大麦飼料に対するセルラーゼの効果

II 消化率及び TDN に対する影響

森 本 宏*・窪 田 大 作*・前 島 洋**

* 農林省畜産試験場 千葉市 ** 明治製菓株式会社中央研究所 横浜市

前報¹⁾において著者らは *Trichoderma* 属の生産するセルラーゼを大麦飼料（大麦約 50% 配合）に添加した成績を報告した。

平緒ら²⁾は *in vitro* の試験により *Trichoderma viride* の生産する粗酵素が裸麦及び大麦の組織を形づくっている膜構造を崩壊させ、消化を促進することを報告している。

著者らは産卵鶏を用い、*in vivo* でセルラーゼが大麦の消化に及ぼす効果について検討するとともに、飼料の状態がセルラーゼの効果に影響することと考えられるので乾餌と練餌についても検討した。

実験材料及び方法

人工肛門設置の手術後 6 週間を経過した白色レグホーン種の産卵鶏 5 羽を用い、先ずセルラーゼを含まない大麦飼料（基礎飼料）を練餌として 3 日間給与し、引き続き 4 日間の糞を人工肛門により採取した。採取した糞は個体別に集め 1% 塩酸溶液を噴霧後約 50℃ で通風乾燥し、粉碎して分析用試料とした。

次いで基礎飼料にセルラーゼ 0.3% 添加した試験飼料を練餌にて与えて同様な方法で試料を得た。また、基礎飼料を乾餌とした場合についても同様な方法で試料をえた。

基礎飼料の配合割合及び一般成分、酸化クロム含量はそれぞれ表 1、表 2 に示す通りである。供試した大麦は千葉県産の品種「ムサシノ」で、その一般成分は表 2 に示した。分析用試料は常法に従って水分、粗蛋白質含量、酸化クロム含量³⁾を測定し、Index 法により個体別に供試飼料の乾物及び粗蛋白質の消化率を計算した。

次に同じ処理を施した 4 羽の糞を等量ずつ混合し、一般成分、酸化クロム含量を測定し、供試飼料の乾物、粗蛋白質、粗脂肪、粗繊維、可溶無窒素物（NFE）の消化率を計算した。さらにコーン・スターチ（NFE 含量 86.2%）の消化率を 98%⁴⁾、カゼイン（粗蛋白質含量 83.8%）の消化率を 88%⁴⁾、大豆油（粗脂肪含量 100%）の消化率を 97%⁴⁾として大麦の消化率及び可消化養分総

量（TDN）を算出した。

第 1 表 基礎飼料の配合割合

飼 料 原 料	配 合 割 合 (%)
大 麦	67.5
牛 乳 カ ゼ イ ン	9.6
コ ー ン ・ ス タ ー チ	16.5
大 豆 油	2.0
ビ タ ミ ン A D 剤 ¹⁾	0.1
ビ タ ミ ン B 剤 ²⁾	0.1
炭 酸 カ ル シ ウ ム	4.0
第 二 磷 酸 カ ル シ ウ ム	0.35
塩 化 ナ ト リ ウ ム	0.4
微 量 ミ ネ ラ ル ³⁾	0.05
酸 化 ク ロ ム	0.1

- 1) 1 g 中ビタミン A 10.000 I.U., D₃ 1.000 I.U 含有
2) 1 g 中ビタミン B₁ 2.9 mg, B₂ 10 mg, ニコチン酸アミド 2 mg, パントテン酸カルシウム 5.45 mg, 塩化コリン 138 mg, 葉酸 1 mg 含有
3) マンガン 16.6%, 鉄 6.02%, コバルト 0.06%, 銅 0.62%, 亜鉛 0.4% 含有

第 2 表 基礎飼料及び大麦の一般成分及び酸化クロム含量

	基 礎 飼 料	大 麦
水 分	12.89%	14.04%
粗 蛋 白 粗	15.66	11.59
粗 脂 肪	3.40	2.11
粗 纖 維	2.62	3.79
粗 灰 分	4.68	2.24
N F E	60.75	66.23
酸 化 ク ロ ム	0.1010	—

実 験 結 果

- 1) 供試飼料の乾物及び粗蛋白質の消化率

各供試飼料について個体別に糞中の水分及び粗蛋白質含量を分析し、乾物及び粗蛋白質の消化率を計算した。その結果は表 3、表 4 に示した。

第3表 供試飼料の乾物の消化率 (%)

鶏 No.	給餌形態		乾 餌	
	セルラーゼ			
	無添加	0.3% 添加	無添加	0.3% 添加
1	79.1	81.0	77.9	80.0
2	—	—	77.4	82.2
3	77.4	81.2	—	—
4	78.8	80.7	77.1	81.1
5	78.4	81.0	77.4	80.6
平 均	78	81	77	81

第4表 供試飼料の粗蛋白質の消化率 (%)

鶏 No.	給餌形態		乾 餌	
	セルラーゼ			
	無添加	0.3% 添加	無添加	0.3% 添加
1	82.5	84.3	82.9	83.9
2	—	—	83.4	84.1
3	82.9	86.0	—	—
4	83.1	84.4	84.2	85.5
5	84.8	85.0	83.6	84.2
平 均	83	85	84	84

この結果を見ると乾物では乾餌、練餌の如何を問わずいずれの個体についてもセルラーゼ 0.3% 添加は無添加の場合よりもやや高い消化率を示している。

2) 供試飼料の乾物、粗蛋白質、粗脂肪、粗繊維、NFE の消化率

同じ試験の4羽の糞を等量ずつ混合したものについて一般成分を分析し、乾物、粗蛋白質、粗脂肪、粗繊維の消化率を求めた結果は表5に示す。

セルラーゼ 0.3% 添加の効果は可溶無窒素物の消化率に最も顕著に見られ、粗蛋白質、粗脂肪においても若干認められるが、粗繊維では飼料中の含量が少いため測定誤差が大きく影響し一定の傾向は認められない。

3) 大麦の消化率及び可消化養分総量 (TDN)

第5表 供試飼料の各成分の消化率 (%)

成分	給餌形態		乾 餌	
	セルラーゼ			
	無添加	0.3% 添加	無添加	0.3% 添加
乾 物	78.4	80.9	77.4	80.9
粗 蛋 白 質	83.1	85.3	83.5	84.4
粗 脂 肪	94.4	95.7	94.8	95.0
粗 維 維	4.8	1.7	-5.9	6.7
N F E	83.2	85.0	81.4	86.0

供試飼料の消化率をもとにして大麦の消化率及び可消化成分を算出すると表6, 7 のようになる。

すなわち大麦の TDN は乾餌及び練餌について、それぞれ 67%, 68% であったが、これにセルラーゼを 0.3% 添加すると 70~71% に増加した。

第6表 大麦の消化率 (%)

成分	給餌形態		乾 餌	
	セルラーゼ			
	無添加	0.3% 添加	無添加	0.3% 添加
粗 蛋 白 質	81.1	85.4	83.6	84.5
粗 脂 肪	90.0	94.7	90.0	90.0
粗 纖 維	2.6	—	—	5.2
N F E	81.8	84.4	79.4	85.6

第7表 大麦の可消化成分及び TDN (%)

成分	給餌形態		乾 餌	
	セルラーゼ			
	無添加	0.3% 添加	無添加	0.3% 添加
粗 蛋 白 質	9.4	9.9	9.7	9.8
粗 脂 肪	1.9	2.0	1.9	1.9
($\times 2.25$)	(4.2)	(4.4)	(4.3)	(4.3)
粗 維 維	0.1	—	—	0.2
N F E	54.2	55.9	52.6	56.7
T D N	68	70	67	71

考 察

前報¹⁾ において大麦飼料にセルラーゼを 0.4% 添加すると産卵率、飼料の代謝エネルギーおよび飼料摂取量に影響が認められた。その原因としてセルラーゼが植物の繊維組織を崩壊し、消化管内の消化を促進し、その結果食欲が増進されること、或いは組織の崩壊により蛋白質、炭水化物などの栄養素の消化吸収が容易に行われることなどが考えられた。

平緒ら²⁾ の報告によると *in vitro* の消化試験の結果 *Trichoderma viride* の生産する粗酵素は穀類の組織の澱粉層、糊粉層を崩壊するという知見を得ており、またこの酵素で処理することにより可溶性の糖類及び全窒素を増大させることを認めている。この傾向は特に大麦と裸麦の場合に著しい。

本試験に使用した *Trichoderma koningi* の生産する粗酵素もセルラーゼのほかにヘミセルラーゼ、グルカナーゼなどを含み、穀類に対する作用は同様であると考えられる。

今回行った産卵鶏による消化試験の結果は平緒らの

in vitro で得た知見を裏づけている。すなわち粗酵素（セルラーゼ）を添加することは繊維の消化に対しては効果がなかったが乾物の消化率を向上させ、特に可溶無窒素物の消化に効果が認められた。これはセルラーゼが大麦の細胞膜などを崩壊し細胞中に含まれる炭水化物や蛋白質が種々の消化酵素の作用を受け易い状態になったことに因るものと推察される。

練餌にすることによっても大麦の飼料価値は向上するような傾向が認められた。

供試飼料の乾物の消化率について分散分析を行うと表 8 に示す通り、セルラーゼ添加による差は危険率 1% 水準で有意であるが、練餌と乾餌の差及び交互作用などは有意ではなかった。

第 8 表 分散分析表

要 因	平方和	自由度	不偏分散	分散比
処 理	293339	2		
セルラーゼ添加	373321	1	373321	97.35**
給餌形態	9409	1	9409	2.45
交互作用	106017	1	10609	2.77
誤 差	46017	12	3834.7	
合 計	439356	15	—	—

** 1% 水準で有意

要 約

- 1) 人工肛門を設置した産卵鶏 5 羽を用いて消化試験を行い大麦飼料に対するセルラーゼ添加の効果及び練餌にした場合の効果について検討した。
- 2) 大麦を 67.5% 含む飼料にセルラーゼを 0.3% 添加すると供試飼料（乾物）の消化率は 2.5~3.5% 高くなった。この差は危険率 1% 水準で有意であった。
- 3) 消化率が改善されたのは NEE であった。
- 4) 大麦の TDN は、練餌では 68%，乾餌では 67% となったが、セルラーゼを添加することによりそれぞれ 70, 71% ぞれに増大した。
- 5) 練餌で給与すると供試飼料の消化率は若干高くなるが、その差は統計的に見て有意ではなかった。

参 考 文 献

- 1) 森本 宏・窪田大作・赤井直利：家禽会誌 **3**, 167, 1966.
- 2) 平緒一暁・浦島陽子・黒田彰夫：醗酵工学雑誌 **41**, 288, 1963.
- 3) 亀岡暄一・吉田 実・窪田大作・高橋正也：農枝報告, **G 13**, 67, 1957.
- 4) 森本 宏・窪田大作：農枝研報告, **G 19**, 117, 1960.

Effect of Cellulase on Barley Ration

II. Influence of Cellulase on the Digestibility and TDN Contents.

HIROSHI MORIMOTO,* DAISAKU KUBOTA* AND HIROSHI MAESHIMA**

* National Institute of Animal Industry, Chiba-shi.

** Meiji Seika Kaisha Ltd., Reserch Center. Yokohama-shi.

We studied the effect of cellulase (crude enzyme produced by *Trichoderma koningi*) on the digestibility of barley by laying hen with artificial anus.

When 0.3% of cellulase was supplemented to the ration which contained 67.5% of barley the digestibility of the experimental ration (dried bases) increased about 3% and this difference was statistically significant with 1% level. The increase of the digestibility was remarkable in carbohydrate.

Total digestible nutrients of barley showed about 67%, but increased up to about 70% by the supplementatation of cellulase. (Japan Poultry Sci., **3**, 171, 1966)