

地域未利用資源の活用・エノキダケ廃菌床の飼料化

(1) エノキダケ廃菌床サイレージの発酵品質の検討

當眞嗣平 守川信夫 長利真幸 望月智代

I 要 約

エノキダケ廃菌床の飼料化を検討するため、牧草付着乳酸菌発酵液(FJLB)、乳酸菌製剤として畜草 1 号およびスノーラクトをそれぞれ添加する区と無添加区を設けサイレージを調製し、発酵品質を調査したところ以下のとおりであった。

1. 乳酸含量は 2.19%~2.88%であり区間差はみられなかった。
2. いずれの区においても、不良な発酵を示す、酪酸、プロピオン酸、吉草酸などは検出されなかった。
3. V2 スコアは調製後、5 ヶ月経過してもすべての区において 80 点以上であり廃菌床サイレージは長期間貯蔵が可能であった。

以上のことからエノキダケ廃菌床はサイレージ化することにより良質な発酵を示し、長期保存できることがわかった。

II 結 言

2001 年から食品リサイクル法が施行され食品製造副産物を家畜飼料として有効利用することは重要な課題である。

沖縄県内においてエノキダケの生産は平成 14 年より始まり、平成 16 年には年間 344t に上っている¹⁾。エノキダケ培養後の培地は廃菌床として年間 464t 排出され、これらは現在堆肥として処理されている。菌床の主原料はコーンコブであるがその他に米ぬか、大豆粕が混合されていることから飼料化の可能性が十分ある。排出される廃菌床にはエノキダケの菌糸が混入していること、さらに水分を 50%以上含んでいることから「生」の状態では発熱変敗しやすいため飼料化するにはサイレージによる貯蔵・利用が望ましいと考えられる。

著者ら²⁾は牧草と水をミキサーで磨砕して得られる FJLB をサイレージ材料に 0.1%~1.0%添加することで、多種類の土着乳酸菌を補い、良質なサイレージが得られることを報告した。そこで、FJLB と市販の乳酸菌添加剤を用いてエノキダケ廃菌床サイレージを調製し発酵品質を検討したので報告する。

III 材料および方法

1. FJLB の調製

トランスパーラ新鮮草 100g と水 500ml をミキサーにかけ、得られた緑汁をガーゼで濾過し、2.0%相当量のグルコースを添加後、嫌気条件下約 30℃で 2 日間培養し調製した。FJLB 調製後に Bromo Cresol Purple Plate Count Agar 培地 (BCP 加プレートカウント寒天培地) を用いて 37℃で 3 日間嫌気培養後、コロニー数を計測し、乳酸菌数の確認を行った。

2. エノキダケ廃菌床サイレージの調製

廃菌床は、今帰仁村内のエノキダケ生産工場より排出直後のものを 2004 年 11 月 10 日、2005 年 2 月 7 日、5 月 14 日および 8 月 16 日の計 4 回収集した。収集後、約 500g をプラスチックフィルム(パウチ)³⁾に入れ、無添加、FJLB1.0%添加、畜草 1 号⁴⁾ 0.1%添加、スノーラクト⁵⁾ 0.1%添加する処理を行ない吸引脱気した後、密封し室温で保存した。貯蔵期間は 1 ヶ月、3 ヶ月および 5 ヶ月間の 3 水準設けた。サイレージの分析は、水分含量を加熱乾燥法、pH はガラス電極法、揮発性塩基態窒素 (VBN) は水蒸気蒸留法⁶⁾ および有機酸組成 (VFA) を高速液体クロマトグラフィー (島津製作所 SPD-10A) によりそれぞれ測定した。

サイレージ調製前の廃菌床に付着している乳酸菌数を調査するため、BCP 加プレートカウント寒天培

地を用いコロニー数を計測した。

3. 成分分析

一般成分分析は常法⁷⁾で行ない、乾物消化率はペプシンセルラーゼ法⁸⁾を用いた。

IV 結果および考察

表1にエノキダケ廃菌床の成分分析値を示した。小柳ら⁹⁾はコーンコブを主原料としたエノキダケ廃菌床の乾物消化率が48%，粗タンパク質含有率が11.4%と報告している。本試験においては、乾物消化率が58.9%，粗タンパク質含有率は10.9%と粗タンパク質含有率は同程度であったが乾物消化率は11ポイント高い結果となった。

表1 エノキダケ廃菌床の成分

水分	乾物消化率	粗タンパク質	粗繊維	粗脂肪	粗灰分	可溶無窒素物
52.1	58.9	10.9	22.9	4.6	13.1	48.5

注) 水分を除き単位は%DM。

表2にFJLBの培養後における乳酸菌数を示した。FJLB中の乳酸菌数は $10^8 \sim 10^{10}$ cfu/mlであった。

表2 FJLB中の乳酸菌数

調査年月	2004年11月	2005年2月	2005年5月	2005年8月
乳酸菌数cfu/ml	3.0×10^9	5.0×10^8	1.0×10^{10}	2.0×10^8

注) cfuはコロニー数, colony-forming unit。

表3にエノキダケ廃菌床の付着乳酸を示した。廃菌床に付着していた乳酸菌数は $10^6 \sim 10^7$ cfu/gFMであった。蔡¹⁰⁾はサイレージ発酵において、乳酸菌が素早く増殖して他の微生物の増殖を抑えるためには、材料1g当たり 10^6 cfu/gFM以上の乳酸菌が必要と報告している。このことからサイレージ調製前の廃菌床には乳酸発酵に十分な数の乳酸菌が付着していたと考えられる。

表3 エノキダケ廃菌床の付着乳酸菌数

調査年月	2004年11月	2005年2月	2005年5月	2005年8月
乳酸菌数cfu/gFM	2.0×10^6	3.0×10^6	1.0×10^7	2.0×10^7

注) cfuはコロニー数, colony-forming unit。

表4に廃菌床サイレージの発酵品質を示した。乳酸含量はFJLB添加区、乳酸菌製剤区および無添加区間に有意差はみられなかったが、5ヵ月間貯蔵しても2%以上を示した。徐ら¹¹⁾は食品製造副産物のトウモロコシをサイレージ調製したところ乳酸含量は0.05%~0.15%であったと報告している。また、守川ら¹²⁾は暖地型牧草3草種のサイレージ品質を調査し、乳酸含量は0%~1.47%であったと報告していることからエノキダケ廃菌床の乳酸含量はかなり高いと考えられる。FJLBと乳酸菌製剤を添加したにもかかわらず無添加区と差がみられなかったのは、廃菌床には乳酸菌が十分に($10^6 \sim 10^7$ cfu/gFM)存在していたこと、また発酵基質である糖分が十分であったと考えられる。

不良な発酵を示す酪酸、プロピオン酸、吉草酸などはいずれも検出されなかった。

表4 エノキダケ麩菌床サイレージの発酵品質

貯蔵期間	区	水分含量(%)	pH	VFA含量(新鮮物中%)			VBNmg/新鮮物100g	
				乳酸	酢酸	酪酸	V2スコア	
1ヵ月	無添加	53.5	4.69	2.47	0.61	nd	49.8	88.5
	FJLB	54.0	4.70	2.66	0.60	nd	49.5	88.7
	畜草1号	53.7	4.70	2.50	0.57	nd	49.8	88.9
	スノーラクト	53.6	4.68	2.19	0.51	nd	48.3	89.7
3ヵ月	無添加	53.2	4.68	2.65	0.68	nd	59.2	85.2
	FJLB	53.3	4.70	2.79	0.70	nd	57.5	85.6
	畜草1号	53.3	4.71	2.88	0.81	nd	57.8	84.7
	スノーラクト	53.5	4.69	2.64	0.62	nd	58.1	86.2
5ヵ月	無添加	53.1	4.71	2.78	0.83	nd	64.4	82.7
	FJLB	53.2	4.72	2.85	0.81	nd	65.5	82.8
	畜草1号	53.1	4.76	2.84	0.79	nd	64.5	83.1
	スノーラクト	53.2	4.73	2.62	0.70	nd	63.3	84.1

注 1) nd:非検出を示す。

2) V2スコアの評価は80点以上が良, 60~80点が可, 60点以下が不良。

酢酸含量について貯蔵期間ごとに各添加区をプールし, 図1に示した。貯蔵期間が長くなると酢酸含量も有意に増加し, 貯蔵1ヵ月目と5ヵ月目に有意差がみられた。

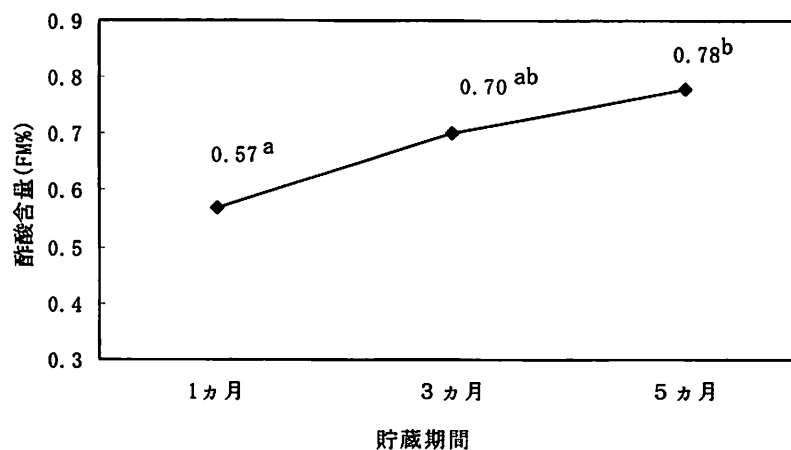


図1 貯蔵期間ごとの酢酸含量の推移

注)異なる小文字間に5%水準で有意差あり。

新鮮物 100mg あたりの VBN 含量を貯蔵期間ごとに図2に示した。VBN 含量は貯蔵期間が長くなると有意に増加した。VBN は主にアンモニアであるが, 貯蔵期間が進むにつれ微生物によるサイレージ中のタンパク質分解^{1,3)}が進みアンモニアが発生したためと考えられる。

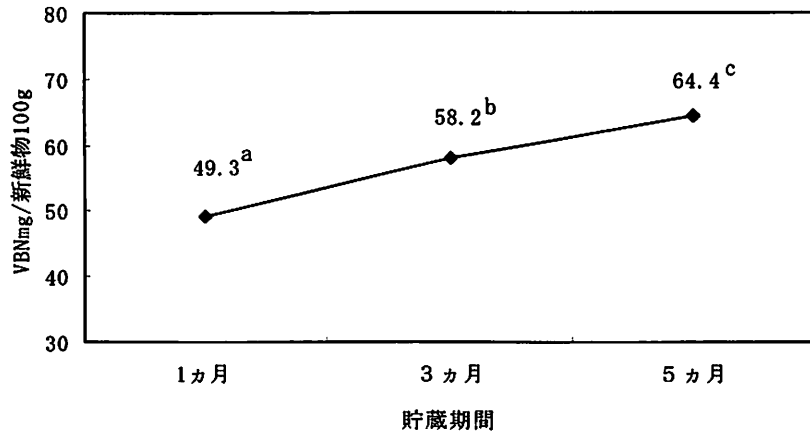


図2 貯蔵期間ごとの新鮮物 100g あたり VBN 含量の推移

注)異なる小文字間に 5%水準で有意差あり。

図3に貯蔵期間ごとのV2スコア¹⁾を示した。貯蔵期間が伸びると酢酸含量およびVBN含量が増加したためV2スコアは有意に低下したが調製後5ヵ月が経過しても80点以上であった。

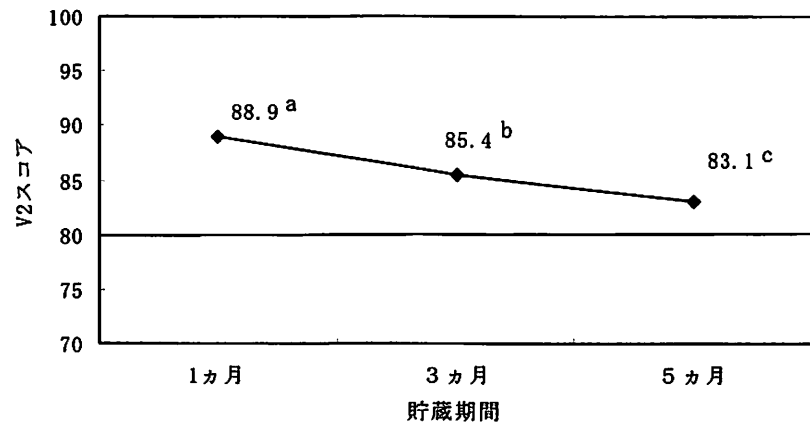


図3 貯蔵期間ごとのV2スコアの推移

注1)異なる小文字間に 5%水準で有意差あり。

2) V2スコアの評価は80点以上が良、60~80点が可、60点以下が不良。

図4に貯蔵期間中の室温の推移を示した。2005年7月が最も高く31.0℃、1月が最も低く18.3℃であった。貯蔵温度が30℃の高温で糖含量が少ない場合、劣質サイレージになりやすい¹⁵⁾とされているが廃菌床は、糖含量が高いと考えられ、乳酸含量が高く、良質なサイレージであった。このことから室温で貯蔵しても発酵品質に特に問題はないと考えられる。

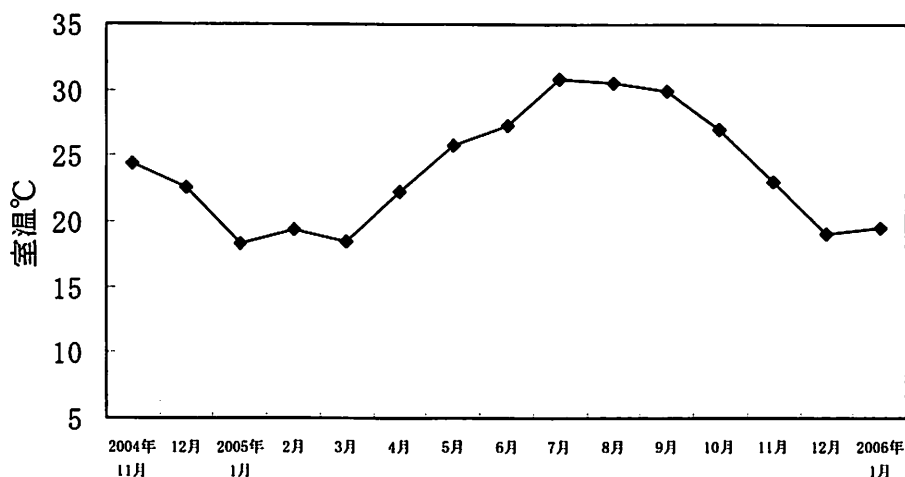


図4 貯蔵期間中の室温の推移

エノキダケ廃菌床に添加物としてFJLB、畜草1号、スノーラクトをそれぞれ添加する区、何も添加しない無添加区を設け発酵品質を調査した結果、各区间で有意差はみられなかった。調製後1から5ヵ月間、常に2%以上の乳酸含量を示し、酪酸は検出されなかった。V2スコアは調製後5ヵ月が経過しても80点以上あり、良質なサイレージであった。吉元ら¹⁶⁾もエノキダケ廃菌床を酒樽に6ヵ月保存しても乳酸含量が多かったと報告していることからエノキダケ廃菌床はサイレージ化することにより長期保存できると考えられた。今後家畜に給与し、採食性、給与量および発育性の検討が必要である。

V 引用文献

- 1) 沖縄県農林水産部(2005)北部林業事務所業務概要, 33
- 2) 眞嗣平・守川信夫・長利真幸・望月智代(2003)暖地型牧草付着乳酸菌発酵液添加がサイレージ発酵品質に及ぼす影響, 沖縄畜試研報, 41, 103-107
- 3) 田中治・大桃定洋(1995)プラスチックフィルムを用いた小規模サイレージの発酵試験法(パウチ法)の開発, 日草誌, 41, 55-59
- 4) 蔡義民・藤田泰仁・村井勝・小川増弘・吉田宣夫・北村亨・三浦俊治(2003)飼料イネサイレージ調製への乳酸菌(*Lactobacillus Plantarum* 畜草1号)の利用, 日草誌, 49, 477-485
- 5) 熊井清雄・木村徹哉・福見良平・蔡又民(1990)乳酸菌添加がサイレージの微生物相の変遷並びにサイレージの発酵品質に及ぼす影響, 日草誌, 36, 231-237
- 6) 自給飼料品質評価研究会編(2001)改訂粗飼料の品質評価ガイドブック, 日本草地畜産種子協会, 40-42
- 7) 自給飼料品質評価研究会編(2001)改訂粗飼料の品質評価ガイドブック, 日本草地畜産種子協会, 8-9
- 8) Goto I, Minson DJ(1977) Prediction of the dry matter digestibility of tropical grasses using a pepsin-cellulase assay. *Animal Feed Science and technology*, 2, 247-253
- 9) 小柳渉・本間暁子・今井明夫・石崎和彦(1999)キノコ廃菌床の飼料利用に関する研究, 日本畜産学会

北陸支部会報，79，37-39

10) 蔡義民(2001)サイレージ乳酸菌の役割と高品質化の調製，日草誌，47，527-533

11) 徐 春城・豊川好司(2005)青森県に産出されるリンゴジュース粕およびトウフ粕の飼料特性とその利用，日草誌，51，220-225

12) 守川信夫・与古田稔・真境名元次・當眞嗣平(2002)パンゴラグラス品種トランスバーラにおけるサイレージの発酵品質の検討，沖縄畜試研報，40，108-113

13) 高野信雄(1989)粗飼料・草地ハンドブック，561-563，養賢堂

14) 自給飼料品質評価研究会編(2001)改訂粗飼料の品質評価ガイドブック，日本草地畜産種子協会，94-96

15) 名久井忠(1986)サイレージの調製技術，高野信雄・安宅一夫監修，酪農学園出版部，サイレージバイブル，56-57

16) 吉元和明・秋山俊彦・野上興志朗(2000)酵素等による食品廃棄物等有効利用技術の開発—食品副資源を活用した低コスト TMR 基礎飼料による給与技術の確立 (2) —，岡山総畜セ研報，11，37-42

研究補助：小濱健徳，竹内千夏