

食品廃棄物で栽培したヤマブシタケ子実体の機能性成分に関する研究

鹿児島高専 (学) ○大田智也 野元雄介 山田真義 山内正仁
 鹿児島大学 八木史郎 (財) 日本食品分析センター 山口昭弘

1. はじめに

近年、食品は栄養的な側面だけでなく、三次機能として、生体機能の調節や成人病予防の機能性が求められている。中でもきのこは消費者の健康志向を反映して、生産量、消費量が増加傾向にある。このような背景の中で、筆者らは、焼酎粕乾燥固形物、でん粉粕などの食品廃棄物の高度利用技術の一つとして、これらを原料にきのこ培地を作製し、きのこを発生させることに成功した。

本研究では、中国で生薬の一つとして古くから利用され、抗腫瘍作用、神経成長因子合成促進作用など、人体に対する機能性を示す成分を有すること、栽培が比較的容易であり、かつ、エリンギ、ヒラタケ、ブナシメジなど主要品目より高値で販売されているヤマブシタケを用いて、培地材料及び子実体発生条件の違いによる生理的機能性への影響を検討した。

ヤマブシタケは、一般的な食用きのこは異なり、傘が分化せず球塊状で、側面と下面から針を無数に垂らして子実体を形成するきのこである。発生室内の温度、湿度などの室内環境により、子実体の針の形成、形状が異なる特徴がある。高島や増野らは、発生室内の温度を下げて、加湿器により、空中湿度を90%以上に保つと子実体の針が形成され易く、また、生理的機能性が高まることを報告している。ここでは、ヤマブシタケを実際に生産販売しているきのこ生産工場(M会社; 宮崎県小林市)の発生条件(①: 温度16±2℃、湿度85±10%)及び、針の伸長が期待でき、機能性が高まると考えられる発生条件(②: 温度12±2℃、湿度85±10%)で子実体の発生を促した。

2. 試験方法

表-1 に焼酎粕・でん粉粕培地、焼酎粕培地および標準培地の培地条件を示す。培養は設定温度22±1℃、湿度75±5%に制御した培養室で28日間行い、その後、発生処理を施し、発生室にビンを移し、子実体形成を促した。培養室、発生室内の蛍光灯の点灯は栽培期間全体を通して作業時のみとした。キャップは原基形成を確認後、取り外した。収穫は各試験区とも胞子の落下を確認後、①については子実層針の長さが17~20mm程度で、②については23~26mm程度で行った。各試験区の供試ビン数は32本とした。収穫後、生重量を測定し、栄養材10g当たりの収量性を算出した。つぎに、子実体の一般成分(水分; 常圧加熱乾燥法、タンパク質; ケルダール法(窒素・タンパク質換算係数6.25)、脂質; 酸分解法、灰分; 直接灰化法、炭水化物; 100-(水分+タンパク質+脂質+灰分))および食物繊維(酵素・重量法(prosky法))を新食品分析法に準じて定量し、成分を比較した。また、アミノ酸含有量についても同様に新食品分析法に準じた。さらにヤマブシタケ子実体の機能性を評価するためにスーパーオキシド消去活性性能、血圧上昇抑制効果評価試験(ACE(アンジオテンシン変換酵素)阻害活性試験)を(財)日本食品分析センターに依頼した。これらの試験には、子実体を凍結乾燥し、粉碎した子実体粉末を用いた。スーパーオキシド消去活性性能は電子スピン共鳴(ESR)法で、アンジオテンシン変換酵素(ACE)阻害活性の測定は、Nakanoらの方法に基づき、試験溶液を調製し、ACE活性を測定後、試験溶液を加えない未処理区の活性を100%とした場合の相対ACE活性をもとに評価した。

表-1 に焼酎粕・でん粉粕培地、焼酎粕培地および標準培地の培地条件を示す。培養は設定温度22±1℃、湿度75±5%に制御した培養室で28日間行い、その後、発生処理を施し、発生室にビンを移し、子実体形成を促した。培養室、発生室内の蛍光灯の点灯は栽培期間全体を通して作業時のみとした。キャップは原基形成を確認後、取り外した。収穫は各試験区とも胞子の落下を確認後、①については子実層針の長さが17~20mm程度で、②については23~26mm程度で行った。各試験区の供試ビン数は32本とした。収穫後、生重量を測定し、栄養材10g当たりの収量性を算出した。つぎに、子実体の一般成分(水分; 常圧加熱乾燥法、タンパク質; ケルダール法(窒素・タンパク質換算係数6.25)、脂質; 酸分解法、灰分; 直接灰化法、炭水化物; 100-(水分+タンパク質+脂質+灰分))および食物繊維(酵素・重量法(prosky法))を新食品分析法に準じて定量し、成分を比較した。また、アミノ酸含有量についても同様に新食品分析法に準じた。さらにヤマブシタケ子実体の機能性を評価するためにスーパーオキシド消去活性性能、血圧上昇抑制効果評価試験(ACE(アンジオテンシン変換酵素)阻害活性試験)を(財)日本食品分析センターに依頼した。これらの試験には、子実体を凍結乾燥し、粉碎した子実体粉末を用いた。スーパーオキシド消去活性性能は電子スピン共鳴(ESR)法で、アンジオテンシン変換酵素(ACE)阻害活性の測定は、Nakanoらの方法に基づき、試験溶液を調製し、ACE活性を測定後、試験溶液を加えない未処理区の活性を100%とした場合の相対ACE活性をもとに評価した。

3. 結果と考察

表-2 にヤマブシタケの栽培試験結果を示す。発生条件②では、発生条件①と比較して、菌掻きから収穫までの日数が10日程度長くなり、収量、栄養材10g当たりの収量性も10~15%程度減少した。また、標準培地で栽培したヤマブシタケは、焼酎粕・でん粉粕培地、焼酎粕培地と比較して、子実体の生長が悪く、全体的に針の

キーワード: ヤマブシタケ、焼酎粕乾燥固形物、機能性

連絡先: 〒899-5193 鹿児島県霧島市隼人町真孝1460-1 TEL:0995-42-9124

表-1 培地条件

| 試験区 | 培地組成(乾物重量%) | | | | | 瓶詰の重量 (g) | 水分率 ^a (%) |
|------------|-------------|--------|----------------|---------|-----|--------------|-------------------------|
| | 培地基材 | | 栄養材 | | その他 | | |
| | でん粉粕 | 広葉樹おが屑 | 甘藷焼酎粕 乾燥固形物 | ホミニフィード | 貝化石 | | |
| 焼酎粕・でん粉粕培地 | 46 | | 50 | | 4 | 540 | 63.5 |
| 焼酎粕培地 | | 46 | 50 | | 4 | 600 | 64.3 |
| 標準培地 | | 62.7 | | 33.3 | 4 | 580 | 63.9 |

^a 滅菌後の水分率

表-2 ヤマブシタケの栽培試験結果

| 試験区 | 培養日数 | 菌掻きから収穫までの日数 | 総栽培日数 | 収量 | 栄養材10g当たりの収量性 |
|------------|------|--------------|-------|------------|---------------|
| | | | | (g/瓶) | (g) |
| | | | | (平均値±標準偏差) | |
| 焼酎粕・でん粉粕培地 | 28 | ① | 28 | 19.5±0.8 | 47.5±0.8 |
| | | | | 31.0±0.2 | 59.0±0.2 |
| 焼酎粕培地 | 28 | ① | 28 | 20.4±1.0 | 48.4±1.0 |
| | | | | 30.0±0.6 | 58.0±0.6 |
| 標準培地 | 28 | ① | 28 | 18.8±1.1 | 46.8±1.1 |
| | | | | 29.3±1.0 | 57.3±1.0 |

形成とともに子実体が褐色し、劣化が比較的短時間のうちに進行し易かった。表-3にヤマブシタケ子実体の一般成分と食物繊維の分析結果を示す。まずヤマブシタケ子実体の成分を比較すると、タンパク質量は焼酎粕培地>標準培地>焼酎粕・でん粉粕培地の順であった。また、炭水化物量は焼酎粕・でん粉粕培地>標準培地>焼酎粕培地となり、タンパク質の減少に伴い、炭水化物は増加傾向にあった。食物繊維については、全ての試験区において、発生条件②の方が高かった。これは、子実体の針を伸長させたことで細胞壁成分が増加したためと考えられる。表-4にアミノ酸総量、遊離アミノ酸量の結果を示す。アミノ酸量はいずれの試験区においても、発生条件②の方が高い値を示した。特に、焼酎粕培地で栽培した子実体については、その値は顕著であった。この理由として、低温で子実体を栽培すると、菌糸体の代謝活性が低下し、これにより、子実体中のアミノ酸が呼吸基質としての利用が抑制されたためと考えられる。またこれらの結果のうち、焼酎粕・でん粉粕培地、標準培地で栽培した子実体では、タンパク質量の傾向とは異なるが、これはタンパク質アミノ酸以外の窒素化合物量が減少したことによると考えられる。表-5にスーパーオキシド消去(SOD)活性の測定結果を示す。SOD値は、活性酸素を消去する酵素量を示す指標であるが、焼酎粕培地で栽培した子実体で強く、特に発生条件②で6,100(単位/g)と高かった。これは子実体中のSOD様タンパク質量が増加したことが影響していると考えられる。表-6に発生条件②における培地、子実体のSOD活性値を示す。滅菌後培地、栽培時、収穫後の廃培地のSOD値は50~290(単位/g)と低かったが、子実体では、全ての試験区において、非常に高くなった。また、各培地材料のSOD値は、焼酎粕乾燥固形物で730単位/g、ホーミニーフィードで90単位/g、広葉樹おが屑で160単位/g、甘藷でん粉粕で110単位/gであったが、子実体のSOD値は1~2オーダー高い値になった。表-7にヤマブシタケ子実体抽出液のACE活性を示す。ACE活性は全ての試験区において未処理区(ACE活性100%)と比較して、針の伸長を促進させた発生条件②で低かった。特に焼酎粕培地では40%となり、阻害活性は高くなった。このことから培地栄養材に甘藷焼酎粕乾燥固形物を利用した試験区では標準区と比較して、ヤマブシタケ子実体抽出液のACE阻害活性が高いことから、子実体中にはACE阻害活性を高めるアミノ酸ペプチドが多く含まれ易くなることがわかった。表-8に発生条件②における培地、子実体抽出液のACE活性値を示す。ACE活性は、全ての試験区において培地で高く、子実体で低かった。

以上の結果から、ヤマブシタケの機能性は、焼酎粕培地で栽培した子実体で強く、特に発生室内の温度を低下させ、針の伸長を促進させることで高まることがわかった。また、SOD値、ACE阻害活性は、子実体で高く、培地で低いことから子実体形成過程でこれらに機能性に関与する成分は合成されるものと考えられる。

4. おわりに

ヤマブシタケのACE阻害活性、SOD活性は、培地に焼酎粕を利用することで従来品より高かった。特に針を伸長させた場合にその効果は認められた。また、これらの機能性は、子実体で高く培地で低いことから、菌体外に殆ど分泌されていないと考えられた。

表-3 ヤマブシタケ子実体の一般成分と食物繊維 (g/100g乾物)

| 試験区 | タンパク質 | 脂質 | 炭水化物 | 灰分 | 食物繊維 | |
|------------|-------|------|------|------|------|------|
| 焼酎粕・でん粉粕培地 | ① | 20.0 | 4.9 | 67.5 | 7.6 | 33.7 |
| | ② | 19.5 | 5.7 | 66.3 | 8.5 | 37.4 |
| 焼酎粕培地 | ① | 29.9 | 7.1 | 52.8 | 10.2 | 28.3 |
| | ② | 33.8 | 7.4 | 47.0 | 11.8 | 29.4 |
| 標準培地 | ① | 23.8 | 6.9 | 59.3 | 10.0 | 32.3 |
| | ② | 23.1 | 5.9 | 59.8 | 11.2 | 37.3 |

①：発生温度16±2℃ 湿度85±10% ②：発生温度12±2℃ 湿度85±10%

表-4 ヤマブシタケ子実体のアミノ酸総量、遊離アミノ酸量 (mg/100g乾物)

| 試験区 | 発生条件①総量 | 発生条件②総量 | |
|--------|------------|---------|--------|
| 総アミノ酸 | 焼酎粕・でん粉粕培地 | 12,269 | 13,121 |
| | 焼酎粕培地 | 18,512 | 23,093 |
| | 標準培地 | 15,708 | 16,379 |
| 遊離アミノ酸 | 焼酎粕・でん粉粕培地 | 1,966 | 2,674 |
| | 焼酎粕培地 | 2,740 | 3,573 |
| | 標準培地 | 1,985 | 2,823 |

表-5 ヤマブシタケ子実体のSOD活性値(単位/g)

| 試験区 | 発生条件① | 発生条件② |
|------------|-------|-------|
| 焼酎粕・でん粉粕培地 | 1,600 | 2,200 |
| 焼酎粕培地 | 4,400 | 6,100 |
| 標準培地 | 2,100 | 1,300 |

表-6 発生条件②における培地、子実体のSOD活性値

| 試験区 | スーパーオキシド消去活性(単位/g) | | | |
|------------|--------------------|-------|-----|-------|
| | 滅菌後培地 | 発生前培地 | 廃培地 | 子実体 |
| 焼酎粕・でん粉粕培地 | 120 | 180 | 290 | 2,200 |
| 焼酎粕培地 | 160 | 140 | 180 | 6,100 |
| 標準培地 | 50 | 50 | 60 | 1,300 |

表-7 ヤマブシタケ子実体のACE活性(%)

| 試験区 | 発生条件① | 発生条件② |
|------------|-------|-------|
| 焼酎粕・でん粉粕培地 | 60 | 50 |
| 焼酎粕培地 | 60 | 40 |
| 標準培地 | 70 | 60 |

表-8 発生条件②における培地、子実体抽出液のACE活性値

| 試験区 | ACE活性(%) | | | |
|------------|----------|-------|-----|-----|
| | 滅菌後培地 | 発生前培地 | 廃培地 | 子実体 |
| 焼酎粕・でん粉粕培地 | 80 | 70 | 80 | 50 |
| 焼酎粕培地 | 80 | 70 | 90 | 40 |
| 標準培地 | 100 | 90 | 100 | 60 |

*各培地及び子実体からの抽出液を添加しない未処理区のACE活性を100%とした場合の相対ACE活性を示す。