

椎茸中のビタミンD₂含量に及ぼす日光照射の影響

高村 一知 星野 浩子

Effects of Sunlight Ultraviolet Irradiation on Vitamin D₂ Contents in Shiitake Mushroom (*Lentinus edodes*)

KAZUNORI TAKAMURA and HIROKO HOSHINO

The effects of sunlight or ultraviolet irradiation (254nm) on vitamin D₂ contents in shiitake mushroom (*Lentinus edodes*). The results were as follows:

(1) When the samples were exposed to sunlight for 30 minutes or 60 minutes, the contents of vitamin D₂ in raw shiitake mushroom increased about 13 times or 30 times higher than the original content.

(2) The contents of vitamin D₂ in dried shiitake mushroom (brand name: Donko, Koshin) after exposure to sunlight increased by about 2~4 times higher than the original content (after 30 minutes).

(3) 1. The contents of vitamin D₂ in dried shiitake (Donko, Koshin and Donko powder) increased about 2~3 times higher than those before irradiation according to the increase of amounts of ultraviolet irradiation.

2. The contents of vitamin D₂ in Donko slice increased about 8 times higher than the original content.

著者らは、椎茸中にビタミンD₂ (以下、D₂と略す)が存在することを明らかにし^{1,2,3)}、また、椎茸中のD₂含量を高速液体クロマトグラフィー (以下、HPLCと略す)を用いて定量した。これらの結果から、椎茸はビタミンD₂の供給源としての役割を持つ食品の一つであることが確認できた。

しかし、近年の椎茸栽培は菌種の改良や栽培技術の進歩から、従来の春と秋の収穫だけでなく、一年を通して市場に供給されるようになった。そこで椎茸栽培は、屋外で栽培する露地物より、栽培環境を調節しやすいビニールハウス内で生産するハウス物が多くなってきた。ハウス物の椎茸は露地物と比較して

D₂含量が低いことが報告⁴⁾されている。その原因として考えられるのは、ビニール製の屋根のため、日光中の紫外線が遮られ紫外線量が減少し、椎茸中に存在するプロビタミンD₂であるエルゴステロール (以下、Ergと略す)がD₂へ変換する量が少なくなるためと推定されている。椎茸中のD₂含量の減少は、D₂供給源としての価値の低下へつながる。

これまで椎茸中のD₂含量と日光照射の影響についての研究⁵⁾はあまり報告されていないので、今回、日光照射と紫外線照射灯を用いた照射が、生椎茸および干し椎茸のD₂含量に与える影響について検討したので報告する。

key words : vitamin D₂, shiitake mushroom, sunlight irradiation, ultraviolet irradiation

実験方法

1. 試料および試薬

(1) 試料：日光照射に用いた生椎茸と干し椎茸は、山梨県富士吉田市外二ヶ村恩賜県有財産保護組合で栽培されたものを使用した。紫外線照射灯を使用し照射した干し椎茸は、愛媛産と宮崎産のドンコ、コウシンを使用した。またドンコをスライス、パウダー状にしたものを用いた。

(2) 試薬：試薬はすべて和光純薬工業社製の試薬特級を用いた。HPLCの分取用移動相はメタノール：アセトニトリル（1：1）、定量用移動相はイソプロピルアルコール：*n*-アミルアルコール：ヘキサン（0.4：0.1：99.5）を用いた。

2. 装置

高速液体クロマトグラフ装置は日本精密科学社製S-310A型を用いた。HPLCの分取用カラムはLiChrosorb RP-18（250mm×7.5mm i.d.）、HPLCの定量用カラムはNucleosil 100-5（150mm×4.6mm i.d.）を用いた。

また記録計は島津クロマトパックC-R6A型を用いた。

紫外線強度計はトプコン社製UVR-1を用いた。

3. 日光照射方法および紫外線量の測定法

椎茸を傘の裏側（菌褶）を上にした状態で日光照射を行った。実験の日時は1992年9月9日（晴）午前11時20分から12時20分まで屋外で日光照射を行い、その時の紫外線量を測定した。紫外線強度計の受光部は常に太陽に向けてセットして紫外線の積算値（220～390nm）を測定した。

4. 紫外線照射灯を使用した紫外線照射方法

試料はベルトコンベアー上に置き、ベルト上に紫外線があたるように紫外線照射灯（主波長254nm、東芝ライテック社製）を設置し、高さ20cmから照射した。ベルトのスピードは1分間に6mの速度で行った。実施時期は、1986年9月3日である。

ドンコ、コウシンは菌傘と菌褶の面積が1

：1になるように広げて、紫外線照射灯20ワットを4本、用いて照射した。

ドンコのスライスは薄く一面に広げて、紫外線照射灯20ワットを2本、用いて照射した。

ドンコのパウダーは厚みが1～2mmになるように一面に広げ、紫外線照射灯20ワットを2本を用いて照射した。

5. ビタミンD₂の定量方法

干椎茸は約30gをミキサーで粉末とした後、その2～3g精秤し試料とした。生椎茸は約

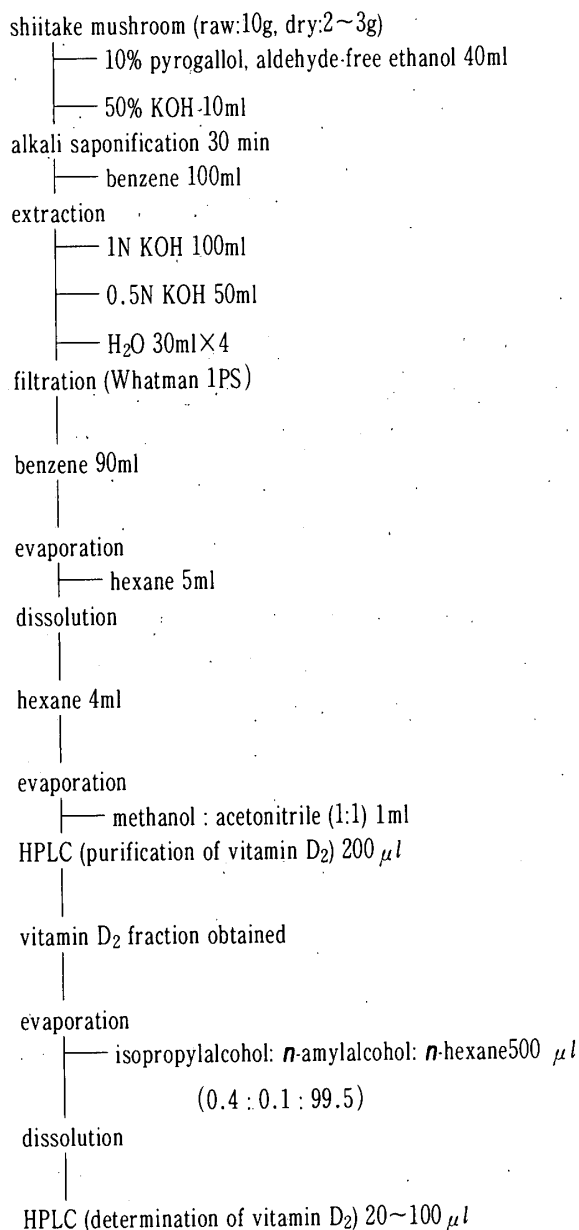


Fig. 1 Method of determination of vitamin D₂ in shiitake mushroom

100gを細切りした後、その10gを精秤し試料とした。

定量操作はFig.1に示す方法で行なった。

この定量方法による添加回収率は88.4% ± 8.3 Mean ± S.D(n=5)であった。

実験結果および考察

1. 日光照射による椎茸中のビタミンD₂量の変化

山梨県産の椎茸をアルミ製トレーに菌褶を上にした状態で並べ、実験方法3に示すように、開始前に日光が照射しないように、全体をアルミホイルで包み、実験場所に準備し、日光照射を行った。同時に日光中の紫外線量を積算方式で測定したところ、30分間、5.4mW/cm²、60分間、10.8mW/cm²であった。

生椎茸と干し椎茸に30分間および60分間日光照射し、D₂を定量した結果をTable 1に示した。

生椎茸のD₂量は、照射前の0分間で289 IU/100gであったものが、日光照射30分間で3844 IU/100gと約13倍に増加し、60分間(D₂ 8786 IU/100g)では、30分間に対して約2倍と増え、照射前に比べると約30倍増加していた。

日光照射した生椎茸の鮮度を肉眼で観察したところ、30分間、60分間のそれぞれの照射試料で、菌褶や菌傘の表面の水分の蒸発による弾力性が、若干低下していた程度の鮮度低

下であった。

干し椎茸のドンコとコウシンに日光照射を行った時のD₂の増加量は、前者が0分に対して30分間で約2倍、60分間では約4倍であった。後者も、0分に対して30分間で約4倍、60分間で約5倍であった。

日光照射した干し椎茸の鮮度は、照射後の1～2時間ではほとんど変化は見られないが、包装して5～6時間以降に、俗に言う水戻り現象が現れた。

以上の結果から、椎茸に日光照射を行うと日光中の紫外線によりErgからD₂への変換が進み、椎茸中のD₂含量が急激に増加した。

日光照射によるD₂量の増加量は、干し椎茸より生椎茸の方が高い。日光照射した生椎茸が干し椎茸よりD₂増加量が高いのは、日光照射により生椎茸の表面の水分が蒸発し、それに伴い内部からの水分は拡散によって表面の方へ移動し、それが表面に達するとそこで再び蒸発が起こる。この水分蒸発の繰り返しと共にErgが菌褶表面に移動し、そこで日光中の紫外線によりD₂への変換が繰り返し行われるものと考えられる。

これに対して干し椎茸は、水分含有量が少ないため、菌褶の表面に存在するErgのみ光化学反応を受けてD₂に変換するため、日光照射時間の30分から60分にかけてのD₂増加量が緩慢になると考えられる。

Table 1 Contents of vitamin D₂ in shiitake mushroom after the exposure to sunlight (IU/100g dry wt.)

| sample | vitamin D ₂ | | |
|----------------|------------------------|------------|------------|
| | irradiation time | | |
| | 0 min | 30 min | 60 min |
| raw shiitake | 289 ± 18 | 3844 ± 241 | 8786 ± 494 |
| dried shiitake | | | |
| Donko | 173 ± 26 | 764 ± 114 | 808 ± 33 |
| Koshin | 1122 ± 130 | 2629 ± 220 | 4205 ± 302 |

values are mean ± SD for n = 3

Table 2 Contents of vitamin D₂ in shiitake mushroom after ultraviolet irradiation (IU/100g dry wt.)

| sample | vitamin D ₂ | |
|--------------|------------------------|-------------------|
| | before irradiation | after irradiation |
| Donko | 2148 ± 86 | 4922 ± 431 |
| Koshin | 2949 ± 173 | 8110 ± 928 |
| Donko slice | 1486 ± 216 | 12057 ± 1162 |
| Donko powder | 4871 ± 330 | 11932 ± 2176 |

values are mean ± SD for n = 4

2. 紫外線照射灯による干し椎茸のビタミンD₂量の変化

宮崎県と愛媛県で生産された干し椎茸のドンコとコウシン、そしてドンコをスライスしたものと、粉末にしたものを実験方法4に示す方法で行った。

紫外線照射量を積算法で測定した結果、ドンコ、コウシン試料は、1分間で117 μW/cm²で、スライス試料とパウダー試料は、1分間58 μW/cm²であった。

干し椎茸のドンコおよびコウシンとドンコのスライス、パウダーに紫外線照射灯を用いて紫外線を照射し、D₂含量を測定した結果をTable 2に示した。

干し椎茸のドンコ、コウシンのD₂増加量は、無照射に比較して紫外線照射後は前者が約2.8倍、後者が約2.3倍とあまり差はなかった。スライス試料のD₂増加量は約8倍と高く、また、パウダー試料では約2倍であった。以上の結果から、紫外線照射灯を用いると、僅かな照射時間でD₂量を増加させることが可能であった。

日光照射と紫外線照射灯の紫外線量を比較すると、前者の30分間の積算紫外線量は5.4mW/cm² (5,400 μW/cm²) に対し、後者は1分間で117 μW/cm²と、1/46の照射量と弱いですが、干し椎茸中のD₂増加量は変わらなかった。

これは紫外線照射灯が、Erg からD₂へ変換させる作用のある有効紫外線 (290~330nm) を多量に放射しているためと考えられる。

椎茸をスライスとパウダー状にすると表面積が大きくなるので、干し椎茸そのままのものより、紫外線照射量を1/2量に減少して照

射した。表面積では、スライス試料よりパウダー試料の方が大きいですが、D₂の増加量は前者が高かった。スライス試料はカット面が平面なのに対し、パウダー試料は表面に凹凸があるため、紫外線を受ける効率が低いので、前者のD₂量が高くなったと考えられる。

今後、紫外線照射灯の設置する角度をベルトコンベアーに垂直方向だけでなく横方向にも取り付けることが必要と考えられる。

要 約

日光照射および紫外線照射灯による照射が、生椎茸と干し椎茸中のビタミンD₂含量に与える影響について検討した。

1. 生椎茸に日光照射を行うと、100g中のD₂量は0分で289 IU、30分間で3844 IU、60分間で8786 IUと増加した。D₂の増加量は、0分に対して30分間では約13倍、60分間で約30倍であった。この時の紫外線照射量を積算法で測定したところ30分間5.4mW/cm²、60分間10.8mW/cm²であった。

2. 干し椎茸のドンコに日光照射を行うと、100g中のD₂量は0分で173 IU、30分間764 IU、60分間808 IUと増加した。また、コウシンでは0分で1122 IU、30分間2629 IU、60分間4205 IUと増加した。D₂の増加量は、ドンコ、コウシンでは、30分間で約2~4倍、60分間で約4~5倍であった。

3. 紫外線照射灯を用いて干し椎茸 (ドンコ、コウシン、ドンコのパウダー) に紫外線を照射したときの、ビタミンD₂増加量は約2~4倍であった。また、ドンコのスライス試料は約8倍増加していた。この時の紫外線

照射量を積算方式で測定したところ、ドンコ、コウシンの照射量は1分間 $117 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ 、スライス、パウダーの照射量は $58 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ であった。

文 献

- 1) K. TAKAMURA, H. HOSHINO, N. HARIMA, T. SUGAHARA and H. AMANO : J. Chromatogr., **543**, 241 (1991).
- 2) K. TAKAMURA, H. HOSHINO, T. SUGAHARA and H. AMANO : J. Chromatogr., **545**, 201 (1991).
- 3) 高村一知、星野浩子、叶多謙蔵：聖徳栄養短期大学紀要, **24**, 23 (1993).
- 4) 竹内敦子、岡野登志夫、寺岡澄子、村上裕美子、鞆本万里子、澤村節子、小林正：ビタミン, **58** (9-10), 439 (1984).
- 5) 竹内敦子、岡野登志夫、和田知子、須藤都、新谷有美、小林正：ビタミン, **65**, (3), 121 (1991).
- 6) 日本薬学会編：衛生試験法・注解1990版、金原出版（東京）、P349 (1990).