

食品廃棄物(さつまいも残渣)を用いた食用きのこ栽培に関する研究

鹿児島工業高等専門学校 学 ○大田智也 学 野元雄介
 正 山内正仁 正 山田真義
 宮崎大学 正 増田純雄

1. はじめに

焼酎粕に含まれる固形画分(以下、焼酎粕乾燥固形物)は、肥料・飼料として利用されているが、安価な既存製品に対抗できないことや焼酎粕に含まれる有用成分を十分に活かしてきていないなどの問題があり、付加価値の高い経済的有用性を秘めた利用法(製品)の開発が急務となっている。一方、焼酎製造業とともに鹿児島県の基幹産業であるでん粉製造業では、その過程で発生するでん粉粕をクエン酸原料や飼料、肥料(農地還元)、ボイラーの燃料などに利用しているが、クエン酸については海外の安価なクエン酸におされ、価格が低迷しており、でん粉粕からのクエン酸製造量は減少傾向にあること、飼料については水分率が高く、腐敗し易い(水分率75%程度)、単独の飼料価値が低いなどの問題がある。さらに肥料(農地還元)については、でん粉粕に含まれる食物繊維などの有用成分を十分に活かしてきていないのが現状である。したがって、焼酎粕と同様、でん粉粕についても、経済的有用性および付加価値の高い利用法が開発が求められている。

このような背景の中で筆者等は、焼酎粕・でん粉粕ともに栄養価、安全性の高い農作物由来の副産物であることに着目し、これらを原料にして付加価値の高い食品を新たに作り出すことが可能となれば、食品リサイクル法上においても高度な有効利用法となり、かつ新規用途開発につながると考えた。さらに焼酎粕にはアミノ酸類、ミネラル、食物繊維、ビタミンなどの成分が多く含まれており、これらと同様な成分が食用きのこに多く含まれている点、また、でん粉粕は繊維質に富み保水性が高く、体積が大きく、おが屑と同様な特性を持つ点からこれらの性質を統合し両原料(焼酎粕・でん粉粕)をきのこ栽培用培地として利用可能であろうとの推察に至った。

本研究では、焼酎粕・でん粉粕を食用きのこ培地の栄養材、培地基材として活用することによって、地域に適した環境保全型・資源循環システムを構築することを最終目的とし、ここでは焼酎粕、でん粉粕の食用きのこの培地材料としての利用可能性及び最適培地配合条件を検討した。

2. 試験方法

本試験では、培養菌糸体及び子実体に免疫賦活、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含有することが報告され、かつ、エノキタケ、ブナシメジなど主要品目よりはるかに有利な単価で販売されているヤマブシタケ(株)キノックス)を用いた。

表-1に焼酎粕・でん粉粕培地および標準培地の培地条件を示す。焼酎粕・でん粉粕培地では、最適配合割合を明らかにするために、これらの材料をそれぞれ培地乾重量の20%~80%、76%~16%まで変化させた。また培地のpHを5.0~6.0程度に調製するために、貝化石(未凝結の貝砂状のアラゴナイト系石灰)を培地乾重量の4%添加し、これらの材料をミキサーで30分間かく拌した。さらに、培地の水分率が64%程度になるように水道水を加えてかく拌し、調製した。最後にこれらの試料をポリプロピレン製のビン容器(容量:850mL、口径58mm、ウレタン無し)に充填した。一方、標準培地(BL)は広葉樹(ブナ)と栄養材(コーンプラン)の乾燥重量比が2:1になるように混合し、水道水を加えて水分率を64%程度に調製したものをポリプロピレン製のビン容器に580g充填した。なお、標準培地においても焼酎粕・でん粉粕培地と同様、貝化石を添加した。充填後、121℃で3時間高圧滅菌処理を行ったビンに、クリーンルーム内で供試菌をビン当たり約10g接種した。なお、各試験区の供試ビン数は32本とした。接種したビンは、温度22±2℃、湿度75±5%に制御した室内で培養し、作業時のみ蛍光灯を点灯した。培養期間終了後、発生処理として菌掻きを行い、再びキャップを付け、温度13±2℃、湿度85~90%に制御した発生室にビンを移し、子実体の形成を促した。発生室内では100ルクス(lux)程度の光を1日8時間照射することとした。

培養期間中はきのこ菌糸の生長過程を調査するために菌周り日数を調査した。子実体については、針が形成され胞子の落下が始まっている状態のものを収穫し、生重量、栽培所要日数を算出した。また、形態的特性を調査するために収穫した子実体を房ごとに縦径と横径、ならびに高さの最大値を計測した。子実層針の長さについては、子実体の断面における菌柄(基部)の付根から針の先端部までの長さを各房5本ずつ測定した。さらに最適配合条件で栽培したきのこの一般成分を分析した。

3. 試験結果と考察

表-2に栽培試験結果を示す。焼酎粕・でん粉粕培地における菌周り日数は、16日~18日程度であり、焼酎粕、でん粉粕の配合割合の違いによる菌周り日数の差はあまり見られなかった。しかし、標準培地と比較すると2日~4日程度遅くなる傾向にあった。馬替は、脂肪酸エステルがきのこ菌糸(ヒラタケ)の伸長に及ぼす影響を調査し、パルミチン酸エステル、ステアリン酸エステルが菌糸の伸長を阻害することを明らかにしている。焼酎粕・でん粉粕培地には、米や甘藷原料中に含まれる成

表-1 培地条件

| 試験区 | 培地組成(乾物重量%) | | | | | 瓶詰め重量 (g) | 滅菌後 水分率 (%) | 滅菌後 PH | |
|------|-------------|-----|-----|--------|-----|--------------|-------------------|-----------|-----|
| | 培地基材 | | 栄養材 | | その他 | | | | |
| | でん粉粕 | 広葉樹 | 甘藷粕 | コーンプラン | | | | | |
| 1 | 16 | | 80 | | 4 | 660 | 63.6 | 5.0 | |
| 2 | 36 | | 60 | | 4 | 580 | 64.5 | 5.0 | |
| 3 | 56 | | 40 | | 4 | 500 | 64.9 | 5.1 | |
| 4 | 61 | | 35 | | 4 | 460 | 63.2 | 4.9 | |
| 5 | 76 | | 20 | | 4 | 420 | 63.1 | 5.1 | |
| 標準培地 | BL | 64 | | | 32 | 4 | 580 | 63.4 | 5.4 |

表-2 ヤマブシタケの栽培試験結果

| 試験区 | 菌まわり 日数 | 菌掻き | 菌掻きから収 穫までの日数 | 形態的特性 | | | | 収穫までの 日数 | 収量 (生) | 栄養材10g 当 たりの収量性 | |
|--------------------|------------|----------|------------------|---------------|---------------|------------|-------------|-------------|----------|--------------------|------|
| | | | | 子実体横径 (長系) | 子実体縦径 (短径) | 子実体高さ | 子実層針 の長さ | | | | |
| | | | | (平均値±標準偏差) | | | | | | | |
| | (日) | (日) | (日) | (mm) | | | | (日) | (g/瓶) | (g) | |
| 焼酎粕・ でん粉粕 培地 | 1 | 16.3±0.5 | 31 | 22.1±0.8 | 222.6±18.6 | 158.7±23.0 | 156.2±9.8 | 25.0±1.5 | 53.1±0.8 | 209.3±21.7 | 10.9 |
| | 2 | 16.9±0.8 | 31 | 21.4±0.7 | 168.2±17.4 | 108.6±30.7 | 156.5±18.9 | 25.2±3.1 | 52.4±0.7 | 177.1±14.6 | 14.3 |
| | 3 | 17.8±0.8 | 31 | 21.6±0.5 | 158.2±24.7 | 113.6±21.5 | 144.8±24.3 | 23.9±1.3 | 52.6±0.5 | 155.4±11.9 | 22.1 |
| | 4 | 17.2±0.4 | 31 | 25.0±1.6 | 151.3±26.8 | 99.3±21.3 | 94.5±12.0 | 22.7±2.7 | 56.0±1.6 | 101.0±15.3 | 17.0 |
| | 5 | 16.5±0.9 | 31 | 27.1±1.1 | 111.9±23.2 | 68.9±12.1 | 91.9±20.2 | 17.9±2.9 | 58.1±1.1 | 58.4±7.8 | 18.8 |
| 標準培地 | BL | 14.2±0.5 | 31 | 25.2±0.6 | 145.2±20.2 | 92.0±18.1 | 95.6±13.6 | 23.5±1.8 | 56.2±0.6 | 80.5±8.0 | 14.3 |

分が発酵や蒸留の工程でアルコールと結合した脂肪酸エステルが含まれていることから、これらの成分が菌糸伸長を阻害したものと考えられる。

菌掻きから収穫までの日数は焼酎粕・でん粉粕培地の試験区1〜3で22日間程度であり、標準培地(BL)より3日間程度短くなった。また、収量も試験区1〜3では標準培地のそれぞれ2.6倍、2.2倍、1.9倍と非常に多かった。さらに栄養材10g当たりの収量性を比較すると、焼酎粕・でん粉粕培地では、試験区1を除き、標準培地より高くなった。特に試験区3は22.1gと収量が最も高く、標準培地の1.5倍であった。菌糸密度は焼酎粕・でん粉粕培地では栄養材の添加量が多いほど培地表面は白く、菌糸密度が高くなる傾向にあった。つぎに子実体全体の形を観察すると、その形状は混在型で、子実体の発生における房別れの状態は散状型が多かった。また栄養材添加率が高いものほど子実体は大きくなったが、特に試験区1では子実体が非常に大きく、房が均一に形成されていない場合は、培養瓶のバランスが不安定になり、倒れ易くなった。また、本試験では子実層針が形成されるまで栽培を行ったため、総栽培日数が52日〜58日と非常に長くなった。さらに、収穫時期がやや遅れたことで、子実体の中心部に褐変が見られた。しかし、本試験を通して焼酎粕・でん粉粕培地は、ヤマブシタケの栽培において、収量性が高く、菌掻きから収穫までの日数を短縮できる効果的な培地であることが明らかになった。また、その最適配合条件としては、培養日数、栄養材10g当たりの収量性および、子実体の形状、作業性などから判断して、試験区2、3の焼酎粕添加率40〜60%、でん粉粕添加率36〜56%が最適であると考えられた。

表-3 一般成分の分析結果

| 試験区 | | タンパク質 | 脂質 | 炭水化物 | 灰分 |
|------------|----|----------|-----|------|------|
| | | g/100g乾物 | | | |
| 焼酎粕・でん粉粕培地 | 2 | 13.0 | 3.3 | 72.4 | 11.3 |
| 標準培地 | BL | 22.0 | 3.0 | 63.4 | 11.6 |

表-4 ヤマブシタケ栽培における材料費 (ビン 10,000 本あたり)

| 培地 | 培地基材費 | | | 栄養材費 | | その他 | 計 |
|------------|-------|--------|--------|------------|--------|--------|--------|
| | でん粉粕 | 広葉樹おが屑 | 針葉樹おが屑 | 甘藷焼酎粕乾燥固形物 | コーンブラン | その他栄養材 | |
| 焼酎粕・でん粉粕培地 | 0 | | | 26,175 | | 2,873 | 29,048 |
| 慣行培地* | | 40,800 | 13,500 | | 17,000 | 13,750 | 85,050 |

*2008年度版きのこ年鑑に記載されている経営指標参照

表-3 に最適培地配合条件で栽培したヤマブシタケの一般成分の分析結果を示す。焼酎粕・でん粉粕培地で栽培したきのこは標準培地で栽培したものと比較してタンパク質が減少し、炭水化物が増加した。これは、培地基材としてでん粉粕を使用したことで、でん粉粕中に残存するでん粉や糖類がきのこの炭素源として利用されたためと考えられる。このことから、でん粉粕は、培地基材としてだけでなく、栄養材としての効果も併せ持つことが推察された。

表-4 にヤマブシタケ栽培における焼酎粕・でん粉粕培地及び慣行培地の材料費を示す。ここでは、最適条件と考えられる培地詰め量540g(配合割合(乾物%); でん粉粕46%、焼酎粕乾燥固形物50%、貝化石4%)、水分率64%の条件と2008年きのこ年鑑より経営指標を参照とした標準培地で比較した。なお、でん粉粕は現在、無償に近い状態で農家に供給されていることから材料費を0円とした。その結果、甘藷残渣を用いてヤマブシタケを栽培すると、材料費を1/3程度に抑えることが可能であり、きのこ栽培業者にとっては材料費の削減と収量増加により収益の増加が見込まれることがわかった。

4. おわりに

本研究では、地焼酎粕、でん粉粕の食用きのこ栽培への利用可能性及びこれらの材料の最適配合条件を検討した。その結果、焼酎粕添加率40〜60%、でん粉粕添加率36〜56%、貝化石4%の割合で培地を調製し、ヤマブシタケを栽培すると、収量は標準培地の1.9〜2.2倍となり、栽培期間も3日程度短縮できることが明らかになった。また、でん粉粕は培地基材として有効であるとともに、栄養材としての機能も併せ持つことが示唆された。さらにおが屑の代わりにでん粉粕を利用することで、きのこ栽培業者にとっては、材料費の大幅な削減、またでん粉製造業者にとっては、でん粉粕の用途の拡大が期待でき、委託処理経費の削減にもつながるものと考えられた。きのこ類は免疫力を高める成分を含み、健康食品、予防医学商材としても見直されている。今後は、焼酎粕・でん粉粕培地で栽培したきのこ(ヤマブシタケ)の機能性成分の分析を行い、標準培地で栽培したものより、機能性の高いきのこを生産可能か明らかにする予定である。