

速報

乾シイタケのエルゴチオネイン含有量に及ぼす紫外線照射の影響^{*1}飯田千恵美^{*2}・有馬 忍^{*2}・伊藤夏林^{*3}・大賀祥治^{*4}

飯田千恵美・有馬 忍・伊藤夏林・大賀祥治：乾シイタケのエルゴチオネイン含有量に及ぼす紫外線照射の影響 九州森林研究 72：115－117，2019 大分県産乾シイタケのエルゴチオネイン含有量と紫外線照射および保管期間が含有量に及ぼす影響について調査した。県内各地で栽培された乾シイタケ子実体60検体中のエルゴチオネイン量を分析した結果，100gあたり平均で158mg含有していた。一部の品種ではエルゴチオネイン含有量は少なく品柄間差がみられたが，その他の品種では品柄間で差がみられず，品種間で違いがみられた。また，子実体の菌摺側から紫外線を1時間照射すると，エルゴチオネインの含有量は冬菇で1.2倍，香信で1.5倍に増加した。スライスや粉末に含まれるエルゴチオネインの含有量は，子実体と比較して短時間の紫外線照射で増加する傾向が認められた。さらに，7℃の冷暗所に保管すれば，1年後の乾シイタケ子実体には，保管前の92-95%のエルゴチオネインが含まれる可能性が示唆された。

キーワード：シイタケ，エルゴチオネイン，紫外線

I. はじめに

全国の乾シイタケの生産量は，昭和63年をピークに減少する中で，大分県の全国シェアは40%以上を占めており，日本一の生産量と品質を誇る重要な産品である。しかし，消費者の食生活は簡便化が進み，家庭での乾シイタケ消費量は大きく減少している（総務省，2018）。

シイタケは栄養学的に優れた食材として，一般的に広く認知されている（宮澤，2017）。しかし，現代社会において，シイタケの効能をPRするための科学的根拠は，不足しているのが現状である。近年，きのこ類に広く含まれるエルゴチオネインは，抗酸化作用が強いことから，機能性が注目されている成分である（貫名，2009；齋藤・吉村，2016）。しかし，国内において，きのこ子実体中のエルゴチオネインの含有量に関する報告は少ない（貫名，2009；作野ら，2016）。一方，乾燥前のサナギタケ（*Cordyceps militaris*）子実体に対して，UV-B lamp（280-360 nm）を2時間照射すると，エルゴチオネインが約2.3倍増加することが報告された（Huang S J *et al.*, 2005）。シイタケ子実体に対する紫外線照射によって，ビタミンD₂の含有量が増加することは，以前から知られている（竹内ほか，1985；桐淵，1990 a, 1990 b, 1992；川副，1995, 1997；豊増ほか，2002）。しかし，紫外線照射がその他の子実体成分に及ぼす影響について，調査した研究例は少ない（桐淵，1991）。

今回は，①県産乾シイタケ中のエルゴチオネイン含有量，②紫外線照射によるエルゴチオネイン含有量の変化，③保管中のエルゴチオネイン含有量の変化を調査した結果，若干の知見が得られたので報告する。

II. 材料および方法

1. 試料

試験1：大分県産の乾シイタケに含まれるエルゴチオネインの含有量を調査するために，生産者が2016年春に県内各地のほだ場で採取，乾燥し，第59回大分県乾椎茸品評会袋物の部（大分県椎茸農業協同組合主催）に出品した中から60検体（天白冬菇：4検体，上冬菇：15検体，茶花冬菇：25検体，香信：16検体）を入手した。1検体あたり200gを試料として，試験場（豊後大野市三重町）に持ち帰り，袋に入れた状態で7℃の冷暗所にて保管した。なお，試料の品種は，生産者の出品票を参考にした。

試験2：紫外線照射によるエルゴチオネインの含有量の変化を調査するために，場内のほだ場で採取し，専用の機械で乾燥した子実体を試料とした。また，菌柄を除去した生シイタケから調整した6mm厚乾燥スライス（以下，スライス）およびスライスをミルサーで粉碎した粉末（以下，粉末）も用いた。このうち，60分間の紫外線照射の影響について，子実体（品種B）の冬菇と香信を用いて調査した。また，紫外線照射時間の影響について子実体（品種不明），スライスおよび粉末を用いて調査した。

試験3：保管中のエルゴチオネイン含有量の変化を調査するため，子実体2検体（冬菇および香信）に紫外線を照射したものを試料とした。なお，エルゴチオネインの定量分析は，紫外線照射前後に行い，紫外線照射後の子実体はチャック付きの袋に入れ，1年間7℃の暗室で保管した。

2. 紫外線照射

試験2の紫外線照射は，暗室において主波長254nm殺菌ランプ（東芝GL-20）を，高さ30cmの位置から子実体（100g），スライスおよび粉末に対して行った。子実体に対する照射は，菌摺

*1 Handa, C., Arima, S., Ito, K. and Ohga, S. : Effects of UV-B irradiation on the Ergothionein content of *Lentinula edodes*, the dried shiitake mushroom.

*2 大分県農林水産研究指導センター林業研究部きのこグループ Oita Pref. Agr., For. and Fis., Res. Cen. Forest Res. Div., Mushroom Group, Akamine, Mie, Oita 879-7111, Japan

*3 大分県農林水産部林産振興室 Oita Pref. Agr., For. and Fis. Div., Oita 870-8501, Japan

*4 九州大学大学院農学研究院 Fac. of Agr., Kyushu Univ., Fukuoka, 812-8581, Japan

側から行った。紫外線の強度は、UVR-300 (受光ユニット UD-250 220-300 nm, トプコンテクノハウス社製) を用いて測定し、紫外線の平均強度は $770 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ であった。紫外線照射した子実体およびスライスは脱気処理後、粉末はチャック付きの袋に入れ、分析までの間 7°C の冷暗所で保管した。紫外線照射の時間は 60 分間としたが、一部の試料には 20 および 40 分間の照射を行った。

3. エルゴチオネインの定量分析

菌柄を除去した子実体およびスライスは、それぞれ 20 g をミルサーで粉碎した。粉末はそのまま分析に用いた。各分析用試料 (1 g) に 10 倍量の 80 % メタノールを加え、超音波で 90 分間抽出を行った。抽出液を 4°C , 12,000 rpm で 5 分間遠心分離し、上澄み部を $0.45 \mu\text{m}$ のメンブランでろ過後 HPLC 分析を行った。分析は日本分光 JASCO PU-2089 を用いて、カラム: JASCO Crestpak C 18 S $4.6 \text{ mm} \times 150 \text{ mm}$, 移動相: 50 mM-リン酸ナトリウム緩衝液, 3 % アセトニトリル, 0.1 % トリエチルアミン, 流量: 1 ml/min, カラム温度: 40°C , 波長: 254 nm JASCO GNB-2075 UV の条件で、1 サンプルあたり 5 回実施した。統計処理は Microsoft Excel (2010) のアドインソフトを用い、一元配置分散分析により 5 % 有意差が認められた場合は、Tukey 法で多重比較検定を行った。

Ⅲ. 結果および考察

1. 県産乾シイタケ中のエルゴチオネイン含有量

乾シイタケ子実体 100 g あたりに含まれるエルゴチオネインの含有量は、最も多かった検体で 202 mg, 最も少なかった検体で 74 mg であった。栽培地域とエルゴチオネイン含有量の関連性は認められず、乾シイタケ子実体 60 検体の平均含有量は、 $158 \pm 32 \text{ mg}$ (平均値 \pm 標準偏差) であった。貫名 (2009) は、市販品のきのこ子実体を分析した結果、シイタケのエルゴチオネインの含有量を $9.6 \text{ mg}/100 \text{ gF.W.}$ と報告しており、今回の分析値はやや高い傾向を示した。

品種別に見ると、品種 A の含有量は $119 \pm 19 \text{ mg}$ であったのに対し、品種 B は $187 \pm 10 \text{ mg}$, 品種 C は $182 \pm 11 \text{ mg}$ と多く、品種 A と品種 B および C との間に危険率 5 % 水準の統計的有意差が認められた (表-1)。また、その他 8 品種 (2-4 検体/品種) のエルゴチオネイン含有量は平均で 108-169 mg で、検体数が多かった 3 品種と大きな差は見られなかった。

表-1. 乾シイタケのエルゴチオネイン含有量

品種	検体数	含有量 \pm 標準偏差 (mg/100gD.W.)
A	12	$119 \pm 19^{\text{b}}$
B	13	$187 \pm 10^{\text{a}}$
C	14	$182 \pm 11^{\text{a}}$

異なるアルファベット間には、Tukey 法の多重検定により危険率 5 % 以下で有意差があることを示す。

品柄別に見ると、品種 A のエルゴチオネイン含有量は、香信が $90 \pm 10 \text{ mg}$ で少なく、上冬菇および茶花冬菇の間に危険率 5 % 水準で有意差が認められた。一方、品種 B および品種 C では、

品柄間に差は認められなかった (表-2)。今回の調査結果では、品種 A の香信に含まれるエルゴチオネイン含有量は少なかったが、品種 B は香信が最も多く、品種 C の香信も茶花冬菇より多かった。また、3 品種全体の品柄間で統計処理を行った結果、有意差は認められなかった。

表-2. シイタケの品柄の違いがエルゴチオネイン含有量に及ぼす影響

品種	品柄	検体数	含有量 \pm 標準偏差 (mg/100gD.W.)
A	香信	2	$90 \pm 11^{\text{b}}$
	上冬菇	4	$128 \pm 8^{\text{a}}$
	茶花冬菇	5	$129 \pm 6^{\text{a}}$
B	香信	3	193 ± 10
	上冬菇	5	184 ± 8
	茶花冬菇	4	182 ± 8
C	香信	3	182 ± 16
	上冬菇	5	185 ± 5
	茶花冬菇	5	179 ± 15

異なるアルファベット間には、5 % 以下で有意差があることを示す。

今回の調査結果から、生産者が栽培したシイタケ子実体のエルゴチオネイン含有量は、一部の品種間で有意差が認められた。しかし、同一品種においても分析値に大きな差がある検体が見られた。作野ら (2016) は、ほだ木を浸水して発生を促したシイタケ子実体のエルゴチオネインを定量分析し、生育温度、採取時期、保存方法、日数および温度によって、含有量が異なることを報告している。乾シイタケ栽培方法は、同一品種であってもほだ場環境、発生年次、乾燥温度や時間の方法、乾燥後の保管温度や期間などは、生産者で異なることから、品種や品柄による影響は栽培方法の同じ試料を用いて、詳細な検証が必要である。

2. 紫外線照射によるエルゴチオネイン含有量の変化

乾シイタケ (品種 B) の冬菇および香信に対して、60 分間紫外線を照射した結果、子実体中のエルゴチオネインの含有量は、未照射と比べて冬菇で 1.2 倍、香信で 1.5 倍に増加した (図-1)。

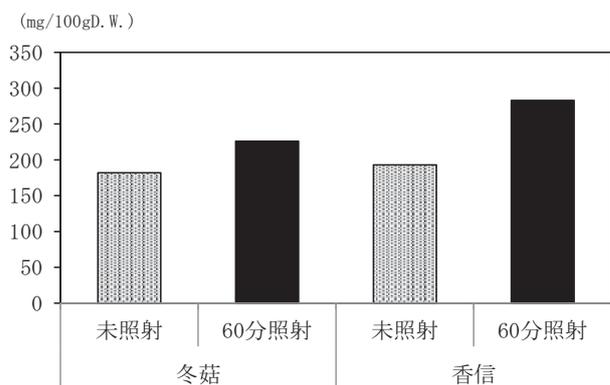


図-1. 紫外線照射が乾シイタケのエルゴチオネイン含有量に及ぼす影響

また、子実体、スライスおよび粉末に20、40、60分間紫外線を照射した結果、照射時間が長いほど、エルゴチオネインの含有量は増加する傾向が認められた。また、粉末およびスライスのエルゴチオネイン含有量は、子実体と比較して増加率が高い傾向を示した(図-2)。

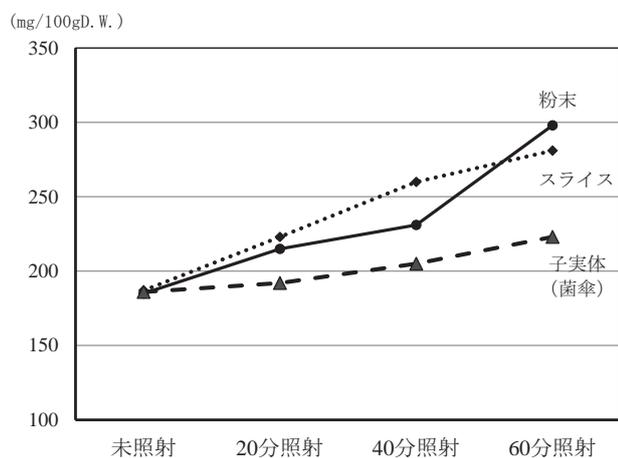


図-2. 紫外線照射時間の違いが乾シイタケのエルゴチオネイン含有量に及ぼす影響

今回の試験から、乾シイタケ子実体に紫外線を照射すると、エルゴチオネインが増加することが判明した。このことから、同様に紫外線を照射することで、増加すると報告されているビタミンD₂(竹内ほか, 1985; 桐潤, 1990 a, 1990 b, 1992; 川副, 1995, 1997; 豊増ほか, 2002)と合わせて、シイタケの栄養や機能性をPRすることができると考えられる。また、スライスや粉末に対する紫外線照射によって、エルゴチオネイン含有量は子実体と比較して増加率が高いことから、二次加工品の原材料として差別化商品の作出に有効であると思われる。

3. エルゴチオネインの保管中の変化

保管1年後のエルゴチオネイン含有量を調査した結果、紫外線照射した1年後に子実体に含まれるエルゴチオネインは、5-8%減少した(図-3)。エルゴチオネインの減少割合は、紫外線照射していない子実体と同程度であった。

今回の試験結果から、紫外線照射の有無にかかわらず、7℃の冷暗所に保管すれば、1年後の乾シイタケ子実体には、保管前の92-95%のエルゴチオネインが含まれる可能性が示唆された。

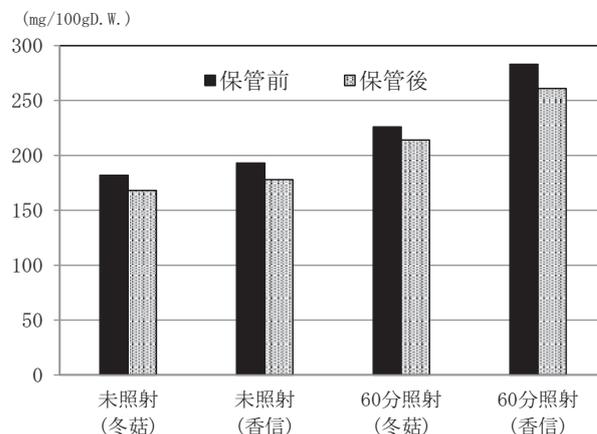


図-3. 紫外線を照射した乾シイタケの保管1年後のエルゴチオネイン含有量

謝辞

本研究を遂行するにあたり、ご協力頂いた大分県椎茸農業協同組合に対し、お礼申し上げます。

引用文献

- Huang S J *et al.* (2005) *Int J Medi Mushrooms* 17 : 241 - 253
 川副剛之 (1995) *日本食品化学工学会誌* 42 : 252 - 267
 川副剛之 (1997) *日本食品化学工学会誌* 44 : 442 - 446
 桐潤壽子 (1990 a) *日本家政学会誌* 41 : 395 - 400
 桐潤壽子 (1990 b) *日本家政学会誌* 41 : 401 - 406
 桐潤壽子 (1991) *日本家政学会誌* 42 : 415 - 421
 桐潤壽子 (1992) *日本家政学会誌* 43 : 649 - 654
 宮澤紀子 (2017) *きのこの生理機能と応用開発の展望* 47 - 54
 貫名 学 (2009) *今月の農業* 1 : 39 - 43
 齋藤 威・吉村義隆 (2016) *玉川大学農学部研究教育紀要* 1 : 17 - 41
 作野えみほか (2016) *菌茸研究所研究報告* 46 : 4 - 11
 総務省統計局 (2018) *家計調査* www.e-stat.go.jp
 竹内敦子ほか (1985) *ビタミン* 59 : 195 - 201
 豊増哲郎ほか (2002) *日本応用きのこ学会誌* 10 : 213 - 220
 (2018年11月6日受付; 2018年12月26日受理)