0°C; B, 70% and 5°C; C, 70% and 10°C; D, 70% and 15°C; E, 100% and 0°C; F, 100% and 5°C; G, 100% and 10°C; H, 100% and 15°C

Table 4. The results of foreign demonstration cultivation of complete substrates, ‘Soltari’ and ‘Sambok’, according to different distribution temperatures.

Cultivar name ¹⁾	Temperature of distribution(°C) ²⁾	Days of growth	Yields (g/kg)	Color of pileus	Quality of fruiting bodies ³⁾
Soltari	1~3	10	158±24	Dark grey	2.9±0.2
	16~18	9	174±26	Dark grey	2.6±0.5
Sambok	1~3	9	152±15	Dark brown	1.3±0.5
	16~18	7	145±15	Dark brown	3.0±0.0

¹⁾ ‘Soltari’ is a cultivar of *Pleurotus ostreatus*, and ‘Sambok’ is that of *P. sajor-caju*.

²⁾ Temperature in the container for export from Korea to Vietnam

³⁾ Quality of fruiting bodies were divided into 3 grades with the naked eyes : 1(bad), 2(good), 3(excellent)

를 설정한 컨테이너는 17±1°C 범위에서 유지되었다.

현지 재배사 내부 온도는 약 16~25°C로 유지되었고, 수분 공급을 위해 지속적으로 관수해 주었다. 2개 품종 모두 정상적으로 자실체를 발생하였으나, 16~18°C에서 유통된 배지에서 전체적인 생육일수가 1~2일 단축되었고, 특히 ‘솔타리’ 품종에서는 수확량이 봉지 당 약 174 g으로 1~3°C에서 유통된 배지의 수확량보다 10% 증수되었다. 자실체 품질을 육안으로 평가했을 때 ‘삼복’ 품종에서 두드러진 차이를 보였으며 높은 온도에서 유통된 배지에서 생육된 자실체는 3점의 우수한 품질을 보였다(Table 4). 따라서 70% 배양된 완성형배지 형태로 수출한다고 가정하였을 때, 배지 내 균사체에 낮은 온도에 의한 충격을 주지 않고 연속적인 배양이 가능하도록 선박 유통온도는 5~15°C가 적절할 것이다.

적 요

동남아 지역에서 한국산 버섯에 대한 선호도가 높기 때문에 신선버섯 형태가 아닌 현지에서 바로 생육하여 유통할 수 있는 완성형배지 형태의 수출을 확대하고자 안전한 유통조건을 선발하였다.

일반느타리(*Pleurotus ostreatus*) ‘솔타리’ 품종과 여름느타리(*P. sajor-caju*) ‘삼복’ 품종으로 1 kg 완성형배지를 제조하여 배양정도와 저장온도에 따라 10일 간 저장 후 버섯을 생육하였다. 70% 배양된 배지를 5~10°C에서 저장한 경우, 생육일수가 빨랐고 버섯 발생이 균일하고 안정적이었다. 0°C와 15°C로 설정된 컨테이너를 이용하여 베트남으로 실제 수출하여 달랏 지역에서 재배한 결과, 높은 온도에서 운송된 경우 생육일수가 1~2일 단축되었고, ‘솔타리’의 경우 수확량이 약 10% 증수되었다. 또한, ‘삼복’의 경우 수확량은 비슷하였으나 자실체 품질이 매우 우수하여 상품성이 좋았다.

감사의 글

본 결과물은 농촌진흥청 ‘국산버섯 동남아지역 수출용 생산기술 개발(PJ01627001)’과제의 예산을 지원받아 수행된 연구 결과입니다.

REFERENCES

Choi JI, Ha TM, Jeon DH, Ju YC, Cheong JC. 2013.

- Characteristics and breeding of a long-term storable oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) variety 'Gonji 7ho'. *J Mushroom Sci Prod* 11: 149-153.
- Kang CY, Min KT, Kim YJ, Yoo CH. 2005. Mushroom Industry in Korea. Korea Rural Economic Institute. Korea Agricultural Trade information. <http://www.kati.net>
- Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. 2021. 2020 Production performance of special crops.
- Yoo YB, Seo KI, Kong WS, Jang KY, Shin PG, Park YJ. 2009. Culture characteristics of *Pleurotus* commercial strains at different temperature. *J Mushroom Sci Prod* 7: 122-130.