

鹿児島高専 (学) 原口健一郎 (正) 山田真義 (正) 山内正仁
鹿児島大学 八木史郎 宮崎大学 (正) 増田純雄
東洋ツール工業 (株) 是枝清上 (株) 鎌田工業 三谷紘明 鎌田政人

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。筆者等は、焼酎粕中の成分が食用きのこの成分と一致すること、また焼酎粕にはきのこ子実体に必要なカリウムが多量に含まれていることなどから培地基材におが屑、培地栄養材に甘藷焼酎粕を利用した食用きのこ培地を作製し、食品廃棄物→食品（きのこ）→飼料→家畜→堆肥へとつながる「きのこ生産を起点とした食品廃棄物の多段利用循環システム」を提案した。これまでに、培地栄養材に甘藷焼酎粕、培地基材におが屑を用いた焼酎粕培地でエリンギ、ヒラタケ等の食用きのこを栽培すると、対照区（慣行培地）と比較して旨味、甘味が強く、歯ごたえのある、臭みのないきのこを収量性の高い状態で生産可能なことを明らかにした^{1),2)}。また、本培地できのこを栽培すると機能性面（抗酸化能、抗腫瘍等）が強化されることを培養細胞（in vitro）及び機能性試験から明らかにした³⁾。現在、本培地は県内のきのこ生産農家で利用されている。しかし、鹿児島県内では、甘藷焼酎粕の他に麦焼酎粕、黒糖焼酎粕も発生している。今後、焼酎粕きのこの高付加価値化による市場への更なる普及促進を図るために、甘藷焼酎粕だけでなくこれらの焼酎粕利用によるきのこ生産技術及びきのこ成分特性、機能性を明らかにする必要がある。ここでは、麦焼酎粕の培地栄養材としての利用可能性を検討し、有益な結果が得られたので報告する。

2.試験方法

表-1に各培地の配合条件、瓶詰め重量及び水分率を示す。各培地は850mLのポリプロピレン製の培養瓶に充填し、121℃で3時間高圧滅菌処理後、瓶詰め培地を室温まで冷やし、供試菌（ヒラタケH67号：(株)キノックス）を約10g接種した。培養は培養室（温度22±1℃、湿度75±5%）で35日間行い、その後、発生処理（菌掻き、注水）を施し、発生室（温度：14±1℃、湿度90±5%）にビンを移し、子実体形成を促した。なお培養室内の蛍光灯の点灯は作業時のみ、発生室内の蛍光灯の点灯は8時間とした。収穫は子実体の傘の径が30～40mm程度で行い、子実体の生重量、栄養材10gあたりの収量性、発生本数、総栽培日数、菌掻きから収穫までの日数を調査した。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））を新食品分析法⁴⁾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⁴⁾に準じて測定した。

3.結果と考察

表-2にヒラタケの栽培試験結果を示す。総栽培日数は、標準培地と比較して麦焼酎粕培地でやや短くなる傾向にあった。収量は麦焼酎粕培地で107.1±3.5gと最も多く、ついで甘藷焼酎粕培地、標準培地の順であった。栄養材10gあたりの収量性も同様な傾向を示した。表-2にヒラタケの一般成分の分析結果を示す。タンパク質量は麦焼酎粕培地で栽培した子実体で50.4%と最も高く、ついで甘藷焼酎粕培地、標準培地の順であった。ヒラタケ栽培では培地栄養材に高タンパク質の栄養材を使用すると子実体中のタンパク質量が増加することが報告されている⁵⁾。麦焼酎粕乾燥固形物、甘藷焼酎粕乾燥固形物に含まれるタンパク質の割合はそれぞれ35.2%、23.4%であり、米糠（16.8%）と比較して高タンパク質であることから、これらの培地では、菌糸から生産されるプロテアーゼによりタンパク質がアミノ酸に分解され、その後子実体に過剰に吸収されたため、相対的に炭水化物量が減少したと考えられる。なお、五訂増補日本食品標準成分表ではヒラタケのタンパク含有割合は31.1%（乾物%）であり、本試験では

表-1 培地条件						
試験区	培地組成（乾物重量%）				瓶詰め重量（g）	水分率*（%）
	針葉樹 おが屑	甘藷焼酎 粕乾燥固 形物	麦焼酎 粕乾燥固 形物	米糠 貝化石		
甘藷焼酎粕培地	46	50		4	600	65.3
麦焼酎粕培地	46		50	4	600	65.8
標準培地（BL）	46			50 4	600	65.2

*滅菌後の水分率

全ての試験区でそれ以上の割合であった。これは、前述した培地栄養材や種菌の種類が影響していると考えられる。表-3に各培地で栽培した子実体のアミノ酸分析結果を示す。総アミノ酸量、遊離アミノ酸量についてもタンパクと同様、麦焼酎粕培地、甘藷焼酎粕培地、標準培地の順であった。特に遊離アミノ酸量は麦焼酎粕培地、甘藷焼酎粕培地で標準培地よりそれぞれ2.1倍、1.3倍になった。次に各遊離アミノ酸量を比較すると、各子実体ともアルギニン (Arg)、アラニン (Ala)、グルタミン酸 (Glu) が他のアミノ酸と比較して多く、これらの成分は分析した遊離アミノ酸量の56.1~60.3%を占めた。またこれらの遊離アミノ酸は培地栄養材に両焼酎粕を利用することで、標準培地で栽培した子実

体と比較して顕著に増加した。特に麦焼酎粕乾燥固形物で栽培した子実体にはArgが標準培地の3.0倍含まれていた。Argは、マクロファージの活性化、免疫機能を高める作用があり、食品の機能性向上に関与するものである。Argの含有量は、麦焼酎粕乾燥固形物で23.5mg/100g乾燥物、甘藷焼酎粕乾燥固形物で13mg/100g乾燥物であることから、きのこの代謝によりその量は大幅に増加したものと考えられる。また、ヒラタケは日持ちが悪いことから、需要が低迷し、生産量が減少傾向にあるきのこであるが、乳酸菌を利用してアルギニンを付加価値の高いオルニチンへ変換した発酵食品（機能性食品）を開発することで、きのこ産業における産地間・生産者間での価格競争激化による地方の厳しい経営状況を打開でき、さらにきのこの高付加価値化が可能になると考える。

表-2 栽培試験結果

試験区	総栽培 日数	菌搔きから 収穫までの 日数	発生本数*	収量（生）	栄養材10g あたりの 収量性
	(平均値±標準偏差)				
	(日)		(本)	(g/瓶)	(g)
甘藷焼酎粕培地	49.7±1.1	14.7±1.1	57.1±8.8	94.3±4.1	9.1
麦焼酎粕培地	48.8±0.4	13.8±0.4	49.5±7.4	107.1±3.5	10.4
標準培地（BL）	51.3±1.1	15.3±1.1	48.5±11.3	89.6±5.6	8.6

*傘径10mm以上の子実体について調査

表-3 一般成分分析結果

試験区	タンパク質	脂質	炭水化物	灰分
	(g/100g乾物)			
甘藷焼酎粕培地	40.7	3.1	47.8	8.4
麦焼酎粕培地	50.4	4.2	37.8	7.6
標準培地 (BL)	35.9	3.1	54.5	6.5

表-4 ヒラタケのアミノ酸分析結果

試験区		必須						準必須		非必須							総量
		Leu	Ile	Val	Thr	Phe	Lys	His	Arg	Gly	Ser	Glu	Pro	Tyr	Ala	Asp	
		(mg/100g乾物)															
甘藷焼酎 粕培地	総アミノ酸	1,973	1,156	1,491	1,393	1,210	1,749	762	2,246	1,382	1,423	4,420	1,228	990	2,278	2,557	26,256
	遊離アミノ酸	174	91	134	142	168	133	208	851	133	213	854	91	260	882	55	4,389
麦焼酎粕 培地	総アミノ酸	2,336	1,420	1,882	1,756	1,521	2,202	941	3,067	1,714	1,714	5,412	1,471	1,227	3,034	3,084	32,782
	遊離アミノ酸	244	135	210	261	303	193	286	1,471	210	294	1,311	160	345	1,370	92	6,882
標準培地 (BL)	総アミノ酸	1,944	1,186	1,504	1,452	1,255	1,741	632	1,886	1,359	1,398	3,858	1,222	942	2,076	2,571	25,026
	遊離アミノ酸	141	78	118	148	177	89	92	490	111	169	699	78	213	672	41	3,316

4. おわりに

本研究では、麦焼酎粕のきのこ培地の栄養材としての利用可能性を検討し、以下のような知見を得た。

- 1) ヒラタケを麦焼酎粕培地で栽培すると、標準培地より栽培日数が短く、収量が多いことから、培地栄養材として利用可能であることがわかった。
- 2) ヒラタケを麦焼酎粕培地で栽培すると、甘藷焼酎粕培地、標準培地よりも、高タンパク質で遊離アミノ酸を多く含む高付加価値きのこを栽培できることが明らかになった。また、異なる培地栄養材を利用することで、子実体成分を大きく変化させることが可能であることが明らかになった。

参考文献：1) 山内等：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. 2) 山内等：甘藷焼酎粕乾燥固形物を利用した高付加価値きのこ（エリンギ）の実用化に関する研究，土木学会環境工学論文集，Vol. 44 pp. 481-490, 2007. 3) Yamaguchi, A et. al：Effects of medium condition cultibating *Hericium erinaseum* on macrophage activation; Gene expression analysis using focused-DNA microarray, International Society for Nutraceuticals & Functional Foods, in press, 2011. 4) 社団法人日本食品科学工学会 新食品分析法編集委員会：新・食品分析法，光琳，1997. 5) 川井等：菌床栽培ヒラタケおよびマイタケの子実体成分と培地との関係，日本食品工業学会誌，Vol. 41, No. 6, pp. 419-424, 1994.