

各種副産物が粗飼料の *in vitro* 分解率に及ぼす影響

山田徹夫・有安則夫*・広金弘史**

Effect of Various By-products on *in vitro* Resolution Rate of the Roughage

Tetsuo YAMADA, Norio ARIYASU, Hiroshi HIROKANE

要 約

各種副産物が粗飼料の *in vitro* 分解率に及ぼす影響を人工消化試験で調査した。試験はチモシー乾草を封入したナイロンバッグと供試材料を人工ルーメン液内で培養後、一定時間ごとに取り出し、*in vitro* 分解率を算出した。

- 1 液化仕込み酒粕、醤油粕、ウイスキー酵母粕において粗飼料分解率の向上が認められた。
- 2 添加量の違いによる分解率の差は 0.2g までは添加量が多くなるほど向上する傾向が見られたが、液化仕込み酒粕では 0.1g を超えると添加量が増えても向上効果は認められなかった。

キーワード：人工消化試験、副産物、機能性、粗飼料、分解率

緒 言

飼料自給率を向上させるため、食品製造副産物（以下副産物）の家畜飼料への利用が注目されている。副産物は主として家畜飼料の栄養源として考えられており、その成分や保存、給与方法についての試験が実施されてきた。その結果、副産物は概ね水分含量が高く、蛋白質や繊維成分が多く含まれるものが多く、給与試験の結果、大豆粕やアルファルファ等の代替が可能で、TMR 飼料として有用なことが報告¹⁾⁵⁾されている。

また、機能性成分に関する報告²⁾⁴⁾⁶⁾⁷⁾も多く、低コストの代替飼料としてだけでなく、副産物が持っている付加価値に期待が寄せられている。

そこで、各種副産物の粗飼料に対する分解率向上に着目し、乳用牛の粗飼料として多く利用されているチモシー乾草の *in vitro* 分解率に及ぼす影響について調査した。

材料及び方法

1 供試材料

供試材料には液化仕込み酒粕、ビール酵母廃液、醤油粕、菌床粕、ウイスキー酵母粕、大豆乳漿を用いた。

2 試験区分

試験区分は表 1 のとおりで、8 月～2 月にかけて試験毎に培養液に何も添加しない対照区と供試材料を添加した試験区（試験 1～7）を設定し、試験毎に分解率の違いを検討した。

表 1 試験区分

区分	実施年月日	材料
試験区		
試験1	H22.8.24	液化仕込み酒粕
試験2	H22.8.31	ビール酵母廃液(液体)
試験3	H22.9.7	醤油粕
試験4	H22.11.9	菌床粕
試験5	H22.12.14	ウイスキー酵母粕
試験6	H23.2.22	大豆乳漿(液体)
試験7	H23.2.22	液化仕込み酒粕(微粉碎)
対照区	同上	なし

3 人工消化試験

試験は炭酸ガス充填法により実施した。

(1) 培養液（人工ルーメン液）の作成

人工ルーメン液は人工だ液と、第 1 胃フィステルを装着した牛から採取、濾過したルーメン液を 4 : 1 の割合で混合した後、50ml の遠心沈殿管に 25ml づつ分注した。

人工だ液の組成は表 2 のとおりで、前日に作成し、12 時間以上スターラーで攪拌した後、使用前に炭酸ガスを 1 時間通気した。

表2 人工だ液組成

蒸留水	1,000ml
NaHCO ₃	9.8g
KCl	0.57g
Na ₂ PO ₄ ·12H ₂ O	9.30g
MgSO ₄ ·7H ₂ O	0.12g
CaCl ₂	0.04g

(2) ナイロンバッグ

ナイロンバッグは縦横各 280Mesh / inch、厚さ 51 μ m のポリエステル製で、鋏で切断後約 50mm × 50mm 大の袋状にシールし、内部に 2mm に細切したチモシー乾草を 0.2g 計量、封入した。

(3) 培養方法

培養液（人工ルーメン液）を分注した遠心沈殿管に対照区はナイロンバッグを、試験区はナイロンバッグと供試材料を 0.025 ~ 0.2 g（液体は 0.025 ~ 0.2ml）を添加し、炭酸ガスを 5 秒通気後、先端を閉じ縦に切れ目を入れたゴム管を差し込んだゴム栓で蓋をした後、39 °C の恒温槽内で培養した。（写真 1）

写真 1 恒温槽による培養



(4) 採材

採材時間を表 3 に示した。

試験区の 0.2g (0.2ml) 添加および対照区は経時的分解率を見るために 3、6、12、24 時間経過毎にナイロンバッグを取り出し、氷水に投入した後、水道の流水で約 30 秒間よく洗浄した。

試験区の 0.025g ~ 0.1g (0.025ml ~ 0.1ml) 添加は、添加量の違いによる分解率を見るために 0.2g 添加の 24 時間経過と同時にナイロンバッグを取り出し、同様に処理した。

また、試験 7 は採材時間 24 時間のみ実施し、他は 3、6、12、24 時間経過毎に採材

した。

表 3 採材時間

区分	供試材料添加量	採材時間
試験区	0.025g(0.025ml)	24時間
	0.05g(0.05ml)	24時間
	0.1g(0.1ml)	24時間
	0.2g(0.2ml)	3、6、12、24時間
対照区	なし	3、6、12、24時間

(5) 重量の測定

洗浄したナイロンバッグは 60 °C、48 時間で乾物量の測定を行い、in vitro 分解率を算出した。

4 統計処理

t 検定あるいは Tukey の多重比較検定を実施した。

結果および考察

1 経時的粗飼料分解率

粗飼料の経時的分解率を表 4 に示した。

液化仕込み酒粕を供試材料とした試験 1 の培養 12 時間後、醤油粕を供試材料とした試験 3 の 3、12、24 時間後、ウイスキー酵母粕を供試材料とした試験 5 の 12、24 時間後の分解率が対照区に比べ有意 (p<0.01, p<0.05) に高くなった。

ビール酵母廃液と大豆乳漿を供試材料とした試験では両区の間には有意な差は認められず、菌床粕を供試材料とした試験では分解率が対照区に比べ有意 (p<0.05) に低くなった。

安藤²⁾は液化仕込み酒粕の添加による in vitro 試験で分解率が向上し、それは酒粕中に含まれる酵母によるものと報告している。酵母³⁾は第 1 胃内のセルロース分解微生物を増殖させる事が知られており、今回の結果からも、向上が認められたのは液化仕込み酒粕、醤油粕、ウイスキー酵母粕であり、酵母による第 1 胃内微生物活性の向上効果と考えられた。しかし、ビール酵母液について向上効果がみとめられなかったのは、ビール酵母液は液体と固形部分が分離しており、攪拌後 0.025 ~ 0.2ml 採材したが、少量であったため均一に採材できていなかった、あるいは添加した酵母液に含まれる酵母が濃縮された固形の粕に比べ少なかったのではないかと考えられた。

2 添加量の違いによる粗飼料分解率

粗飼料の24時間後分解率を表5に示した。

粗飼料のルーメン内滞留時間に相当するに24時間後の分解率が対照区に比べ有意に高い値となったのは、醤油粕を供試材料とした試験3の0.1g、0.2g添加、ウイスキー酵母粕を供試材料とした試験5の0.2g添加、液化仕込み酒粕を供試材料とした試験7の0.05g、0.1g、0.2g添加であった。試験1、7ではともに液化仕込み酒粕を供試材料としたが、試験1では分解率のバラツキが大きく平均値では0.1g添加が最も高い値となったが、有意差が認められなかった。これは、試験1で添加した酒粕は試験2～7の微細粉、液体と異なり粒子のやや大きいものが含まれていたため添加した時、成分にバラツキが出た可能性が考えられた。

また、各試験のなかで、もっとも分解率が高い値を示した添加量は、試験3で0.2g、試験5で0.2g、試験7で0.1g添加であった。

分解率に対する効果は添加量が多くなるほど向上する傾向が見られたが、液化仕込み酒粕では安藤ら⁴⁾の報告と同様に0.2g以上添加しても分解率は向上せず、酵母の微生物活性効果には添加量による上限があることが示唆された。

このような酵母を含む副産物を飼料として利用する場合、他の飼料の代替として、あるいは機能性を重視する使用目的を考慮して利用量を決定する必要があると考えられた。

また、今回の試験はin vitro試験であり、実際の牛を使った試験を実施し、生体内でも同様の成果が得られるか検証する必要があると思われた。

表4 各種副産物が粗飼料の経時的分解率に及ぼす影響

区分	供試材料	材料 添加量	培養時間			
			3時間	6時間	12時間	24時間
試験1	液化仕込み酒粕	0.2g	14.6±0.52	17.4±1.43	27.0±1.43 ^a	35.9±6.29
	対照区	—	14.5±0.49	16.2±0.86	22.2±0.86 ^b	31.9±4.77
試験2	ビール酵母廃液(液体)	0.2ml	14.4±0.79	17.9±0.83	23.2±2.02	37.5±1.68
	対照区	—	14.5±0.22	16.6±1.23	23.1±0.87	35.0±3.49
試験3	醤油粕	0.2g	15.9±0.84 ^a	17.7±0.87	23.9±1.18 ^A	33.9±2.23 ^A
	対照区	—	14.4±0.39 ^b	16.1±1.00	19.1±0.65 ^B	26.4±1.99 ^B
試験4	菌床粕	0.2g	15.9±0.73	17.2±5.58	17.7±0.36 ^A	27.4±0.62
	対照区	—	15.3±0.70	17.0±1.39	20.5±1.19 ^B	30.2±1.52
試験5	ウイスキー酵母粕	0.2g	14.8±1.62	18.8±0.84	26.5±1.51 ^A	40.2±1.44 ^a
	対照区	—	15.3±0.95	17.5±1.15	22.8±0.67 ^B	37.0±1.48 ^b
試験6	大豆乳奨(液体)	0.2ml	15.9±0.40	17.5±0.19	22.1±1.69	34.9±2.96
	対照区	—	15.8±0.16	17.4±0.54	21.7±0.46	35.0±0.86

チモシー乾草0.2g、供試材料0.2g(ml)を3,6,12,24時間嫌気培養後の分解率

各試験毎異符号間に有意差あり a-b:p<0.05 A-B:p<0.01

表5 添加量の違いが粗飼料の24時間培養後分解率に及ぼす影響

区分	供試材料	添加量(g,ml)				
		0	0.025	0.05	0.1	0.2
試験1	液化仕込み酒粕	31.9±4.77	33.4±5.35	35.8±3.50	37.2±2.69	35.9±6.29
試験2	ビール酵母廃液(液体)	35.0±3.49	31.2±3.75 ^a	36.5±2.49	39.5±3.81 ^b	37.5±1.68
試験3	醤油粕	26.4±1.99 ^a	27.7±2.52 ^a	29.5±0.89 ^{ab}	32.9±1.82 ^{bc}	33.9±2.23 ^c
試験4	菌床粕	30.2±1.52	29.8±1.45	29.5±2.06	30.6±0.79 ^a	27.4±0.62 ^b
試験5	ウイスキー酵母粕	37.0±1.48 ^{ab}	36.5±1.13 ^a	37.6±2.00	39.6±0.49 ^{bc}	40.2±1.44 ^c
試験6	大豆乳奨(液体)	35.0±0.86	35.8±1.66	33.2±1.25	34.4±1.60	34.9±2.96
試験7	液化仕込み酒粕(微粉碎)	26.5±2.20 ^a	29.1±0.95 ^{ab}	31.7±0.90 ^b	32.8±1.90 ^{bc}	32.7±1.00 ^c

チモシー乾草0.2g、供試材料0,0.025,0.05,0.1,0.2g(ml)を24時間嫌気培養後の分解率

各試験毎の異符号間に有意差あり a-d:p<0.05

引用文献

- 1) 有安則夫・長尾伸一郎・串田晴彦(2009) 地域資源活用型 TMR センター構築による飼料自給率向上システムの確立. 岡山県総合畜産センター研究報告, 19, 5-10
- 2) 安藤貞(2011) 畜産技術. 669 : 18-21
- 3) K. A. Dawson, K. E. Newman and J. A. Boling(1990) Effects of Microbial Supplements Containing Yeast and Lactobacilli on Roughage-fed Ruminant Microbial Activities. J. Anim. Sci. 68 : 3392-3398
- 4) 安藤貞ら 平成 20 年度近畿中国四国農業研究成果情報
- 5) 谷田重遠・難波博一・関哲生・森尚之・山下政道・行森美枝・早瀬文繁(1998) 微生物等による食品副産物の有効利用技術の開発. 岡山県総合畜産センター研究報告, 9, 21-30
- 6) 栗木隆吉・黒岩力也(2004) 地域食品製造副産物を利用した高機能性畜産物の生産技術の開発－地域食品製造副産物に含まれる機能性成分と飼料特性について－. 岡山県総合畜産センター研究報告, 15, 6-10
- 7) 田辺裕司・秋山俊彦・栗木隆吉・谷田重遠(2004) 地域食品製造副産物を利用した高機能性畜産物の生産技術の開発－緑茶ガラによるジャージー牛乳黄色度の改善効果－. 岡山県総合畜産センター研究報告, 15, 11-16