

N-6 食品産業廃棄物（焼酎粕）を利用 した高付加価値食品の開発

○山内 正仁^{1*}・今屋 竜一²・山田 真義³・増田 純雄⁴
木原 正人¹・原田 秀樹⁵

¹鹿児島工業高等専門学校 土木工学科（〒899-5193 鹿児島県霧島市隼人町真孝1460-1）

²株式会社 ガイアテック（〒895-0027 鹿児島県薩摩川内市西向田町5-11）

³長岡技術科学大学大学院 環境・建設系（〒940-2188 新潟県長岡市上宮岡町1603-1）

⁴宮崎大学工学部土木環境工学科（〒889-2192 宮崎市学園木花台西1-1）

⁵東北大学大学院 土木工学専攻（〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉6-6）

* E-mail:yamauti@kagoshima-ct.ac.jp

1. はじめに

本格焼酎の生産量が全国第一位である鹿児島県では、その製造過程で発生する食品産業廃棄物の焼酎蒸留粕（以下、焼酎粕）量も年間 47 万 8 千トン（2004 酒造年度）に達し、このうち、17 万 8 千トンが海洋投棄処分されている¹⁾。しかし、2004 年 4 月に「海洋汚染及び海上災害の防止に関する法律（海防法）」が一部改正され、2007 年 4 月から、焼酎粕の海洋投棄が原則禁止となり、投棄するためには「環境大臣の許可」及び「海上保安庁長官の確認」が必要となる。このため、焼酎粕の海洋投棄は大幅に規制されることになる。

現在の焼酎粕の陸上処理法の主流は、焼酎粕を固液分離装置で固形画分、液画分に分離し、固形画分については、乾燥させた後、肥料、飼料として有効利用している。一方、液画分については、生物処理、濃縮操作を施し、メタンやアルコールを回収し、これらを固形画分の乾燥の熱源として利用している。しかし、上述の処理システムにより、固形画分を肥料・飼料として有効利用するだけでは、用途が少なく、十分な市場確保が困難な状況にある。したがって、焼酎粕（固形画分）の新規の用途を開発することが急務である。

焼酎粕は農作物由来の副産物であり、栄養価、安全性の高い食品産業廃棄物である。このことから、焼酎粕を原料に付加価値のある食品を開発することが最も高度な有効利用法と考えられる。

焼酎粕はアミノ酸類、ミネラル、食物繊維、ビタミン

等の成分を多く含んでいる。一方、食用キノコには焼酎粕と同様な成分が含まれている。以上のことから、焼酎粕乾燥固形物を用いたキノコ菌床を開発し、キノコを栽培することを考えた。

筆者等はこれまでに焼酎粕乾燥固形物が豆腐粕と同様、タンパク質を多く含むことから、食用キノコの中で培地中の窒素量の影響を受け難く、生育管理のし易いヒラタケ (*Pleurotus ostreatus*) を用いて栽培試験を実施した。その結果、従来のものに比べ高タンパク質のニュータイプのキノコを収量性の高い状態で生産でき、焼酎粕の高度利用が可能であることを明らかにした²⁾。

本研究では、他の食用キノコについてもヒラタケ栽培と同様、焼酎粕乾燥固形物の利用が可能であるか、また、従来のものと比較して付加価値のあるキノコを栽培可能か、国内生産量、消費量が急激に増加しているエリンギ (*Pleurotus eryngii*) を用いて実験を行った。

2 材料及び方法

(1) 培地の調製

まず、焼酎粕培地は培地基材の針葉樹おが屑（約 6 ヶ月間加水堆積）に甘藷焼酎粕乾燥固形物（水分率 11%）を培地乾重量の 60% 添加した。次にエリンギ培地の最適 pH である 5.5~6.5 前後に培地を調製するために、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攪

拌した。さらに、培地の含水率が 63%程度になるように水道水を加えて攪拌し、試料を調製した。こ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 600 g、充填した。基本培地（BL）は、針葉樹、広葉樹おが屑を重量比（乾物）で 1：1 に混合したものを培地基材とし、栄養材としては米糠を用いた。培地基材と栄養材の混合割合は重量比（乾物）で 10：9（栄養材がビンあたり 100 g（乾物）程度になるように添加）に混合し、水道水を加えて含水率が 65%程度に調製したものをポリプロピレン製のビン容器に 600 g 充填した。充填後、高圧滅菌釜を 121℃にセットし、3 時間、ビンの滅菌処理を行った。その後、ビンの温度を室温まで下げ、クリーンルームで供試菌をビンあたり約 8 g 接種した。本試験では（株）かつらぎ産業のエリンギ KE-106 号を供試した。

(2) 栽培条件

培養は設定温度 21℃の培養室で行った。培養期間終了後、菌掻き・注水（2 時間）を行い、設定温度 16℃、湿度 95%、照度 100lux の発生室にビンを移し、子実体（キノコ本体）の形成を促した。

(3) 調査・分析方法

1) 菌糸体の生長

キノコ菌糸の生長過程を調査するために、菌まわり日数を調査した。また、栽培開始 35 日目に菌糸の張り具合（密度）を定性的に評価した。

2) 子実体調査

菌傘が 8 分開きの時点で子実体を収穫し、子実体の生重量を測定し、栽培所用日数を求めた。また、菌傘の径が 20mm 以上の子実体個数を求めた。さらに、柄の長さ、太さ及び柄の部分の電子顕微鏡写真から子実体の品質を評価した。なお、各試験区の供試ビン数は 16 本とした。

3) 子実体の成分分析方法

エリンギの一般成分（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））及びのアミノ酸含有量（自動分析法、高速液体クロマトグラフ法）を定量した。

4) 官能評価

パネリストは 20～50 代の A 会社の職員および A ホテルの料理関係者 20 名である。まず、エリンギ独特の臭いにつ

いて定性的評価をした。つぎに試料を以下のように調製した。1) 子実体を軽く水洗い後、子実体を縦方向に 4 等分し、サラダオイル 2mL をひいたフライパンで強火で水分が無くなるまで炒めた。2) 子実体 100 g あたり塩こしょう 0.6 g を加えて、さらに炒めた。調製した試料は室温で冷ましたのち、供試された。評価項目としては、旨味の強さ、甘味の強さ、苦味の強さ、歯ごたえの 4 項目とした。

3. 実験結果及び考察

図-1 に栽培 35 日目のきのこ菌床（ビン）の写真を示す。焼酎粕培地では密度の濃い菌糸で瓶全体が覆われていた。一方、基本培地では菌糸が培地全体を覆っている状態であったが、菌糸の密度は薄かった。

表-1 にエリンギの栽培試験結果を示す。焼酎粕培地では菌周り日数は、基本培地よりも 5 日程長かった。これは、1) 栄養材として用いた甘藷焼酎粕に含まれる甘藷細胞片が収縮し易い構造になっているため、時間経過に伴う水分率の減少により、培地内部の間隙が少なくなり、菌糸の生長が抑えられたため、2) 培地水分率が基本培地に比べ 2.0%低かったためと考えられる。本試験では菌まわり完了後、焼酎粕培地で 9 日間程度、基本培地で 14 日間程度熟成を行い、栽培開始後 43 日目に菌掻き・注水の作業を行った。子実体の収穫は、焼酎粕培地については芽出し後 16 日目（15.8±1.6）に、基本培地については芽だし後 19 日目（19.1±1.0）に行った。

焼酎粕培地における子実体の収量は 196.0±20.2 g/ビンであり、基本培地の 1.6 倍であった。次に子実体の品質をみると、焼酎粕培地で栽培したエリンギは柄が長く太く全体的に重量感があり、高品質であった（図-2）。



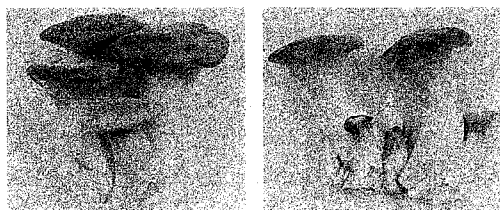
Shochu lees medium Base medium

図-1 栽培 35 日目の菌糸の生育状況

表-1 エリンギの栽培試験結果

Test group	No. of days for complete colonization	Scratching, watering	No. of days from scratching and watering to harvest	Length(cm)	Quality*		No. of days up to harvest	Yield (raw) (Mean value±standard deviation) (g/bottle)	No. of fruiting bodies (no./bottle)
					Stalk thickness, maximum circumference(cm)				
Shochu lees medium	34.4±1.6	43	15.8±1.6	8.6±2.0	8.9±2.2		58.8±1.6	196.0±20.2	4.3±1.4
Base medium	29.5±0.5	43	19.1±1.0	8.2±1.9	6.9±1.5		62.1±1.0	119.9±10.9	4.7±1.2

* Quality was qualitatively evaluated at harvest.



Shochu lees medium

Base medium

図-2 収穫後の子実体

表-2にエリンギの一般成分の分析結果を示す。焼酎粕培地で栽培したエリンギは、基本培地で栽培したものと比較してタンパク質が多く、脂質が少なくなる傾向にあった。これは、栄養材として用いた甘藷焼酎粕乾燥固形物が高タンパク質、低脂肪であることが影響していると考えられる。

図-3に遊離アミノ酸の中で旨味、甘味を呈するアミノ酸含有量を比較した結果を示す。焼酎粕培地で栽培したエリンギは旨味、甘味成分共に基本培地で栽培したエリンギよりもそれぞれ1.2倍、1.5倍多かった。

表-3にエリンギの官能試験結果を示す。基本培地で得られたエリンギの点数を3.0（普通）とし、これを基準にパネリストが定性的に5段階評価した。焼酎粕培地で栽培したエリンギは対照区と比較してエリンギ独特の臭さが弱いことがわかった。これは表-2で示したように焼酎粕エリンギは対照区より脂質量が少ないことに起因していると考えられる。旨味、甘味については対照区よりも強くなる傾向にあった。これは旨味、甘味に関する遊離アミノ酸量が対照区よりも高いことと一致した。

表-2 エリンギ子実体の一般成分

Test group	Protein	Lipid	Ash	Carbohydrate
	g/100g dry weight			
Shochu lees medium	26.1	2.7	5.8	65.4
Base medium	23.1	3.8	5.8	67.3

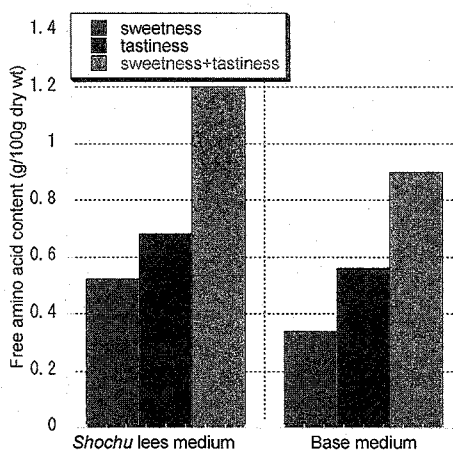


図-3 エリンギ子実体に含まれる遊離アミノ酸中の旨味、甘味を呈するアミノ酸含有量

表-3 官能試験結果

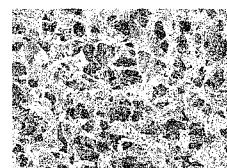
	odor	tastiness	sweetness	bitterness	bite
Shochu lees eringi	1.9±0.3	3.3±0.2	3.5±0.2	2.8±0.3	4.0±0.4

* 1: very weak 2: weak 3: fair 4: strong 5: very strong
** 3.0 for the base medium eringi.

また、苦味については対照区と変わらなかった。歯ごたえについては、特に両子実体に顕著な差が見られた。エリンギは食感を楽しむ食材であることから、この項目は特に重要と考える。図-4に焼酎粕エリンギと基本培地で栽培したエリンギの電子顕微鏡写真を示す。焼酎粕エリンギは対照区よりも菌糸が太く、菌糸間が密であり、菌糸密度が高いことがわかる。これは図-1で示したように焼酎粕培地における菌糸の濃さ、密度の高さが影響していると考えられる。つまり、子実体は菌糸の集合体であることから、培地を覆っている菌糸密度が高いと子実体の菌糸密度も高くなると推察される。焼酎粕エリンギの歯ごたえの良さは菌糸の密度及び太さが影響していると考えられる。以上の結果から焼酎粕エリンギは対照区と比べ旨味、甘味が強く、歯ごたえのある特徴を持つことが明らかになった。



Shochu lees medium



Base medium

図-4 エリンギの柄の中心部分のSEM写真（500倍）

4.おわりに

本研究で得られた知見を示す。

- 1) 焼酎粕培地における子実体の収量は基本培地（BL）の約1.6倍であった。また、栽培日数も5日程度短縮できることがわかった。
- 2) 焼酎粕培地で栽培したエリンギは対照区と比べ旨味、甘味が強く、歯ごたえのある特徴を持つことが子実体の成分分析、官能評価及び電子顕微鏡の写真より明らかとなった。焼酎粕乾燥固形物を栄養材として利用することで付加価値のあるキノコを生産することが可能である。

参考文献

- 1) 鹿児島県酒造組合連合会：平成15酒造年度本格焼酎原料別製成数量と蒸留粕の処理別・月別数量（2004）
- 2) 山内正仁，今屋竜一，増田純雄，山田真義，木原正人，米山兼二郎，原田秀樹：甘藷焼酎粕乾燥固形物を利用したきのこ栽培技術の開発に関する研究，土木学会環境工学論文集，Vol. 42 pp. 545-553.（2005）