Journal of Mushroom Science and Production
Vol. 3, No 1, p35-39 March 2005
Copyright ⓒ 2005 by The Korean Society of Mushroom Science
Printed in S. KOREA

고활성칼슘의 버섯 생육에 대한 효과

장현유 · 구자준
한국농업전문학교, (주)에코바이오텍

Effect of highly activated calcium on the growth of mushrooms

Hyun-You Chang and Ja-Joon Goo
Dept. of Mushroom Science, Korea National Agricultural College. (Co) Eco-Biotech 445 - 890, Korea

ABSTRACT : Highly Activated Calcium(below HAC) is the oxidized calcium made by dissolving shell materials with high voltage about 15,000V and high temperature (1,500~5,000℃). This HAC is a material with a very high degree of purity without toxicant. This HAC decreases chemical reaction so the degree of being active and dissolving living material is outstanding. The effects of HAC on the propagation of mushrooms are following. In the case of the *Pleurotus ostreatus*, when controlling media moisture by mixing with the HAC, mycelium cultivating days were shortened by 2days. The day required for primordial formation after inoculation(DPI) were one day faster. The number of stem was 15 and individual weight was 248g/850cc, a 6.5% increase. In the case of *Pleurotus eryngii*, when controlling media moisture by mixing with the highly activated calcium, mycelium cultivating days were shortened by 3days. DPI were l day faster. The day required for colonization after inoculation was shortened by 6days and individual weight was 108.8g/850cc, a 9.7% increase. In the case of *Flammulina velutipes*, the highly activated calcium was the best for scraping up mycelium. Mycelium incubating days were shortened by 2days. DPI were shortened by 3days. The day required for colonization after inoculation was 1day faster and the period of cultivation was shortened by 3days. Individual weight was 165g/850cc, a 6.7% increase. In the case of *Lentinula edodes*, when mixing media with the highly cultivated calcium, cultivating days were shortened by 3 days. The days for becoming brown in color were 2 days faster and the days of the first harvest were shortened by 4 days. The weight of mushrooms was 169g/2kg, a 9.7% increase.

KEYWORDS : Calcium, *Flammulina velutipes*, Highly Activated Calcium(below HAC), *Lentinula edodes*, *Pleurotus eryngii*, *Pleurotus ostreatus*.

학기술원.

서 론

고활성캄슘은 패각류를 고온(1,500~5,000V)에서 고전압(약15,000V)의 전기를 통하여 전기분해하여 생산하는 산화칼슘이며 제품의 순도가 대단히 높고 독성이 전무하고, 분자간의 결합력을 약화시켜 생체 내 활성도와 용해도가 탁월한 물질이다.

국내외를 막론하고 동일한 물질은 현재까지는 존재하지 않는 것으로 파악되어 있고, 분말상태의 물질은 순도에서 매우 차이가 나는 제품들이 상용화되어 있으나, 효과나 기능면에서 큰 차이가 있다. 전 세계적으로, 한국 특허물질인 고활성칼슘이온 용액(Highly Activated Clcium; HAC로 표기)과 관련하여 연구한 기관이나 단체는 전무하다. 버섯생장에 있어서 Ca^{++} 이온과 미네랄이 버섯의 자실체, 균사체 등에 어떠한 영향을 발휘하는 것인가에 대한 세부적이고 광범위한 연구가 필요하다고 사료된다. 고활성칼슘의 국내/외 상품화 기술 현황은 새로운 특허 물질로써 아직까지 상품화된 것은 없으나, 기초적인 임상실험 등을 통하여 그 효과를 실증한 바, 버섯재배시 배지조성 및 수분공급용 등으로서 사용한다면, 생산증대에 크게 기여할 것으로 기대된다. 원료 등이 매우 저렴하며 높은 부가가치를 창출할 수 있고, 국내에서 패각류를 사용하여 산화칼슘을 제조하는 회사들은 많으나, 품질이 저급하여 전량을 농업용 비료로만 만들어 사용하고 있는 현실이다(산업자원부 홈페이지).

고활성칼슘이 버섯생육에 촉진 효과를 나타낸다고 하지만 버섯종류와 생육단계에 따라 처리방법과 효과가 다르다. 따라서 이를 명확히 구명하여 효율적인 처리를 하기 위하여 본 연구를 수행하여 보고하고자 한다.

*Corresponding author: <hychang@kn.ac.kr>

재료 및 방법

공시균주 및 접종원

농업과학기술원 응용미생물과에 보존중인 춘추느타리 2호, 큰느타리 1호, 팽이 1호, 표고 농기 3호를 각각 PDA

배지에 10일간 배양하여 250ml 삼각 flask에 톱밥과 미강을 80:20(V/V)으로 혼합한후 70%의 수분을 첨가하여 고압살균한 다음 상기 PDA에서 배양한 균사를 접종하였다. 이를 14일간 배양하여 각 처리간의 접종원으로 사용하였다.

재배방법

느타리버섯, 큰느타리버섯, 팽이버섯은 850cc 병재배, 표고버섯은 봉지(2kg)재배를 하였다. 느타리버섯은 포플러톱밥과 미강을 8:2(V/V), 큰느타리버섯, 팽이버섯은 미송톱밥, 콘코브, 미강, 건비지를 각각 5:3:1.5:0.5(V/V), 표고버섯은 참나무톱밥과 미강을 8:2(V/V)로 혼합하여 수분함량이 65±2℃로 조절된 배양실에서 느타리버섯은 18일간, 큰느타리버섯은 36일, 팽이버섯은 24일, 표고는 34일 배양한 후 각각 버섯균의 특성을 조사하였다.

고활성칼슘

고활성칼슘(Highly Activated Calcium : HAC로 표기)은 (주)에코바이오텍에서 패각류를 고온(1,500~5,000℃)에서 고전압(약 15,000V)의 전기를 통하여 전기분해해서 생산한 산화칼슘을 800~1,200배액으로 희석하여 사용하였다.

조사항목

느타리버섯, 큰느타리, 팽이버섯의 생육단계별 고활성칼슘 처리효과는 배지 수분조절(혼합/1000배), 균긁기, 발이, 생육단계별로 처리하여 배양일수(23℃850cc), 균사밀도, 초발이소요일수(일), 유효경수(개), 대길이, 대길이/대직경(mm), 갓크기(mm), 갓색깔, 신선도(5일/20℃상온), 수량(g/850cc)을 조사하였다. 특히 표고는 배양일수(g/2kg봉지), 갈변시작일(일), 갈변정도, 첫수확 소요일수(일), 기형버섯비율(%), 개체중(g), 수량(g/2kg봉지)을 조사하였다.

결과 및 고찰

느타리버섯(춘추2호) 생육단계별 고활성칼슘 처리효과

느 타리버섯 생육단계별 고활성칼슘 처리효과는 배지 수분조절시 혼합할 때 균사배양일수가 2일간 단축되었고 균사밀도도 가장 높았다. 또한 초발이 소요일수는 1일 빠르고, 유효발이경수가 15개로서 대조구에 비해 3개가 더 많았으며 대길이와 대직경이 대조구에 비해 각각 4, 3mm가 크고, 갓크기는 작아지며, 신선도(5일/20℃상온)가 대조구는 4(식용가능)인 반면 6(판매가능)이며, 개체중이 148g/850cc로서 대조구 139g/850cc에 비해 6.5%가 증량되어 생육단계별 처리중 가장 좋은 단계이나 고활성칼슘의 처리량(1000배액)이 1병당(850cc) 0.3cc 소요되어 가장 많이 소요되었다.

균긁기, 발이, 생육 단계별 처리 각각 대조구에 비해 배양일수, 초발이 소요일수, 유효발이경수가 거의 비슷하거나 약간 좋아지는 경향이며, 특히 대조구에 비해 대길이와 대직경이 4~6mm 커지며, 신선도는 대조구가 4(식용가능)인 반면 발이, 생육단계 처리시에는 8(신선)로서 현저한 효과가 있으며, 개체중이 대조구 139g/850cc에 비해 145~146g/850cc로서 4.3~5.0%가 증량되었다(표 1).

Table 1. Effect of HAC treatment for growth of *P. ostreatus*

Growth steps	Incubating period(day) /Mycelial density (23℃ 850cc)	DPI (days)	Valid germination stipe (pieces)	Stipe length /Stipe diameter (mm)	Pileus size (mm)	Pileus colour	Freshness degree (5day/20℃)	Individual weight (g/850cc)
Moisture adjustment of media	23/++++	3	15	69/14	34	Strong gray	6	148
Scratching	25/+++	3	14	71/16	35	Strong gray	6	146
Germination	25/+++	4	13	70/17	37	Strong gray	8	145
Growth	25/+++	4	12	69/15	38	Strong gray	8	145
Control	25/+++	4	12	65/11	38	Strong gray	4	139

* Hyphae density : + : Poor, ++ : General, +++ : Good, ++++: Excellent
* DPI : Day required for Primordial formation after Inoculation
* Stipe length, stipe diameter and pileus size was measured before just harvest
* Freshness degree(Minamide method) : 10: Very freshness, 8: Freshness, 6: Selling possibility, 4: Edibility possibility, 2: Edibility impossibility, 0: Deterioration

무기물의 균사생장과 자실체 형성에 대한 연구는 칼슘을 제외하고는 거의 없다. Lu, S.H.(1973)는 좀주름찻잔버섯의 자실체 형성에도 칼슘이 필요하다고 하였다. 그는 일명 새둥지버섯이라고도 불리는 이 버섯을 액체배양한 결과 칼슘이 있는곳에서만 자실체가 형성됨을 밝혔다. 무기물량에 관한 것으로는 군사생장에는 많은 것이 양호하지만 자실체 형성에는 그 반대라고 하였다.

특히 생육단계에 고활성칼슘을 처리할 때 스프레이 압력이 강하면 조직의 세포막이 손상되어 갈변화 현상이 나타나는 경우가 있으므로 주의해야 한다. 그러므로 가습기를 통한 처리 또는 버섯 자실체와 최소 50cm 정도 떨어져 스프레이해 주는 것이 안전하다.

느타리버섯의 고활성칼슘 처리는 병재배는 물론 균상재배, 봉지재배, 상자재배 등 어느 재배 형태든 사용할 수 있으며 병재배를 기준으로 하면 된다.

큰느타리버섯(새송이) 생육단계별 고활성칼슘 처리효과

큰느타리버섯 생육단계별 고활성칼슘 처리효과는 배지 수분조절시 혼합할 때 균사배양일수가 3일간 단축되었고 균사밀도도 가장 높았다. 또한 초발이 소요일수는 1일 빠르고, 생육소요일수가 대조구가 33일인데 비해 27일로서 6일간 단축되어 현저한 에너지 절감효과를 얻을 수 있다. 유효발이경수가 2.8개로서 대조구 2.2에 비해 더 많았으며 대길이와 대직경이 대조구에 비해 각각 6.4, 5.0mm가 크고, 갓크기는 1.1mm 작아지며, 신선도(5일/20℃상온)가 대조구는 6(판매가능)인 반면 8(신선)이며, 개체중이 108.1g/850cc로서 대조구 98.5g/850cc에 비해 9.7%가 증량되어 생육단계별 처리중 가장 좋은 단계이나 고활성칼슘의 처리량(1000배액)이 1병당(850cc) 0.3cc 소요되어 가장 많이 소요되었다.

큰느타리버섯은 느타리버섯보다 생육 소요일수 단축효과가 띄어났다. 큰느타리버섯 생육소요일수가 대조구 33.5일인 반면 균긁기나 발이단계 처리시 약 8일 단축되어 배지혼합시 처리보다 더 좋았다. 유효발이경수는 균긁기 단계까지는 효과가 있다. 특히 대조구에 비해 대길이는 비슷하거나 4.1mm 길어지며, 대직경은 6~0.7mm 커지며, 신선도는 대조구가 6(판매가능)인 반면 발이, 생육단계 처리시에는 8(신선)로서 효과가 있으며, 개체중이 대조구 98.5g/850cc에 비해 102.8~104.3g/850cc로서 4.4~5.9%가 증량되었다(표 2).

큰느타리버섯은 배양할 때 배지에 이산화탄소가 축적되지 않도록 하는 배양환경이 어떤 다른 요인보다 중요하다. 따라서 고활성칼슘이 배지에 혼합되었을때 이산화탄소 흡수효과와 산도 완충역할을 하므로 배양일수 단축되어 결국 생육소요일수가 짧아지므로 경제성이 높아진다. 이산화탄소는 버섯의 자실체가 생기지 않는 가장 큰 원인이다. Niederpruem(1963)은 치마버섯을 이용하여 자실체 형성에서 이산화탄소의 억제효과를 밝혔다. 그는 2핵균사를 배양한 샤레를 KOH(potassium hydroxide)를 넣은 건조기에 넣어 KOH가 이산화탄소를 흡수하게 하였다. KOH는 이산화탄소의 량을 낮게 유지시켰으며 자실체가 형성되었다. 그러나 이산화탄소량을 5%로 유지시킨 곳의 2핵균사는 자실체가 전혀 형성되지 않았다고 보고하였다.

팽이버섯 생육단계별 고활성칼슘 처리효과

Table 2. Effect of HAC treatment for growth of *P. eryngii*

Growth steps	Incubating period(day) /Mycelial density (23℃ 850cc)	DPI (days)	Valid germination stipe (pieces)	Stipe length /Stipe diameter (mm)	Pileus size (mm)	Pileus colour	Freshness degree (5day/20℃)	Individual weight (g/850cc)
Moisture adjustment of media	29/++++	6	27.1	2.8	102.5/32.4	43.2	8	108.1
Scratching	32/+++	5	26.8	2.6	100.2/33.4	45.5	8	104.3
Germination	32/+++	5	26.1	2.5	99.4/33.5	46.4	8	103.5
Growth	32/+++	7	32.2	2.2	97.1/28.1	48.7	8	102.8
Control	32/+++	7	33.5	2.2	96.1/27.4	44.3	6	98.5

* Hyphae density : + : Poor, ++ : General, +++ : Good, ++++: Excellent
* DPI : Day required for Primordial formation after Inoculation
* DCI : Day required for Primordial Colonization after Inoculation
* Stipe length, stipe diameter and pileus size was measured before just harvest
* Freshness degree(Minamide method) : 10: Very freshness, 8: Freshness, 6: Selling possibility, 4: Edibility possibility, 2: Edibility impossibility, 0: Deterioration
* Growth environment : Temperature(14~15℃), Humidity(85~90%), CO2 : 950~1050ppm, Lux : 80~100

Table 3. Effect of HAC treatment for growth of *F. velutipes*

Growth steps	Incubating period(day) /Mycelial density (23℃ 850cc)	DPI (days)	DCI (days)	Valid germination stipe (pieces)	Stipe length /Stipe diameter (mm)	Freshness degree (5day/20℃)	Individual weight (g/850cc)
Moisture adjustment of media	21/+++	11	23	349	128/15	6	174
Scratching	20/+++	10	22	352	127/17	6	176
Germination	20/+++	10	23	354	128/17	8	170
Growth	23/+++	13	24	335	123/17	8	175
Control	23/+++	13	25	335	123/16	4	165

* Hyphae density : + : Poor, ++ : General, +++ : Good, ++++: Excellent
* DPI : Day required for Primordial formation after Inoculation
* DCI : Day required for Primordial Colonization after Inoculation
* Growth environment : Temperature(Incubating room 20℃, Germinating room 10~14℃, Suppressing room 3~4℃, Growing room 6~8℃), Humidity(Incubating room 70%, Germinating room 90% Suppressing room 75%, Growing room70%)
* Stipe length, stipe diameter and pileus size was measured before just harvest
* Freshness degree(Minamide method) : 10: Very freshness, 8: Freshness, 6: Selling possibility, 4: Edibility possibility, 2: Edibility impossibility, 0: Deterioration

팽이버섯의 생육단계별로 고활성칼슘 처리효과는 느타리버섯이나 큰느타리버섯이 배지수분조절시(혼합) 처리가 가장 좋은 반면 팽이버섯은 균긁기 시 처리가 가장 좋았다.

팽이버섯은 균긁기 후 관수할 때 균사배양일수가 21일로서 대조구 23일 보다 2일간 단축되었다. 또한 초발이 소요일수는 3일 빠르고, 유효발이경수가 352개로서 대조구 335개에 비해 17개가 더 많았으며 대길이와 대직경이 대조구에 비해 각각 4, 1mm가 크고, 생육기간은 6일로서 대조구 7일에 비해 1일 빠르며, 재배기간은 22일로서 대조구 25일에 비해 3일간 단축되는 효과가 있었다. 신선도(5일/20℃상온)가 대조구는 4(식용가능)인 반면 처리구는 6(판매가능)~8(신선)이며, 개체중이 165g/850cc로서 대조구 176g/850cc에 비해 6.7%가 증량되어 생육단계별 처리중 가장 좋은 단계이다.

배지수분조절, 발이, 생육 단계별 처리도 각각 대조구에 비해 배양일수, 초발이 소요일수, 생육기간, 재배기간이 1~3일씩 단축되었며, 대길이와 대직경은 같거나 약간 길어지며 유효발이경수도 많아지는 경향이다. 신선도는 대조구가 4(식용가능)인 반면 6(판매가능) ~ 8(신선)로서 효과가 있으며, 개체중이 대조구 165g/850cc에 비해 170~175g/850cc로서 3~6%가 증량되었다(표 3).

버섯생육단계중 균긁기 작업은 배양이 완료된 상태에서 배양병에 접종된 접종원에 균사의 절단이라는 자극을 주어 노화된 균을 제거하는 작업이다. 균긁기 작업이 끝나면 잔재물을 제거하고 수분을 공급하기 위해 1병당 10cc정도 살포하는데 고활성칼슘을 1000배액으로 희석하므로 0.01cc/1병가 소요되므로 1일 10000병 기준으로 100cc가 소요된다. 1리터이면 10일/매일 10000병을 사용하므로 고활성칼슘 원액의 경제적 부담은 적으면서 생육기간이 단축되므로 연료비, 전기세 경감효과가 있다.

팽이버섯 자실체 형성시 형태유전에 대한 많은 연구 가운데 성장기 동안 대의 윤번(rotation)발생을 밝혔고 주름살에서 생성된 물질의 효소작용은 대의 성장에 영향을 미친다는 사실도 밝혔다(Gruen, H. E., 1969., 1976., Gruen, H. E., and Wu, S., 1972).

표고(톱밥 봉지재배/농기 3호) 생육단계별 고활성칼슘 처리효과

표고는 다른 버섯과 다른점이 균사생장이 완료되면 계속 20~25℃로 유지하면서 200Lux이상 광을 충분히 조사하여 갈변화(건고)시키는 과정이 있다.

배지 혼합시 고활성칼슘을 처리하므로서 배양일수가 26일으로서 3일, 갈변화 시작일이 15일으로서 2일, 첫수확소요일수가 61일으로서 4일 단축되며, 기형버섯 비율이 8.4%로서 대조구 10.9%에 비해 우수한 품질의 버섯을 얻을수 있었으며 개체중도 25.7g으로서 대조구 24.5g에 비해 4.9%, 수량은 169g/2kg으로서 대조구 154g/2kg에 비해 9.7% 증수되는 효과가 있었다.

균긁기, 발이, 생육 단계에 처리하여도 대조구에 비해 배양일수. 갈변시작일, 갈변정도, 첫수확소요일수, 기형버섯비율, 개체중, 수량 등이 모두 향상되는 결과를 얻었다(표 4).

Diehle와 Royse(1986), Royse, Schisler와 Diehle(1985)의 보고서에 의하면 6개월만에 생물학적 효율이 145%정도 되었다고 하였는데 이것은 원목재배보다 약 8

Table 4. Effect of HAC treatment for growth of *L. edodes*

Growth steps	Incubating period(day) (g/2kg Pot)	Browning stage (Days)	Browning degree	Day required for first harvest (days)	Abnormal mushroom rate (%)	Individual weight (g)	Yield (g/2kg Pot)
Moisture adjustment of media	26	15	+++	61	8.4	25.7	169
Scratching	27	16	+++	63	9.1	26.1	163
Germination	26	16	+++	62	8.6	26.7	164
Growth	29	17	++	65	9.3	26.2	160
Control	29	17	++	65	10.9	24.5	154

* Growing condition: Incubating room 25℃, Browning 25℃, 200Lux, Temperature change
* Browning degree : + : Poor, ++ : Ordinary, +++ : Good
* Day required for first harvest : From spawning incubating completion to first harvest
* Browning stage(Days) : From spawning incubating completion to formation of browning substance

배정도 높은 결과이다. 본 표고버섯 고활성칼슘 처리효과에서는 1주기를 기준하였기 때문에 8.5%로 매우 낮은 결과이었다.

적 요

고활성칼슘은 패각류를 고온(1,500~5,000℃)에서 고전압(약 15,000V)의 전기를 통하여 전기분해해서 생산하는 산화칼슘이며, 제품의 순도가 대단히 높고 독성이 전무하며, 분자간의 결합력을 약화시켜 생체 내 활성도와 용해도가 탁월한 물질이다. 이의 버섯의 생육단계별 고활성칼슘 처리효과는 다음과 같다.

느타리버섯은 배지 수분조절시 혼합할 때 균사배양일수가 2일 단축, 초발이 소요일수는 1일 빠르고, 유효발이경수가 15개, 개체중이 148g/850cc로 6.5% 증수되었다.

큰느타리버섯은 배지 수분조절시 혼합할 때 균사배양일수가 3일 단축, 초발이 소요일수는 1일 빠르고, 생육소요일수가 6일간 단축, 개체중이 108.1g/850cc로 9.7% 증수되었다.

팽이버섯은 균긁기 시 처리가 가장 좋았다. 균사배양일수가 2일 단축, 초발이 소요일수는 3일 빠르고, 생육기간은 1일 빠르며, 재배기간은 3일간 단축, 개체중이 165g/850cc로 6.7% 증수되었다.

표고는 배지 혼합시 배양일수가 3일, 갈변화 시작일이 2일, 첫수확 소요일수가 4일 단축되며, 수량은 169g/2kg으로 9.7% 증수되었다.

참고문헌

http://www.mocie.go.kr(산업자원부)

Diehle, D. A. and Royse, D. J., Shiitake cultivation on sawdust: evaluation of selected genotypes for biological efficiency and mushroom size, Mycologia, 78(6), 929, 1986.

Gruen, H. E., and Wu, S., Promotion of stipe elongation in isolated *Flammulina velutipes* fruit bodies by carbohydrates, natural extracts, and amino-acids, Can. J. Bot., 50, 803, 1972.

Gruen, H. E., Growth and rotation of *Flammulina velutipes* fruities bodies and dependence of stipe elongation on the cap, Mycologia, 61, 149, 1969.

Gruen, H. E., Promotion of stipe elongation in *Flammulina velutipes* by a diffusate from exited lamellae supplied with nutrients, Can. J. Bot., 54, 1306, 1976.

Lu, S.H., Effect of calcium on fruiting of *Cyathus stercoreus*, Mycologia, 65, 329, 1973.

Niederpruem, D. J., Role of carbon dioxide in the control of fruiting of *Schizophyllum commune*. J. Bacteriol., 85, 1300, 1963.