大麦飼料に対するセルラーゼの効果

I 飼養試験および代謝エネルギーについて

森 本 宏*・窪 田 大 作*・赤 井 直 利**

* 農林省畜産試験場 千葉市 ** 明治製菓株式会社 東京都

育雛用大麦飼料に酵素を添加すると、その飼料価値が改善されることが Jensen *et al.*¹⁾ により報告されて以来、養鶏飼料における酵素の効果について、主として米国で研究されてきた。しかし酵素の種類、飼料の配合内容、その他種々の要因などにより一定した効果は得られず、末だ広く実用化されるまでには至っていない。

筆者らは、外山²⁾³⁾の発見した糸状菌の一種 *Trichoderma* 属の生産するセルラーゼを、大麦を多量に配合した飼料に添加して産卵鶏の飼養試験および代謝エネルギーの測定を行ったので、その結果を報告する。

実験材料および方法

供試鶏は 1961 年 5 月畜産試験場で孵化育成した白色レグホーン種で産卵開始後 1 カ月以内のもの 30 羽を用い、15 羽あて 2 区に分け、セルラーゼ添加区と無添加の対照区とした。飼養試験は 1961 年 11 月下旬から 12 週間にわたり単飼ケージを用いて行った。ただし 12 週間のうち後半の 6 週間はセルラーゼ添加の反転を行った。すなわち前半 6 週間のセルラーゼ添加区を 7 週目以後はセルラーゼの添加を打切った対照区とし、前半の対照区は後半セルラーゼ添加区とした。前半では、両区について、体重、産卵率、飼料摂取量、卵重、卵殻の厚さ、卵白の高さ、ハウ単位、代謝エネルギーを測定し、後半 6 週間では、体重、産卵率、飼料摂取量を測定した。

基礎飼料は表 1 に示した配合割合のものを使用し、飼料および水は自由摂取とした。試験開始にともなう慣用飼料から供試飼料への切替えは、毎日 3 分の 1 量の供試飼料を増し 3 日目まで切替えを完了した。セルラーゼは基礎飼料に対して 0.4% を添加した。供試セルラーゼは、外山の方法⁴⁾ に準拠し、*Trichoderma koningi* を固体培地に培養して得られた市販品で、至適作用 pH は 4.5、その力価は、沝紙崩壊法⁵⁾ で測定するとき 500 単位/mg が保証されたものである。

卵質の検査は、試験開始後 4 週目のうち 2 日間を選定し、毎日午前 9 時に集卵し、次のような方法で直に測定

第 1 表 基礎飼料配合割合

飼 料	配 合 割 合 %
大 麦	46.5
ト ウ モ ロ コ シ	25.5
小 麦	1.4
フ ス マ	3.8
脱 脂 米 ヌ カ	3.3
大 豆 粕	6.3
魚 粉	4.3
アルファルファミール	2.4
フィツシユソリュブル	0.9
炭 酸 カ ル シ ウ ム	4.9
第二燐酸カルシウム	0.14
食 塩	0.25
ビ タ ミ ン AD 剤 ¹⁾	0.15
ビ タ ミ ン B 剤 ²⁾	0.13
微 量 ミ ネ ラ ル ³⁾	0.03
CP ⁴⁾ — TDN ⁵⁾	16—63

- 1) 1 g 中ビタミン A 10,000 I.U., D₃ 1,000 I.U.
2) 1 g 中ビタミン B₁ 2.9 mg, B₂ 10 mg, ニコチン酸 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
3) マンガン 16.60%, 鉄 6.02%, コバルト 0.06%, 銅 0.62%, 亜鉛 0.4%
4) 実測値
5) 計算値

した。すなわち卵白の高さは、割卵後静かに金属平板上に流した際の濃厚卵白の高さを AMS のハイトゲージにより測定し、その平均値をもって各試験区の卵白の高さとした。また、この卵白の高さよりハウ単位を求める場合には次の式によった。

$$\text{ハウ単位} = 100 \log \left[H - \frac{\sqrt{32.2(30 \times W^{0.37} - 100)}}{100} + 1.9 \right]$$

H…卵白の高さ (mg) W…卵重 (g)

卵殻の厚さは、卵の中央部 (equatorial) 2 カ所について卵殻膜を剝離した後、AMS のシクネスメジャーを用いて測定し、その平均値をもって各区の卵殻の厚さとした。

代謝エネルギーは HILL and ANDERSON⁶⁾ の方法により測定した。すなわち、各区から比較的産卵の揃っている 8 羽を選定し 4 羽を 1 群とした 2 群とし計 4 群について、本試験開始後第 4 週目に 3 日間の排泄物全量を集め、風乾後粉碎しよく混合して各群の代謝エネルギー測定用の分析試料とした。また、ここで求めた代謝エネルギーは蓄積した窒素量（卵に移行した窒素量を含む）に対し窒素補正をしたものである。酸化クロムの分析は亀岡⁷⁾ の方法によった。

実験結果

産卵率：反転試験を含む 12 週間の産卵率を図 1 に示した。試験開始後対照区の産卵率は急激に低下し 3 週目には 20% 台、4 週目には 10% 台に低下した。一方セルラーゼ添加区は 60% 以上の産卵率を維持しつづけ、

両区に間に明らかな差異が認められた。また、反転試験においてセルラーゼ添加を打切ったところ、産卵率は 2 週間後から、前半における対照区と同様なカーブで急激に低下した。一方、前半の対照区にセルラーゼを添加しても、6 週間の試験期間内では産卵率の回復は認められなかった。

体重および飼料摂取量：体重の増減は、セルラーゼの添加と関係があり、添加した場合には増加し、添加しない場合には減少した。また、飼料摂取量は前半においてセルラーゼ添加区がすぐれ、反転後は 4 週間の範囲内では両区の間に差異がなかった。

卵重・卵殻の厚さ・卵白の高さ・ハウ単位：卵重、卵殻の厚さ、卵白の高さ、ハウ単位を測定し、その平均値と標準偏差を比較すれば表 3 のようになり、いずれも両区間に統計的な差異は認められなかった。

第1図 各 週 産 卵 率

第2表 体重増減と飼料摂取量

(その一) 前半 6 週間の成績

	体 重 増 減	飼 料 摂 取 量
セルラーゼ添加区	+145 g/羽	103 g/羽/日
対 照 区	-40 "	79 "

(その二) 後半 6 週間の成績

	体 重 増 減	飼 料 摂 取 量*
対 照 区	-35 g/羽	102 g/羽/日
セルラーゼ添加区	+53 "	102 "

* 試験開始後 4 週間の平均値

第3表 卵重・卵殻の厚さ・卵白の高さ・ハウ単位

		セルラーゼ 添 加 区	対 照 区
調 査 卵 個 数		18	11
卵 (g) 重	平 均 値	47.8	47.9
	S *	4.5	2.3
卵 殻 厚 さ (mm)	平 均 値	0.361	0.352
	S *	0.029	0.026
卵 白 高 さ (mm)	平 均 値	7.1	7.9
	S *	0.93	0.89
ハ ウ 単 位	平 均 値	87.7	90.7
	S *	5.34	4.24

* 標準偏差

第4表 代謝エネルギーの比較

測定項目	対 照 区		セルラーゼ添加区	
	1 区	2 区	1 区	2 区
産 卵 重 量 g	195	198	467	536
飼 料 の エ ネ ル ギ ー cal/g	4205	4205	4165	4165
排 泄 物 の エ ネ ル ギ ー cal/g	3782	3667	3829	3779
酸 化 ク ロ ー ム %	0.118	0.118	0.116	0.116
排 泄 物 中 の "	0.325	0.328	0.367	0.370
酸 化 ク ロ ー ム 比	0.363	0.360	0.315	0.313
エ ネ ル ギ ー 補 正 値 cal*	37	40	71	65
代 謝 エ ネ ル ギ ー cal/g	2795	2845	2888	2917
代謝エネルギーの平均 cal/g	2820		2903	

(註) カロリーおよび % は乾物で示している。

* 代謝エネルギーの計算において蓄積窒素の補正を行なった。

代謝エネルギー：窒素補正した代謝エネルギーは表4に示したようになり、セルラーゼ添加区と対照区を比較した場合、セルラーゼ添加区が、やや高い傾向となった。

考 察

一般にセルラーゼを主体とした酵素製剤は、飼料の組織を崩壊せしめることにより、間接的に消化酵素の作用が促進され、その結果飼料価値が改善されるように考えられている。今回の試験では、大麦を 50 % 近く配合した飼料は産卵開始直後の産卵鶏用飼料としては不適当であったが、セルラーゼを添加することによりその不適要因が軽減されることが観察された。この不適要因が何であるかは明らかでないが、本実験で観察された現象を解釈する限りにおいては、おそらく嗜好性が悪いために摂取量が低下しその結果産卵率が低下したものと考えられる。このような嗜好性の悪い大麦飼料にセルラーゼを添加すると、セルラーゼの消化酵素剤としての作用機作からして、供試飼料は消化器内で消化が促進され、その結果、飼料摂取量が多くなったのではないかと考えられる。しかし、反転後の試験でセルラーゼ添加を打切った場合、飼料の摂取量が低下しないにもかかわらず、産卵率が低下した原因については、この試験結果だけでは明らかにすることができない。いずれにしても、これらの点は再検討の必要があるものと考ええる。

要 約

30 羽の白色レグホーン種産卵鶏を 15 羽あて 2 区に分ち、対照区と添加区とした。対照区には大麦を約 50 %

配合した基礎飼料を給与し、添加区には基礎飼料にセルラーゼを 0.4 % 添加したものを給与した。試験期間は 12 週間とし 7 週目からはセルラーゼ添加の反転を行なった。

前半では、対照区の体重、飼料摂取量は低下し産卵率も急激に低下したが、添加区では体重はやや増加し飼料摂取量は 1 羽 1 日当たり平均 103 g であり、産卵率も 60 % 以上を維持した。また、代謝エネルギーを測定したところセルラーゼ添加区がやや高い傾向となった。卵重、卵殻の厚さ、卵白の高さ、ハウ単位は両区の間に統計的な差異はなかった。

反転後の対照区（前半 6 週間では添加区）の産卵率は、前半の対照区の場合と同様なカーブで急激に低下した。体重は添加区がやや増加し、対照区はやや減少した。飼料摂取量は 4 週間の範囲内では両区とも差異がなかった。

参 考 文 献

- 1) JENSEN, L.S., R.E. FRY., J.B. ALLRED and J. MCGINNIS: Poultry Sci., **36**, 919, 1957.
- 2) 外山信男: 醗酵工学雑誌, **30**, 89, 1952.
- 3) 外山信男: 醗酵工学雑誌, **31**, 315, 1953.
- 4) 外山信男: 醗酵工学雑誌, **32**, 300, 1954.
- 5) 若沢 正, 安部政弘, 丹羽富造: 醗酵工学雑誌, **40**, 89, 1962.
- 6) HILL, E.W. and D.L. ANDERSON: J. Nutrition, **64**, 597, 1958.
- 7) 亀岡暄一, 吉田 実, 窪田大作, 高橋正也: 農技研報, **G 13**, 67, 1957.

Effect of Cellulase on Barley Ration

I. Feeding of Layers and Determination of Metabolizable Energy

HIROSHI MORIMOTO,* DAISAKU KUBOTA,* AND NAOTOSHI AKAI.**

* National Institute of Animal Industry. Chiba-shi

** Meiji Seika Kaisha Ltd. Tokyo

To investigate the effect of cellulase on barley ration for layers, feeding experiment and determination of metabolizable energy were performed.

Thirty White Leghorn layers were divided into two groups, to one of which was fed the basal ration containing nearly 50% of barley and to another group was fed the basal ration plus 0.4% cellulase from *Trichoderma koningi*. The experiment lasted twelve weeks, at the middle of which the control and the cellulase-fed group were reversed. That is, in the latter six weeks cellulase was fed to the previous control group, and *vice versa*.

The results in the first six weeks and in the latter six weeks are as follows.

(a) In the first six weeks, the egg production of the control group lowered rapidly, while the cellulase-fed group maintained 60% egg production. Feed intake and body weight decreased in the control, while being normal in the treated group. There were no statistical differences in egg weight, thickness of egg-shell, albumin height and haugh unit between both groups. Metabolizable energy of the basal ration was 2820 cal/g dry matter, while that of the cellulase-added ration was 2903 cal/g dry matter.

(b) In the latter six weeks, when the addition of cellulase was reversed, the egg production of the control group (previously cellulase-added group) decreased in the same way as in the first six weeks. There was a tendency in the body weight to increase in the treated group and decrease in the control group. Feed intake was normal in both groups. (Japan Poultry Sci., 3, 167, 1966).