

Analysis of Climatic Factors during Growing Period of High-Quality Oak Mushroom(*Lentinus edodes*(Berk) Sing)

Jung Eek Son* · Won Seok Choi

School of Plant Science, Seoul National University, Suwon 441-741, Korea

Abstract

Oak mushroom(*Lentinus edodes*(Berk) Sing) is one of the most important edible mushrooms, and its production has been rapidly increased due to nutritional and medicinal effects. In this study, climatic factors during the growing period of high-quality oak mushroom were analyzed and environmental factors affecting the quality of oak mushroom were discussed. Three places (Changheung, Puyo and Wonju) as mass producing areas of high-quality oak mushrooms and the 15 days of the growing period in 1997-1998 were selected. Major climatic factors for analysis were average air temperature, average relative humidity, ranges of daily air temperature, relative humidity, and wind speed. During the period, the daily average air temperature was 7~20°C with the diurnal air temperature(7~20°C) and nocturnal air temperature(0~-2°C). The relative humidity ranged between 50 and 70% with the range of daily relative humidity(40~60%). Wind velocity was 1~4 m · s⁻¹. From the results, it is concluded that the growing environmental conditions for high-quality oak mushroom differed from the optimum conditions for the high productivity of oak mushroom; environmental conditions such as wide ranges of air temperature and relative humidity, low humidity and wind speed might affect the emergence of high-quality oak mushroom.

Key words : high-quality oak mushroom, *Lentinus edodes*(Berk) Sing, relative humidity, growing environment, air temperature, wind speed

*Corresponding author

서 론

담자균류 송이과에 속하는 표고버섯은 세계적으로 생산량과 소비량이 증가하고 있는 버섯이며(Salumkhe and Kadam, 1998), 세계 5대 버섯 중 두 번째로 생산량이 많다. 또한 탄수화물, 단백질, 지방, 비타민 B, 비타민D, 다당류, 미네랄 등을 함유하여 식품영양학적으로 중요한 작물이다(Lee, 2000). 약리적 측면에서 볼 때 표고버섯의 다당류 일종인 Lentinan은 항종양성 물질로 판정되었고(Jong and Birmingham, 1993), Eritadenine은 혈중 콜레스테롤의 함량을 저하시키는 물질로 보고되었다(Mori, 1974; Suzuki and Oshima, 1976).

이러한 표고버섯의 품질은 갓의 착색과 편 정도에 따라 화고, 둥고, 향고, 향신 등으로 나누어지며(Fig. 1), 화고 및 둥고가 고품질에 속한다. 화고는 갓과 주름이 담황색이며 대가 짧고, 둥고는 약간의 주름이

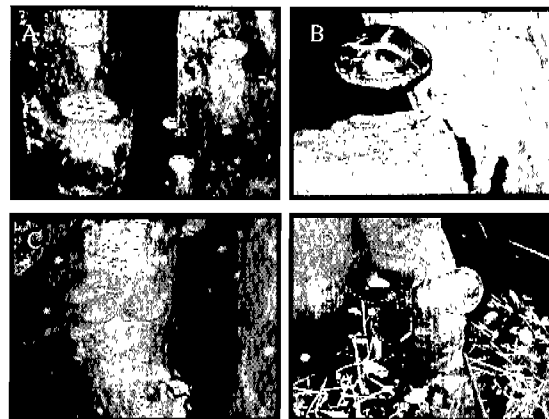


Fig. 1. Types of oak mushroom(*Lentinus edodes*(Berk) Sing) A=WhaGo, B=DongGo, C=HyangGo, D=HyangShin.

나 변형이 있고 색깔이 선명하다. 또한 향고는 주름 변형이 없고, 향신은 갓이 편평하거나 약간 둥근 형태이다(Min, 1995).

일반적인 저온성 버섯의 발생 및 생육환경은 온도 7-20°C, 습도 70-80%, 차광률 80-90%로 구명되어 있으나(Lee와 Ko, 1996), 화고 및 동고의 생육환경은 이와는 대조적으로 큰 차이를 나타내고 있다. 고품질 표고버섯(화고, 동고)은 지역별로 차이는 있지만, 주로 이른봄이나 늦가을에 생산되며, 매년 기상 환경에 따라 생산량과 품질에 차이를 보이고 있다. 이는 고품질 표고버섯이 일정한 생육 환경보다 변화를 받는 환경에서 생산된다는 사실을 반증하고 있다(Lee 등, 1995). 따라서 고품질 표고를 생산하기 위해서는 울목내의 균사생장에 충분한 영양분이 공급되어야 하고, 고품질 표고버섯 생산에 영향을 주는 온도, 습도, 목질의 수분함량, 산소, 조도 등에 관한 적정 환경조성이 필요하다. 본 연구에서는 고품질 생산시기의 기상자료를 분석하여 화고, 동고의 생육환경을 분석하였다.

재료 및 방법

1. 조사 지역 및 시기 선정

1997-1998년 국내 고품질 표고버섯이 생산되는 지역중 기상대가 있는 대표적인 3지역으로, 중부 지방의 부여와 원주, 남부 지방의 장흥을 선정하였다.

조사시기를 결정하기 위하여 각 3지역별 5곳의 저온성 표고버섯 품종을 재배하는 농가에 1998년 각 지역의 화고, 동고 생산 시기를 설문 조사하였다. 버섯이 다량 발생하는 시기 20일을 조사하여본 바, 대체적으로 화고, 동고의 다량생산 시기는 지역에 따라 약간의 차이가 있는 것으로 나타났다. 농가에 재배하고 있는 버섯은 저온성 품종으로 모두 MORI 290 계통을 사용하였으며, 원목은 참나무류 중 상수리나무가 대부분이었다

지역별 조사 시기는 장흥 지역은 3월25일~4월15일, 부여지역은 3월28일~4월18일, 원주지역은 4월5일~4월25일경으로, 화고는 이 시기의 전반부에, 동고는 후반부에 발생하였다. 화고는 지역별 생산량에 차이가 많았으며, 동고의 생산량은 유사하였다(Table 1).

2. 기상 조사 및 분석 방법

표고버섯 재배농가의 군이나 시 단위의 지역별로 생산시기의 최성기를 기준으로 자실체의 생육일수인 15일을 선정하여(Table 1), 이 시기의 온도, 습도, 강

Table 1. Growing periods of high-quality oak mushroom selected

Sample	Oak mushroom growing period		
	Changheung	Puyo	Wonju
1	3/25~4/15	3/20~4/15	4/01~4/20
2	3/20~4/10	3/30~4/20	4/01~4/20
3	4/05~4/30	3/30~4/20	4/05~4/25
4	3/20~4/10	3/30~4/20	4/10~4/30
5	3/20~4/15	3/28~4/18	4/05~4/25
Selected period	3/25~4/15	3/28~4/18	4/05~4/25

수량, 일별 온도 및 습도의 차, 일 평균 온, 습도를 조사하였다. 일별 온도, 습도치는 각 지역의 일교차를 각 각 분석하였다. 풍속은 15일 동안 일 평균풍속을 조사하였고, 각 지역 기상대의 풍속자료를 농업시설에서 적용하고 있는 다음 관계식을 이용하여 1.5m 높이의 풍속으로 보정하였다(Son 등, 1994).

$$v = v_0(h/h_0)\alpha$$

여기서, v : h 에서의 풍속($m \cdot s^{-1}$), v_0 : h_0 에서의 풍속($m \cdot s^{-1}$), h : 5 m의 풍속측정높이(m), h_0 : 기상대의 풍속측정높이(m), $\alpha = 1/4$ 이다.

결과 및 고찰

1. 온도의 영향

버섯 발생초기의 일 평균 온도는 7°C 이내로 나타났으며 발생 중기는 5~15°C로 10°C 전후의 큰 온도 폭을 나타냈으며, 후기는 12~15°C의 범위를 나타냈다. 일 평균 온도는 점차적으로 상승하는 경향을 나타냈고, 중기 이후는 최적 생육적온을 나타냈다. 장흥지역은 4~7일은 5°C 이하로 타 지역에 비하여 다소 낮은 온도를 보였다(Fig. 2).

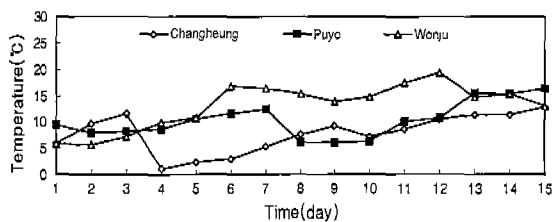


Fig. 2. Variation of average air temperature during the growing period of high-quality oak mushroom.

저온성 품종의 자실체 적정 생육온도가 8~18°C인 것과 비교하면(Bak과 Keun, 1996), 본 결과에서 발생초기의 일 평균 온도는 초기 7°C 이하의 온도를 나타냈고, 중기 이후는 다량 발생하는 생육적으로 후기까지 12~15°C로 최적의 생육온도를 보였다. 표고버섯 중에는 늦가을에 발생하여 화고로 성장하는 경우도 있어 생육초기의 최저 생육온도 이하로 떨어지는 것은 동고, 화고 생산에 적합한 환경 조건으로 추정된다. 일중 최저 온도는 일출전의 온도를 의미한다. 3지역의 평균 최저 온도는 생육 초기에서 중기까지는 0°C에서, 후기로 갈수록 5°C 부근의 변화를 보였다(Fig. 3).

또한 일교차의 폭은 최고 20°C 이상에서 최저 3~4°C의 폭을 나타냈으며, 강우의 영향을 받는 기간 8일을 제외한 나머지 버섯 발생기간에는 평균 10°C 이상의 온도차를 보였다(Fig. 4).

동고와 화고의 자실체는 최저온도에서 생육이 중지되므로 대부분 주간에 생육이 이루어지는 것으로 생각된다. 생육후기의 화고, 동고는 초기의 저온자극으로 원기가 발생되어 중기에서 자실체의 생육이 시작하여 후기에 자실체가 대부분 왕성하게 성장하는 과정에서 갓이 개열이 되는 것으로 추정할 수 있다.

Fig. 5는 발생기간 중 전형적인 하루의 온도변화로서, 버섯의 발생 초기에는 생육 최저 온도 이하에서,

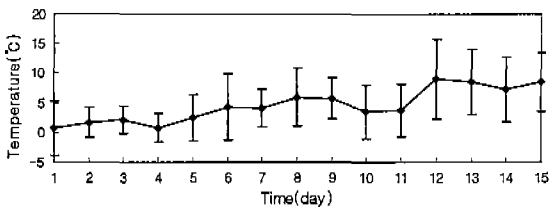


Fig. 3. Variation of average minimum air temperature during the growing period for three places. Vertical bars represent \pm SE, n=3.

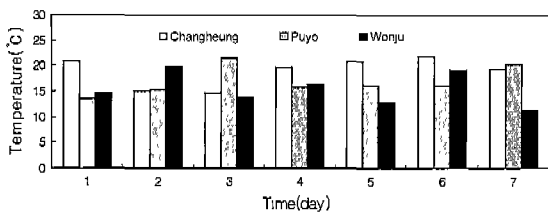


Fig. 4. Range of daily air temperature during the 7 days except the precipitation days.

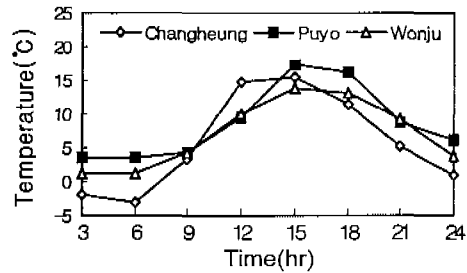


Fig. 5. Variation of daily air temperature during the growing period of high quality oak mushroom.

중기는 생육온도 범위에서, 후기에는 적정 생육온도범위에서 온도변화를 보였다.

발생기간 동안의 10°C 이상의 큰 일 온도차는 버섯의 생육에 적합한 조건을 갖추어 갓과 대가 두꺼워지는 경향이였다. 또한 야간에는 최저 생육온도 이하로 떨어져 생육이 정지하고, 주간에는 적정 생육온도의 범위로 온도가 상승하여 표면이 건조하나 내부 자실체 갓의 개열의 원인으로 판단된다.

2. 습도의 영향

강우의 영향을 받은 날을 제외하였을 때 조사기간 중의 습도는 대부분 20~50%의 범위에 있었다(Fig. 6). 발생시기의 강수량을 분석한 결과, 강수량이 20 mm 이상이 되는 날은 장흥이 1일, 부여 2일, 원주가 4일이었는데, 장흥지역은 생육 초기에 집중되어 있고, 부여지역은 생육후기에, 원주지역은 생육전기와 후기에 20 mm 이상의 강수량을 보였다(Fig. 7).

오후 1~2시경에는 하루 중 최저상대습도를 유지하고 있었으며, 이와 같이 낮은 습도는 자실체의 표피가 건조하는 요인이다. 표고버섯의 습도는 70~80%로 보고되어 있으며(Min, 1995), 40% 이하의 습도는 버섯 생육에 악영향을 주는 요인이라고 할 수 있다. 특히 화고는 갓 표면이 습도와 온도에 의하여

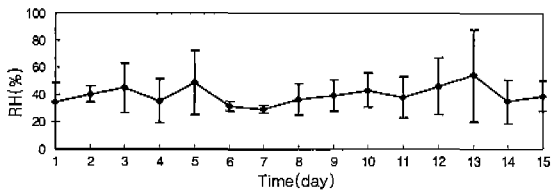


Fig. 6. Variation of minimum relative humidity during the growing period of high-quality oak mushroom. Vertical bars represent \pm SE, n=3.

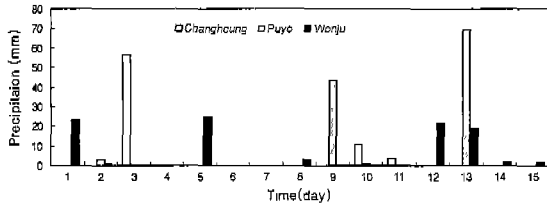


Fig. 7. Amount of precipitation during the growing period of high-quality oak mushroom.

형성되고 착색의 정도가 주요 요인이므로, 본 결과에서의 최저 상대습도 20~50%는 동고 또는 화고를 형성하는 원인이라고 볼 수 있다.

평균습도는 표고버섯 자실체의 생육에 필요한 최적 조건 70% 범위에서 증폭을 나타냈다(Fig. 8). 강우시에 일 습도차가 5~10%내로 작았으며, 강우일을 제외한 전 발생기간의 습도차는 40~60%를 나타냈다. 버섯의 발생기간 동안 3지역 모두 40~60% 까지 차이가 있었다(Fig. 9).

Fig. 10은 발생기간중 일별 습도 일교차이다. 야간에는 90% 이상의 습도를 유지하여 자실체의 갓에 수분을 유지하여 주간에 생육 습도 이하인 조건에서도 생육에 필요한 수분을 공급하는 것으로 추정된다. 습도는 자실체 갓 부분의 착색에 영향을 미치며, 습도가 높은 상태로 오랜 시간 경과하면 갓의 색이 검게 변하여 화고 생산에 악 영향을 끼친다고 할 수 있다.

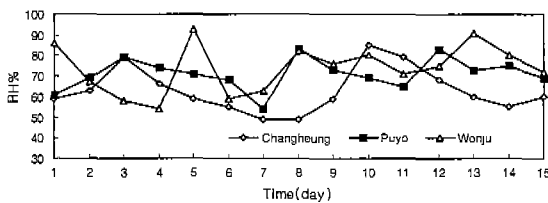


Fig. 8. Variation of average relative humidity during the growing period of high quality oak mushroom.

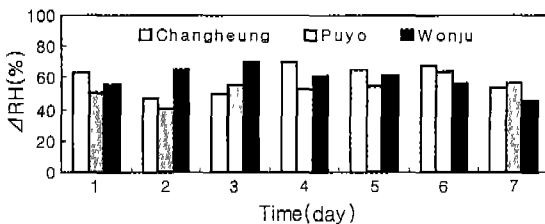


Fig. 9. Range of daily relative humidity during the 7 days except precipitation days.

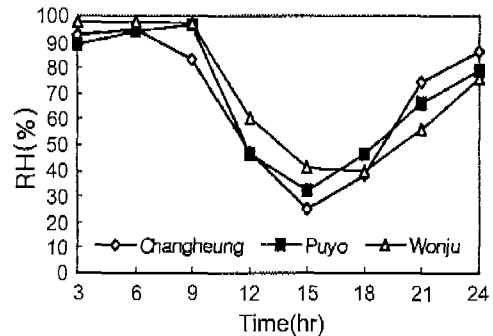


Fig. 10. Variation of daily relative humidity during the growing period of high quality oak mushroom.

3. 풍속의 영향

고품질 표고 발생지역의 풍속은, 장흥 $2 \sim 4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, 부여 $1 \sim 2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, 원주 $1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 의 순으로 나타났다. 이것은 지표면에서 1.5 m 높이의 대기중의 풍속이며, 장흥 지역은 해안지역이어서 타 지역에 비하여 풍속이 높았을 것으로 추정된다(Fig. 11).

풍속의 증가는 산소공급을 증가시켜 버섯의 영양생장이나 자실체 형성에 영향을 주며, 풍속의 상승은 자실체의 수분 증산량을 증가시켜 자실체의 함수율이 저하하게 되어 생장을 억제시킨다(Park, 1997). 1998년 화고의 생산량이 장흥>부여>원주 순이었으므로 풍속은 자실체의 증산 촉진, 습도 저하 및 갓의 함수율 저하에 영향을 미쳐 균열발생 및 착색억제에 기여하였을 것으로 생각된다.

본 연구에서 고품질 표고버섯 생산기간중의 기후 분석결과 생육초기의 온도조건은 생육정지온도(5°C) 이하에서 일정기간동안 휴면이 필요하며, 후기에서는 적정 생육온도 범위를 나타냈다. 습도조건은 일 최저 습도가 40%이하로 나타났고, 야간은 90%이상을 나타냈다. 전 생육기간 동안 적절한 풍속이 필요한 것으로 생각된다.

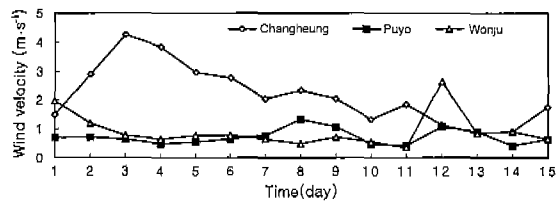


Fig. 11. Variation of average wind velocity during the growing period of high-quality oak mushroom.

Literature cited

1. Bak, W.C. and Y.C. Keun. 1996. Introduction of new *Lentiuus endodes* strain, strain selection and regulation for spawn currency. Proceeding of Kor. Soc. Mycology' 96 November Symposium. p34-42 (in Korean).
2. Jong, S.C. and J.M. Birmingham. 1993. Medicinal and therapeutic value of the shitake mushroom. Adv. Appl. Microbial. 39:154-184.
3. Lee, S.P., S.K. Kim. B.C. Choj. S.C. Lee. and K.U. Kim. 1995. Growth and aromatic constituents of wild and domesticated *codonopsis lanceolata* grown at two different regions. Kor. J. Crop. Sci. 40(5):587-593 (in Korean).
4. Lee, T.S. 2000. New cultivation techniques of oak-mushroom. Korea Forest Research Institute. Vol 158. p.14-17 (in Korean).
5. Lee, T.S. and M.K. Ko. 1996. Innovation of long-cultivation for *Lentinus edodes*. Proceeding of Kor. Soc. Mycology' 96 November Symposium. p.3-14 (in Korean).
6. Min, D.S. 1995. Oak-mushroom of new cultivation and management. Farmer's Newspaper. p.245-247 (in Korean).
7. Mori, K. 1974. Mushroom as health foods. Japan Publication, Tokyo (in Japanese).
8. Park, Y.H. 1997. Mushroom Science. p298-307 (in Korean).
9. Salunkhe, D.K. and S.S. Kadam. 1998. Handbook of vegetable science and technology. p.647-652.
10. Son, J.E, M.K. Kim, S.G. Lee and W.M. Suh. 1994. Planning and design for constructing agricultural production facility. Kor. Soc. Agri. Eng 36(1):26-36 (in Korean).
11. Suzuki, S. and S. Oshima. 1976. Influence of shiitake(*Lentinus edodes*) on human serum cholesterol. Mushroom Sci. 9. (Part I). 463.

고품질 표고 생산 지역의 버섯 생산기간중 기후 분석

손정익 · 최원석

서울대학교 식물생산과학부

적 요

표고버섯은 담자균류 송이과에 속하는 식용 버섯으로, 영양 성분 및 약리적 효능이 높기 때문에 동양인에게 중요한 버섯이며, 점차로 생산량과 소비량이 증가하고 있다. 본 연구에서는, 고품질 표고버섯 생산시기의 기상자료를 분석하여 표고버섯의 품질에 영향을 주는 생육 환경요인을 분석하였다. 이를 위하여 1997~1998년 국내 고품질 표고버섯이 생산되는 지역중 3지역(부여, 원주, 장흥)을 선정하였다. 표고버섯의 다량 발생시기 20일을 기준으로 기상분석시기 15일을 선정하였다. 환경요인으로는 발생시기의 일 온도차, 일 습도차, 일평균온도, 일 평균습도 및 풍속을 분석하였다. 발생기간중의 일 평균온도는 버섯 발생 온도 하한치인 7°C 이하에서 적정온도 20°C까지의 변화를 보였고, 일 온도차는 주간에는 7~20°C, 야간에 0~-2°C의 범위를 나타냈다. 일평균습도는 50~70%으로 강우에 따라서 변화 폭이 컸으며, 일습도차는 40~60%의 차를 나타냈다. 풍속은 1~4 m · s⁻¹이었다. 따라서 화고, 동고의 생육환경은 일반적인 표고버섯의 적정 생육 조건과는 큰 차이를 보였다. 생육기간동안의 일 온도차, 일습도차, 저 습도, 풍속 등의 환경 조건은 고품질 표고버섯 발생의 요인의 하나라고 추정된다. 이 연구결과는 버섯의 시설재배시 고품질 표고버섯 생산을 위한 환경조절기술로 적용될 수 있을 것으로 판단된다.

주제어 : 고품질 표고버섯, *Lentinus edodes*(Berk) Sing, 상대습도, 생육환경, 기온, 풍속