

저농도 셀레늄 처리가 노랑느타리버섯(*Pleurotus cornucopiae*) 생육과 물질전이에 미치는 영향(I)

장현유* · 정기철** · 장인자***

*한국농업전문학교 특용작물학과, **전남대학교 생명과학기술학부 생명공학연구소,
***전남대학교 대학원 생명공학과

Growth and substance transfer effect of *Pleurotus cornucopiae* by low concentration treatments of selenium(I)

Hyun-You Chang*, Ki-Chul Chung** and In-Ja Jang***

*Dept. of Mushroom Science, Korea National Agricultural College, Hwasung 445 - 890, Korea

**School of Biological Sciences and Technology and Biotechnology Research Institute, Chonnam National University, Gwangju 500-757, Korea

***Dep. of Biotechnology, Graduate School, Chonnam National University, Gwangju 500-797, Korea

ABSTRACT : The research for incubation period, mycelial density, day required for primordial formation after inoculation(below DPI), number of valid stipes, individual weight and accumulation amounts of organic selenium for *P. cornucopiae* by treating 100, 200, 300, 400, 500($\mu\text{g}/50\text{g}$) of Na_2SeO_3 is following.

Incubation periods of *P. cornucopiae* are 20-23 days per each low concentration treatment with Na_2SeO_3 . Compared to the control which took 22 days of incubation period, it is reduced 1 or 2 days. Mycelial density of *P. cornucopiae* treated with Na_2SeO_3 between 100 and 500 $\mu\text{g}/50\text{g}$ is very compact. DPI of *P. cornucopiae* treated with Na_2SeO_3 between 100 and 400 $\mu\text{g}/50\text{g}$ was reduced 1 or 2days, but 500 $\mu\text{g}/50\text{g}$ was increased 1 day. Number of valid stipes of *P. cornucopiae* treated with Na_2SeO_3 between 100 and 400 $\mu\text{g}/50\text{g}$ is between 19 and 20. It was increased 1 or 2, as compared to 18 of control, but 500 $\mu\text{g}/50\text{g}$ was reduced to 1. Individual weight of *P. cornucopiae* treated with Na_2SeO_3 between 100 and 400 $\mu\text{g}/50\text{g}$ was between 129 and 138g/850cc. It was increased 4.9-12.2% as compared to 123g/850cc of the control but 500 $\mu\text{g}/50\text{g}$ was 122g/50g. Accumulation amount of organic selenium for *P. cornucopiae* treated with Na_2SeO_3 between 100 and 500 $\mu\text{g}/50\text{g}$ was 2.73 ~ 8.19 $\mu\text{g}/\text{g}/\text{dry}$. It was increased 55-164 times as the concentration increased when compared to 0.05 $\mu\text{g}/\text{g}/\text{dry}$ of the control.

In conclusion, incubation period, mycelial density, DPI, number of valid stipes, individual weight and accumulation amounts of organic selenium for *P. cornucopiae* by treating 100,~ 400 $\mu\text{g}/\text{g}$ of Na_2SeO_3 was increased, but 500 $\mu\text{g}/50\text{g}$ was reduced. So more than 500 $\mu\text{g}/50\text{g}$ concentration treatments are required research.

KEYWORDS : accumulation amount, day required for primordial formation after inoculation, incubation period, individual weight, mycelial density, Na_2SeO_3 , *P. cornucopiae*, selenium

서 언

중금속 해독에 탁월한 효능을 나타낸다고 알려져 있으나 일상적인 식사를 통해서만 충족한 양이 공급되지 못하는 경향이 있는 셀레늄을 버섯재배용 배지에 첨가하여 유기 셀레늄이 강화된 노랑느타리버섯을 개발하고자 하였다.

셀레늄(selenium)은 우리 몸에 필수적인 미량원소(무기 질)이다. 셀레늄은 화학주기율표상 VI족에 속하는 원소로서 맥주효모, 돼지 및 소의 콩팥, 버터, 소아맥아, 굴, 새우, 우유, 현미 그리고 마늘에 다량 함유되어 있다. 사람 등의 동물체내에서는 주로 셀레노시스테인과 셀레노메치오닌

등의 셀레노 아미노산 형태로 존재하며, 이들은 세포막의 손상을 야기하는 과산화수소를 제거하는 작용을 하는 글루타치온퍼옥시다제를 활성화시켜 세포막의 과산화적 손상을 방지하여 종양성 질환을 예방하는 작용을 가진 것으로 알려져 있다. 많은 연구에서 셀레늄은 종양질환을 억제하는 효과가 있는 것으로 알려지고 있는데 이는 많은 암환자에서 혈청내 셀레늄 농도가 비정상적으로 낮게 나타나는 것과 연관이 있다고 생각되고 있다. 또한 납중독에 의한 빈혈현상은 납이 적혈구의 용혈작용과 헤모글로빈 합성에 관여하는 S-아미노레블린산데하이드라제(ALAD) 효소의 활성을 저해하여 아미노레블린산의 요로의 배설을 증가시킴으로서 조절작용을 저해할 뿐 아니라, 납이 ALAD의 SH기를 불활성화시켜 조절기능이 악화됨으로써 발생

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

하는 것으로 알려져 있다. 이러한 납중독도 생체내 항산화제로 알려진 셀레늄에 의해 해독될 수 있다는 보고가 있는데, 이는 납에 의해 활성이 약화된 셀레늄-의존성 항산화제 효소인 글루타치온퍼옥시다제가 셀레늄 보충으로 그 활성이 현저하게 증가되기 때문으로 생각되어진다 (Thomson, 2004).

이 셀레늄은 정상적인 산소 대사 과정에서 생기는 자유기 (free radicals)로부터 세포를 지키는 항산화효소의 중요한 구성성분이다. 자유기가 세포를 상하게 하고 몇 가지 만성질환을 일으키는 원인이 될 수 있기 때문에, 우리 몸은 항산화제와 같이 자유기의 양을 조절하는 방어체계를 가지고 있다 (Goldhaber, 2003). 면역체계와 갑상선의 정상적인 기능을 위해서도 셀레늄은 필수적이다 (Combs et al., 1998; McKenzie et al., 1998; Levander, 1997).

세계의 대부분의 나라에서 식물성 식품이 셀레늄의 주된 공급원이다. 지역에 따라 흙에 들어있는 셀레늄의 양이 다른데 그 양에 따라 흙에서 자라는 식물성 식품에 포함된 셀레늄의 양이 영향을 받는다. 연구에 의하면, 네브라스카주 북부와 다코타주 고원지역의 흙에는 매우 많은 양의 셀레늄이 포함되어 있고, 이 지역에 사는 대부분의 사람들은 미국에서 가장 많은 양의 셀레늄을 섭취한다고 한다 (Arthur, 1991). 중국과 러시아의 일부 지역의 흙에는 아주 적은 양의 셀레늄이 포함되어 있고, 이 지역에서는 식사를 통한 셀레늄 부족이 자주 보고 된다.

셀레늄은 육류와 해산물에도 있다. 셀레늄이 풍부한 땅에서 자란 곡식이나 풀을 먹는 동물의 근육에는 셀레늄이 더 많다. 미국에서는 고기와 빵이 셀레늄의 주 공급원이다 (Corvilain et al. 1993; Longnecker et al., 1991). 몇 가지 견과류, 특히 브라질산 견과류와 호두도 역시 매우 좋은 셀레늄 공급원이다. 영양 권장량은 거의 모든 (97-98%) 건강한 사람의 영양소 요구량에 맞는 하루 평균 섭취량을 19세 이상 남성 55 mcg, 여성 55 mcg이며, 임신녀 60 mcg, 수유녀 70 mcg이다 (Pennington & Shoen, 1996; Pennington & Young, 1991).

1982년에서 1986년 사이에 미 식품의약품안전청에서 실시한 전국 규모의 조사인 총식이조사 (Total Diet Study)에 의하면, 대부분의 성인 남녀는 음식을 통해 1일 권장량의 셀레늄을 섭취하고 있다고 한다 (Pennington & Young, 1991).

우리나라 사람의 셀레늄 섭취에 대한 전국적인 연구 결과는 없으나 몇몇 연구에서 나타난 우리나라 사람의 피 속의 셀레늄 농도는 정상 범위에 있다고 한다. 우리나라의 셀레늄 1일 권장량은 정해져 있지 않으나 성인을 위한 안전하고 적절한 1일 셀레늄 섭취 범위는 50 ~ 200 마이크로그램으로 정해져 있다 (한국인영양권장량 제7차 개정).

셀레늄 처리가 노랑느타리버섯 성장에 미치는 영향을 조사하기 위하여 농도별 버섯 균사체 성장을 측정하고 균사 밀도를 조사하였으며 이렇게 하여 발생한 버섯 자실체에

전이된 유기셀레늄의 양을 측정하였다. 유기셀레늄이 강화된 노랑느타리버섯은 새로운 기능을 지닌 기능성 농산물로서, 무분별한 수입농산물에 대한 국내 농업의 새로운 돌파구로, 나아가 국제적인 경쟁력을 갖춘 농산물 및 그 공품을 개발할 수 있는 좋은 계기가 될 수 있을 것이다.

재료 및 방법

공시균주 및 접종원

공시균주는 우량균주로 선발된 *Pleurotus cornucopiae* 균주를 사용하였다 (장 등, 2005). 이 균주의 셀레늄 배지 처리에 의한 균사성장 속도, 균사밀도, 유기셀레늄 전이량 시험을 하기 위해 PDA (Potato Dextrose Agar) 배지에 28°C 항온기에서 7일간 배양한 후 내경이 6mm cork borer로 찍어 떼어낸 절편을 접종원으로 사용하였다.

셀레늄 처리 및 조사항목

무기셀레늄의 공급원으로서 나트륨 셀레나이트 (Na_2SeO_3 $\mu\text{g}/50\text{g}$)를 대조군(0), 100, 200, 300, 400, 500 μg 까지 제조하여 노랑느타리버섯 재배용 배지인 포플러 톱밥(50%), 면실피(30%), 비트(10%), 미강(10%)에 첨가하여 혼합하고 수분을 65%되게 하여 또 다시 2시간 혼합하였다. 혼합한 후 850cc병에 자동입병기로 입병하고 121°C에서 60분간 고압살균하였다. 살균후 냉각하여 노랑느타리 접종원으로 접종하여 23°C에서 20일간 배양하였다. 배양한 후 균균기를 하고 습도 90%, 온도 25°C에서 생육시켰다. 버섯균사생장과 균사밀도, 버섯수량을 조사하였다.

셀레늄 측정량 측정

버섯에 축적된 셀레늄의 총량은 산소플라스크소화법 (oxygen flask combustion method)을 사용하여 정량하였다. 우선 묽은 질산 용액 25ml를 산소플라스크에 넣고 기체산소를 불어넣으면서 포화시킨다. 동결 건조시킨 버섯 시료를 Whatman지에 싼 후 백금이 주머니에 넣고 점화하고, 산소로 포화된 플라스크 안에서 태운다. 10분간 방치한 후, 증류수를 사용하여 플라스크 안을 세척하고, 최종부피가 150ml가 되도록 맞춘다. 암모니아수를 사용하여 pH를 2.0으로 보정한 후, hydroxylamineHCl과 diaminoaphthalene 용액으로 반응시키고, 생성된 화합물을 cyclohexane으로 추출해낸 후, 380nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때, 농도에 대한 표준곡선을 구하기 위하여, 위의 실험과 함께, 이미 농도를 알고 있는 나트륨 셀레나이트 용액을 함께 사용하였다. 대조군으로는 Whatman지 만을 태운 것을 사용하였다.

유기셀레늄 측정

유기셀레늄의 정량은 버섯에 축적된 셀레늄의 총량(위의

산소플라스크소화법으로 정량한 총량)에서 유기화되지 않고 무기상태(셀레나이트)로 남아 있는 셀레늄의 양을 빼 줌으로써 정량하였다. 무기셀레늄의 양은 3, 3'-diaminobenzidine법을 사용하여 정량하였다. 3, 3'-diaminobenzidine은 셀레나이트 이온과는 반응하여 황색의 물질을 형성하나, selenocysteine이나 selenomethionine과 같은 유기 셀레늄과는 전혀 반응하지 않는 점을 이용하였다. 적당한 양의 동결 건조된 버섯분말을 플라스크 안에서 염화 암모니아 용액에 녹이고 pH를 2~3으로 보정하였다. 여기에 0.5% diaminobenzidine 용액을 첨가하여 발색 반응을 시작하고, 암모니아수로 다시 pH를 중성으로 보정한다. 생성된 황색의 물질을 toluene으로 추출하고, 420 nm에서 흡광도를 측정하였다. 농도에 대한 표준곡선을 구하기 위하여, 위에서 설명한 것과 같이, 이미 농도를 알고 있는 나트륨 셀레나이트 용액을 함께 사용하였다.

결과 및 고찰

100 μ g/50g 무기셀레늄(Na_2SeO_3) 처리의 노랑느타리버섯 영향

노랑느타리버섯에 무기셀레늄(Na_2SeO_3 100 μ g/50g) 처리의 영향을 조사하기 위하여 배지 수분조절시 혼합하여 균사배양일수, 균사밀도, 초발이소요일수, 유효경수, 개체중, 유기셀레늄 전이량을 조사하였다. 노랑느타리버섯 균사배양일수는 21일로 대조구 22일 보다 1일 단축되었고, 균사밀도는 대조구에 비하여 높았다. 또한 초발이 소요일수는 4일로서 대조구 5일에 비하여 1일 빠르고, 유효발이 경수가 19개로서 대조구 18개에 비해 1개가 더 많았으며 개체중이 129g/850cc로서 대조구 123g/850cc에 비해 4.8%가 증수되는 결과를 나타내었다. 무기셀레늄

(Na_2SeO_3 100 μ g/50g)을 노랑느타리버섯 재배용 배지에 첨가하여 버섯을 재배하였을 때 노랑느타리버섯으로 전이된 유기셀레늄 전이량은 2.73 μ g/g/dry인 반면 대조구에도 0.05 μ g/g/dry가 함유되어 54.6배가 많았다(표 1).

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

유기 셀레늄함유 셀레늄효모는 Na_2SeO_3 를 빵효모인 *Saccharomyces cerevisiae* 또는 맥주효모인 *Saccharomyces carlsbergensis*가 접종된 발효조에 서서히 공급하면서 발효시키고 배양이 종료된 후, 효모균체를 분리, 세척하고 건조하여 얻는다. 일반적으로 셀레늄의 1일 권장량(RDA)은 성인의 경우 50~200 μ g이며 이 권장량의 10배를 2주 이상 장기간 섭취하는 경우 독성이 나타나는 것으로 보고되고 있다(Combs, 2000). 따라서, 버섯의 1일 섭취량을 100g으로 보면 Na_2SeO_3 을 100 μ g/50g로 처리하는 것은 농도가 낮은 것으로 여겨진다.

200 μ g/50g 무기셀레늄(Na_2SeO_3) 처리의 노랑느타리버섯 영향

노랑느타리버섯에 무기셀레늄(Na_2SeO_3 200 μ g/50g) 처리의 영향을 조사하기 위하여 배지 수분조절시 혼합하여 균사배양일수, 균사밀도, 초발이소요일수, 유효경수, 개체중, 유기셀레늄 전이량을 조사하였다. 노랑느타리버섯 균사배양일수는 20일로 대조구 22일 보다 2일 단축되었고, 균사밀도는 대조구에 비하여 높았다. 또한 초발이 소요일

Table 1. Effect of Na_2SeO_3 concentration(100 μ g/50g) treatment for mycelial growth, yield and organic selenium of *P. cornucopiae*

Na_2SeO_3 concentration	Incubating period/ Mycelial density (23 $^{\circ}$ C, 850cc, day)	DPI (days)	Number of valid stipes(pieces)	Individual weight (g/850cc)	Organic selenium (μ g/g/dry)
100 μ g/50g	21/++++	4	19	129	2.73
Control	22/+++	5	18	123	0.05

* Hyphae density : + : Poor, ++ : General, +++ : Good, ++++ : Excellent

* DPI : Days required for Primordial formation after Inoculation

Table 2. Effect of Na_2SeO_3 concentration(200 μ g/50g) treatment for mycelial growth, yield and organic selenium of *P. cornucopiae*

Na_2SeO_3 concentration	Incubating period/ Mycelial density (23 $^{\circ}$ C, 850cc, day)	DPI (days)	Number of valid stipes(pieces)	Individual weight (g/850cc)	Organic selenium (μ g/g/dry)
200 μ g/50g	20/++++	4	20	133	3.55
Control	22/+++	5	18	123	0.05

* Hyphae density : + : Poor, ++ : General, +++ : Good, ++++ : Excellent

* DPI : Days required for Primordial formation after Inoculation

수는 4일로서 대조구 5일에 비하여 1일 빠르고, 유효발이 경수가 20개로서 대조구 18개에 비해 2개가 더 많았으며 개체중이 133g/850cc로서 대조구 123g/850cc에 비해 8.1%가 증수되는 결과를 나타내었다. 노랑느타리버섯으로 전이된 유기셀레늄 전이량은 3.55 $\mu\text{g/g/dry}$ 인 반면 대조구에도 0.05 $\mu\text{g/g/dry}$ 가 함유되어 71.0배가 많았다(표 2).

Schutte(1956)와 Thrower & Thrower(1968)는 버섯 균사의 대사작용으로 만들어진 물질이 생장에 필요한 다른 부분으로 이동하는 것을 전류(translocation)라고 하였으며 곰팡이를 크게 물질의 전류를 하는 것과 하지 못하는 것으로 나누었는데 물질전류를 하는 그룹이 훨씬 많다고 한바 셀레늄은 분자량이 78.96으로 아주 작아 세포벽을 통과하는데 아주 수월하다고 생각한다. 일반적으로 분자량이 4500~4700정도 되는 물질은 세포벽을 통과한다고 하였다. 노랑느타리는 어느 다른 곰팡이 보다 전류효율이 높고 전류를 통한 대사과정으로 버섯균사생장과 수량증수에 좋은 영향을 미친 것으로 평가된다.

300 $\mu\text{g}/50\text{g}$ 무기셀레늄(Na_2SeO_3) 처리의 노랑느타리 버섯 영향

노랑느타리버섯에 무기셀레늄(Na_2SeO_3 300 $\mu\text{g}/50\text{g}$) 처리의 영향을 조사하기 위하여 배지 수분조절시 혼합하여 균사배양일수, 균사밀도, 초발이소요일수, 유효경수, 개체중, 유기셀레늄 전이량을 조사하였다. 노랑느타리버섯 균사배양일수는 20일로 대조구 22일 보다 2일 단축되었고, 균사밀도는 대조구에 비하여 높았다. 또한 초발이 소요일수는 3일로서 대조구 5일에 비하여 2일 빠르고, 유효발이 경수가 21개로서 대조구 18개에 비해 3개가 더 많았으며 개체중이 138g/850cc로서 대조구 123g/850cc에 비해 12.2%가 증수되는 결과를 나타내었다. 노랑느타리버섯으로

전이된 유기셀레늄 전이량은 5.36 $\mu\text{g/g/dry}$ 인 반면 대조구에도 0.05 $\mu\text{g/g/dry}$ 가 함유되어 107배가 많았다(표 3).

Na_2SeO_3 300 $\mu\text{g}/50\text{g}$ 로 처리는 노랑느타리버섯 균사생장 촉진과 수량증진 효과가 있다. Jennings(1974)는 전류연구를 위한 분석방법으로 사용된 사례방법에 대해서 비평을 하였다. 그는 사용된 균사가 오래된 것이고 액포(vacuolate)가 있가 때문에 균사는 자가분해에 의해 내용물이 없다고 하였다. 이것은 라벨링된 물질이 전류가 일어나지 않았다고 가정할 수 있다. 이러한 주장은 사례방법에서 얻어진 결과의 해석에 정당성을 부인하기 위한 것으로는 보이지않는다. 물질이동 대사를 이해하기 위하여 필요한 것으로 알려진 이동율에 대한 Jennings의 견해는 매우 정당한 것 중의 하나이다.

400 $\mu\text{g}/50\text{g}$ 무기셀레늄(Na_2SeO_3) 처리의 노랑느타리 버섯 영향

노랑느타리버섯에 무기셀레늄(Na_2SeO_3 400 $\mu\text{g}/50\text{g}$) 처리의 영향을 조사하기 위하여 배지 수분조절시 혼합하여 균사배양일수, 균사밀도, 초발이소요일수, 유효경수, 개체중, 유기셀레늄 전이량을 조사하였다. 노랑느타리버섯 균사배양일수는 21일로 대조구 22일 보다 1일 단축되었고, 균사밀도는 대조구에 비하여 높았다. 또한 초발이 소요일수는 4일로서 대조구 5일에 비하여 1일 빠르고, 유효발이 경수가 20개로서 대조구 18개에 비해 2개가 더 많았으며 개체중이 137g/850cc로서 대조구 123g/850cc에 비해 11.4%가 증수되는 결과를 나타내었다. 무기셀레늄(Na_2SeO_3 400 $\mu\text{g}/50\text{g}$)을 노랑느타리버섯 재배용 배지에 첨가하여 버섯을 재배하였을 때 노랑느타리버섯으로 전이된 유기셀레늄 전이량은 6.8 $\mu\text{g/g/dry}$ 인 반면 대조구에도 0.05 $\mu\text{g/g/dry}$ 가 함유되어 136배가 많았다(표 4).

Table 3. Effect of Na_2SeO_3 concentration(300 $\mu\text{g}/50\text{g}$) treatment for mycelial growth, yield and organic selenium of *P. cornucopiae*

Na_2SeO_3 concentration	Incubating period/ Mycelial density (23 °C, 850cc, day)	DPI (days)	Number of valid stipes(pieces)	Individual weight (g/850cc)	Organic selenium ($\mu\text{g/g/dry}$)
300 $\mu\text{g}/50\text{g}$	20/++++	3	21	138	5.36
Control	22/+++	5	18	123	0.05

* Hyphae density : + : Poor, ++ : General, +++ : Good, ++++: Excellent

* DPI : Days required for Primordial formation after Inoculation

Table 4. Effect of Na_2SeO_3 concentration(400 $\mu\text{g}/50\text{g}$) treatment for mycelial growth, yield and organic selenium of *P. cornucopiae*

Na_2SeO_3 concentration	Incubating period/ Mycelial density (23 °C, 850cc, day)	DPI (days)	Number of valid stipes(pieces)	Individual weight (g/850cc)	Organic selenium ($\mu\text{g/g/dry}$)
400 $\mu\text{g}/50\text{g}$	20/++++	4	20	137	6.8
Control	22/+++	5	18	123	0.05

* Hyphae density : + : Poor, ++ : General, +++ : Good, ++++: Excellent

* DPI : Days required for Primordial formation after Inoculation

Na_2SeO_3 400 $\mu\text{g}/50\text{g}$ 로 처리는 노랑느타리버섯 균사생장 촉진과 수량증진 효과가 있으나 Na_2SeO_3 300 $\mu\text{g}/50\text{g}$ 보다 성장과 수량이 둔화되기 시작하였다.

Lu(1973)는 곰팡이의 생장에 필요한 미량원소의 량을 결정하기란 기술적으로 어려운 문제라고 보고하고 있다. 그 이유로 사용하는 시약이나 접종원에 미량원소가 포함될 수 있기 때문에 정확한 량을 결정하기가 어렵고 다른 미량원소의 필요에 대해서는 불확실한 상태이라고 하였다. 그러나 칼슘은 몇 종류의 자낭균에서 자낭각(perithecia) 생성에 필요하고 담자균인 새둥지버섯의 자실체 형성에 필요하다고 하였다. 여기에서 셀레늄은 버섯균사생장과 수량에 미량원소로서 정확한 기작은 모르지만 어느 한계 농도까지는 촉진적으로 작용되고 있음을 알 수 있다.

500 $\mu\text{g}/50\text{g}$ 무기셀레늄(Na_2SeO_3) 처리의 노랑느타리버섯 영향

노랑느타리버섯에 무기셀레늄(Na_2SeO_3 500 $\mu\text{g}/50\text{g}$) 처리의 영향을 조사하기 위하여 배지 수분조절시 혼합하여 균사배양일수, 균사밀도, 초발이소요일수, 유효경수, 개체중, 유기셀레늄 전이량을 조사하였다. 노랑느타리버섯 균사배양일수는 23일로 대조구 22일 보다 1일 길어졌고, 균사밀도는 대조구와 비슷하였다. 또한 초발이소요일수는 6일로서 대조구 5일에 비하여 1일 늦어졌고, 유효발이경수가 17개로서 대조구 18개에 비해 1개가 더 적어졌으며 개체중이 122g/850cc로서 대조구 123g/850cc와 약간 감소되는 결과를 나타내었다. 노랑느타리버섯으로 전이된 유기셀레늄 전이량은 8.19 $\mu\text{g}/\text{g}/\text{dry}$ 인 반면 대조구에도 0.05 $\mu\text{g}/\text{g}/\text{dry}$ 가 함유되어 164배가 많았다(표 5). Na_2SeO_3 500 $\mu\text{g}/50\text{g}$ 로 처리하여 노랑느타리버섯 생체 100g당 약 생체 100g당 약 82 μg 으로서 1일 100g의 생체 노랑느타리버섯을 섭취한다고 가정하였을 때 1일 권장량(RDA) 50~200 μg 의 범주에 있고 다른 음식을 통하여 유기셀레늄을 약 40 μg 섭취한다고 보면 합하여 1일 약 120 μg 이상을 섭취하게 된다. 이는 각종 기능성의 효과를 보기 위해서는 200 μg 까지 미국 식품안전청(FDA)에서 권장하고 있다. Na_2SeO_3 500 $\mu\text{g}/50\text{g}$ 로 처리는 노랑느타리버섯 균사생장과 수량이 대조구에 비하여 감소되기 시작한 농도이다. 그러나 유기셀레늄 전이량은 균사생장과 대조구에 상관없이 전이됨을 알 수 있었다.

적 요

100, 200, 300, 400, 500 $\mu\text{g}/50\text{g}$ 무기셀레늄(Na_2SeO_3)의 배지처리에 의한 노랑느타리버섯 균사배양기간, 균사밀도, 초발이소요일수, 유효경수, 개체중, 유기셀레늄 전이량을 조사한 결과는 다음과 같다.

저농도 Na_2SeO_3 의 처리에 의한 노랑느타리버섯 균사배양기간은 대조구 22일에 비하여 100~400 $\mu\text{g}/50\text{g}$ 처리는 1~2일 단축되었고, 500 $\mu\text{g}/50\text{g}$ 처리는 1일 길어졌다. Na_2SeO_3 의 처리에 의한 노랑느타리버섯 균사밀도는 100~500 $\mu\text{g}/50\text{g}$ 처리는 아주 치밀하였다. Na_2SeO_3 의 처리에 의한 노랑느타리버섯 초발이소요일수는 100~400 $\mu\text{g}/50\text{g}$ 처리는 3~4일로 대조구 5일에 비해 1~2일 단축되었다. 500 $\mu\text{g}/50\text{g}$ 처리는 1일 길어졌다. Na_2SeO_3 의 처리에 의한 노랑느타리버섯 유효경수는 100~400 $\mu\text{g}/50\text{g}$ 처리는 19~20개로 대조구 18개에 비해 1~2개 증가되었다. 500 $\mu\text{g}/50\text{g}$ 처리는 17개로 대조구 18개에 비해 1개 적어졌다. Na_2SeO_3 의 처리에 의한 노랑느타리버섯 수량(개체중)은 100~400 $\mu\text{g}/50\text{g}$ 처리는 129~138g/850cc로 대조구 123g/850cc에 비해 4.9~12.2%까지 증수되었다. 500 $\mu\text{g}/50\text{g}$ 처리는 122g/850cc로 대조구 123g/850cc에 비해 수량이 감소되었다. Na_2SeO_3 의 처리에 의한 노랑느타리버섯 축적된 유기셀레늄 량은 100~500 $\mu\text{g}/50\text{g}$ 처리까지 2.73~8.19 $\mu\text{g}/\text{g}/\text{dry}$ 로 농도가 높을수록 대조구 0.05 $\mu\text{g}/\text{g}/\text{dry}$ 에 비해 55~164배까지 축적되었다.

결론적으로 노랑느타리버섯 균사배양기간, 균사밀도, 초발이소요일수, 유효경수, 개체중, 유기셀레늄 전이량은 100~400 $\mu\text{g}/50\text{g}$ 까지는 촉진되었고 500 $\mu\text{g}/50\text{g}$ 에서 억제되는 경향이 나타남에 따라 보다 고농도 처리시 그의 영향을 조사할 필요성을 시사한다.

참고문헌

- Arthur JR. 1991. The role of selenium in thyroid hormone metabolism, *Can. J. Physiol. Pharmacol.*, 69: 1648-52.
Combs G.F, Jr and Gray W.P. 1998. Chemopreventive agents: Selenium, *Pharmacol Ther.*; 79: 179-92.
Combs GF. 2000. Food system-based approaches to improving micronutrient nutrition: the case for selenium, *Biofactors*, 12: 39-43.

Table 5. Effect of Na_2SeO_3 concentration(500 $\mu\text{g}/50\text{g}$) treatment for mycelial growth, yield and organic selenium of *P. cornucopiae*

Na_2SeO_3 concentration	Incubating period/ Mycelial density (23°C, 850cc, day)	DPI (days)	Number of valid stipes(pieces)	Individual weight (g/850cc)	Organic selenium ($\mu\text{g}/\text{g}/\text{dry}$)
500 $\mu\text{g}/50\text{g}$	20/+++	6	17	122	8.19
Control	22/+++	5	18	123	0.05

* Hyphae density : + : Poor, ++ : General, +++ : Good, ++++ : Excellent

* DPI : Days required for Primordial formation after Inoculation

- Corvilain B, Contempre B, Longombe AO, Goyens P, Gervy-Decoster C, Lamy F, Vanderpas JB, Dumont JE. 1993. Selenium and the thyroid: How the relationship was established. *Am. J. Clin. Nutr.* 57: 244-8.
- Goldhaber SB. 2003. Trace element risk assessment: essentiality vs. toxicity. *Regulatory Toxicology and Pharmacology.* 38: 232-42.
- Jennings, D. H., Thorton, J. D., Galpin, M. F. J., and Coggins, C. R., 1974. Translocation in fungi, in *Symposia of the Society for Experimental Biology*. XXVII, Sleigh, M. A. and Jennings, D. H., Eds., University Press, Cambridge, 139.
- Levander OA. 1991. Scientific rationale for the 1989 recommended dietary allowance for selenium. *J. Am. Diet Assoc.* 91: 1572-6.
- Longnecker MP, Taylor PR, Levander OA, Howe M, Veillon C, McAdam PA, Patterson KY, Holden JM, Stampfer MJ, Morris JS, Willett WC. 1991. Selenium in diet, blood, and toenails in relation to human health in a seleniferous area. *Am J. Clin. Nutr.* 53: 1288-94.
- Lu, S.H., 1973. Effect of calcium on fruiting of *Cyathus stercoreus*, *Mycologia.* 65; 329.
- McKenzie R.C, Rafferty T.S, Beckett G.J. 1998. Selenium: an essential element for immune function. *Immunol Today.* 19: 342-345.
- Pennington JA and Schoen SA. 1996. Contributions of food groups to estimated intakes of nutritional elements: Results from the FDA total diet studies, 1982-91. *Int. J. Vitamin Nutr. Res.* 66: 342-9.
- Pennington JA and Young BE. 1991. Total diet study nutritional elements. *J. Am. Diet Assoc.* 91: 179-183.
- Schutte, K. H., 1956. Translocation in the fungi, *New Phytologist.* 55; 164.
- Thomson C.D. 2004. Assessment of requirements for selenium and adequacy of selenium status: a review. *Eur. J. Clin. Nutr.* 58: 391-402.
- Thrower, L. B. and Thrower, S. T., 1968. Movement of nutrients in fungi, 1. The Mycelium, *Aust. J. Bot.*, 16; 71.
- 장인자, 정기철, 장현유. 2005. 노랑노타리버섯(*Pleurotus cornucopiae*)의 우수균주선발 및 최적 균사배양. *한국버섯학회지.* 3; 40-44.