

### 3種類の酵素剤が採卵鶏飼料の利用効率に及ぼす効果

伊藤香葉・本多美友子\*<sup>1</sup>・岡田浩子・高橋圭二\*<sup>2</sup>

Effects of Three Kinds of Enzyme Agents on the Utilization Efficiency of Laying Hens

Kayo ITO, Fuyuko HONDA, Hiroko OKADA and Keiji TAKAHASHI

#### 要 約

採卵鶏の飼料に難消化性デンプン分解酵素を0.02%添加することによって、代謝エネルギーを対照区よりも2.1%低くした低エネルギー飼料でも、飼料摂取量の増加を招くことなく対照区と同等の産卵性および卵質成績が得られ、今後飼料価格が上昇した場合飼料費の低減が図られることが示唆された。一方非デンプン性多糖類分解酵素とペクチン・キシログルカン分解酵素および難消化性デンプン分解酵素の3種類の酵素の混合利用は、ジュリアでは飼料摂取量の増加傾向がみられ、ポリスブラウンでは産卵日量の低下( $P<0.05$ )がみられた。また消化試験においては代謝率の向上はみられず、3種類の酵素剤混合物によるエネルギーの利用効率改善効果は認められなかった。

#### 緒 言

養鶏用飼料において、栄養素の利用効率を高める目的で様々な酵素剤が利用されており、我々は飼料原料の効率的な活用と飼料費の節減を目的として、低栄養飼料に酵素剤を添加して給与試験を実施してきた。

伊藤と脇(2017)は、非デンプン性多糖類分解酵素剤であるG2については低エネルギー飼料に単独で添加すると飼料摂取量の増加を招くことなく、対照区と同等の産卵性および卵質成績が得られ飼料費削減が期待できること、ペクチン・キシログルカン分解酵素剤であるVPとの併用では、期待した程の効果が得られなかったことを報告した。

酵素剤については、近年の抗菌剤非依存型畜産の推奨により、飼料効率の向上効果だけでなく成長促進目的で利用されている抗生物質の代替として、有機酸、生菌剤、着香料とともにますますその有用性への注目度が高まってきた(畜産物化学安全研究所2005)。酵素剤による飼料の利用効率等への効果については海外では報告はあるが(Lazaroら2003、Mirzaie Sら2012)、国内では雛での報告(一色と中広1983)以外に採卵鶏での報告例は少ない(村野と青木2007)。

そこで今回はエネルギーの利用効率を高める目的で、

\*<sup>1</sup> 現千葉県中央畜産保健衛生所

\*<sup>2</sup> 元千葉県畜産総合研究センター

新たな酵素剤「A」を加え、3種類の酵素剤を組み合わせた飼料を採卵鶏に給与し、産卵性や卵質に及ぼす影響を調査した。さらに消化試験により酵素剤が飼料のエネルギー利用効率に及ぼす影響を調査し、酵素剤の効果を検証したので報告する。

#### 材料および方法

##### 1. 給与試験

###### (1) 酵素剤

試験に用いた酵素剤はいずれもD社製の酵素剤で、非デンプン性多糖類(NSP)分解酵素である「G2」と、ペクチンおよびキシログルカン分解酵素である「VP」、ならびに難消化性デンプン分解酵素「A」を用いた。

###### (2) 供試鶏

141日齢の白玉卵産出鶏ジュリア208羽および赤玉卵産出鶏ポリスブラウン208羽を用い、448日齢まで調査を実施した。これらの鶏は開放鶏舎に単飼飼養し、不断給餌、自由飲水とした。

###### (3) 試験区分

一般的な採卵鶏用飼料と同様の栄養水準とした「対照区」、一般的な採卵鶏用飼料よりも代謝エネルギー(ME)を2.1%減じた飼料に酵素剤「A」を添加した「A区」、一般的な採卵鶏用飼料よりも粗蛋白質(CP)を3.5%、MEを4.7%減じたうえ酵素剤「A」、「G2」、「VP」を添加した「AGVP区」、「AGVP区」

の飼料から酵素剤のみを除いた「低栄養区」の計4区とした。ジュリアとボリスブラウンの両銘柄について、各区13羽4反復の計52羽/区を配置した。

(4) 供試飼料

配合割合は表1に示したとおりであり、いずれの区分も酵素剤の添加量は「A」が0.02%、「G2」が

0.01%、「VP」が0.02%とした。CP、アミノ酸、ME含量については、酵素剤製造会社が想定する飼料原料に対する各酵素の利用効率向上効果の期待値を基に、その他の養分要求量を満たすよう設計した(農研機構2011)。

表1 飼料の配合割合 (%)

原料名\試験区分	対照区	A区	AGVP区	低栄養区
とうもろこし	60.00	60.00	60.00	60.00
大豆粕ミール	13.70	13.03	11.25	11.25
ツブ炭酸カルシウム	8.26	8.28	8.34	8.39
なたね油粕	5.00	5.00	5.00	5.00
コーングルテンミール	5.00	5.00	4.40	4.40
脱脂糠	0.31	1.56	5.00	5.00
とうもろこし乾燥蒸留粕	3.99	4.27	3.82	3.82
イエローグリース	1.62	0.77	0.11	0.11
60%魚粉	1.00	1.00	1.00	1.00
第2リン酸カルシウム	0.71	0.68	0.60	0.60
食塩	0.27	0.27	0.26	0.26
DL-メチオニン	0.02	0.02	0.02	0.02
ビタミン・ミネラルプレミックス <sup>※1</sup>	0.09	0.09	0.09	0.09
パプリカ抽出物 <sup>※2</sup>	0.01	0.01	0.05	0.05
フィターゼ <sup>※3</sup>	0.01	0.01	0.01	0.01
酵素A	-	0.02	0.02	-
酵素G2	-	-	0.01	-
酵素VP	-	-	0.02	-
計	100	100	100	100
CP (%)	17.2	17.2	16.6	16.6
ME (kcal/kg)	2850	2791	2715	2715
価格(円/t)	38,872	38,435	37,687	37,041

※1 ビタミン・ミネラルプレミックス 1kg 当りの含有量は以下の通り  
 ビタミン A; 1600 万 IU/kg、 ビタミン D3; 400 万 IU/kg、 酢酸 dl- $\alpha$ -トコフェロール; 10g、  
 メナジオン亜硫酸水素ナトリウム; 2.85g、 塩酸チアミン; 1.4g、 リボフラビン; 12g、  
 D-パントテン酸カルシウム; 16g、 ニコチン酸; 50g、 塩酸ピリドキシリン; 2g、 シアノコバラミン; 40mg、  
 d-ビオチン; 100mg、 葉酸; 500mg、 硫酸鉄; 60g、 硫酸銅; 12g、 硫酸亜鉛; 70g、 硫酸マンガン; 60g、  
 ヨウ素酸カルシウム; 1.2g

※2 パプリカ抽出物はキサントフィル 5g 以上/kg を含む。

※3 フィターゼは、5,000 フィチン酸分解力単位/g 以上のものを用いた。

(5) 試験期間

141日齢から28日間を1期間として、11期まで調査した。調査は2014年9月25日から2015年7月30日まで行った。

(6) 調査項目

ア 産卵性能および飼料摂取量

産卵個数と卵重は毎日測定し、期ごとに産卵率、平均卵重、産卵日量を調査した。また、飼料摂取量は各期の最終日に残飼量を測定し、期ごとに1羽当たりの飼料摂取量と飼料要求率を算出した。

イ 卵質

卵質は各期の最終週の1日に産出されたすべての卵(破卵は除く)について産卵翌日に検査した。検査項目は卵重、卵殻強度、卵殻厚、濃厚卵白高、ハウユニット、卵黄色とした。卵殻厚は卵殻厚さ計(富士平工業(株))により測定し、その他の項目については卵質測定装置((株)ナベルDET-6000)により測定した。

ウ 糞水分含量および乾物量

調査に用いた鶏は各区から3羽ずつ任意に選び3反復とし、奇数期の最終週の1日間に排泄された全糞量を採取し重量測定後、60℃48時間乾燥して

乾物量を求め、水分含量を算出した。

エ 飼料費

試験を行った2014年の当センターの飼料原料購入単価から、各試験区の飼料単価を算出したところ、対照区38,872円/t、A区38,435円/t、AGVP区37,687円/t、低栄養区37,041円/tとなった。この飼料単価を基に、各試験区の飼料摂取量から全期間の飼料費を算出した。

(7) 統計処理

一元配置分散分析法による有意差検定を実施し、差のみられた項目については最小有意差法による多重検定を実施した(吉田と阿部1982)。

2. 消化試験

酵素剤による飼料のエネルギー代謝率向上を確認するため、セライトによるインデックス法(古谷ら2001)により消化試験を実施した。

給与試験の供試鶏とは別に供試した432日齢のジュリア18羽を用い、各区6羽を配置した。

基礎飼料を給与する基礎飼料区、基礎飼料に「A」を0.02%添加したA区、「A」0.02%、「G2」0.01%、「VP」0.02%を添加したAGVP区の3区分とした。なお基礎飼料は表2に示したとおりである。

馴致期間として7日間試験飼料を給与した後、個体ごとに4日間糞の採取を行い、60℃で24時間乾燥後、粉碎混合しボンブカロリメーター((株)吉田製作所YM熱研式デジタル熱量計1013-H型)により熱量を測定した(石橋2001)。基礎飼料の総エネルギー量から糞のエネルギー量を引き、代謝エネルギー(ME)を算出し、

表2 基礎飼料の配合割合 (%)

原料名	(%)
とうもろこし	58.36
大豆粕ミール	14.18
ツブ炭酸カルシウム	8.25
なたね油粕	5.00
コーングルテンミール	5.00
とうもろこし乾燥蒸留粕	3.82
イエローグリース	2.25
60%魚粉	1.00
第2リン酸カルシウム	0.72
食塩	0.28
DL-メチオニン	0.02
ビタミン・ミネラルプレミックス*	0.09
パプリカ抽出物*	0.02
フィターゼ*	0.01
セライト	1.00
計	100

\*表1の注釈参照

総エネルギーに対する割合から代謝率を求めた。

結 果

1. 給与試験

(1) 産卵成績

産卵率、平均卵重、産卵日量、飼料摂取量、飼料要求率の各期の推移を表3から表7に示した。また、

表3 産卵率の推移 (%)

銘柄	区\期	1期	2期	3期	4期	5期	6期
ジュリア	対照	80.6 ± 5.8	95.5 ± 1.4	95.7 ± 1.8	95.3 ± 1.5	93.8 ± 1.7 <sup>bc</sup>	94.9 ± 1.7 <sup>c</sup>
	A	82.7 ± 8.7	97.4 ± 1.2	97.2 ± 1.3	96.7 ± 1.1	95.5 ± 1.2 <sup>ab</sup>	96.7 ± 0.2 <sup>ab</sup>
	AGVP	84.5 ± 6.5	96.6 ± 1.2	98.2 ± 1.1	95.7 ± 1.7	96.2 ± 1.4 <sup>a</sup>	95.9 ± 1.2 <sup>bc</sup>
	低栄養	85.4 ± 1.8	96.6 ± 0.4	97.3 ± 0.4	97.1 ± 0.8	97.1 ± 1.0 <sup>a</sup>	98.0 ± 0.5 <sup>a</sup>
ボリス	対照	90.1 ± 2.7	97.6 ± 1.3	97.7 ± 0.8	97.4 ± 0.2	95.7 ± 1.3	94.9 ± 0.7
	A	87.4 ± 4.1	96.4 ± 1.8	95.8 ± 3.9	94.7 ± 5.0	93.1 ± 5.8	93.5 ± 4.6
	AGVP	81.9 ± 6.6	92.3 ± 5.2	92.1 ± 6.3	93.6 ± 6.3	91.4 ± 6.6	90.6 ± 4.7
ブラウン	低栄養	89.5 ± 5.6	97.9 ± 0.5	95.5 ± 2.6	95.4 ± 2.4	94.7 ± 2.2	93.2 ± 2.0
銘柄	区\期	7期	8期	9期	10期	11期	
ジュリア	対照	96.3 ± 2.1	94.4 ± 3.1	93.5 ± 2.9	93.7 ± 2.3	90.9 ± 4.1	
	A	93.8 ± 2.0	94.7 ± 1.8	94.5 ± 1.1	92.5 ± 1.7	93.8 ± 2.1	
	AGVP	96.1 ± 1.2	96.4 ± 1.1	95.5 ± 1.6	95.3 ± 2.0	94.8 ± 0.5	
	低栄養	96.1 ± 1.7	95.7 ± 1.2	96.0 ± 1.6	95.7 ± 1.0	94.1 ± 0.6	
ボリス	対照	93.2 ± 3.0	92.2 ± 2.4	91.9 ± 1.8	91.1 ± 2.3	87.3 ± 1.8 <sup>a</sup>	
	A	92.7 ± 4.6	91.1 ± 5.7	92.1 ± 4.7	90.4 ± 3.2	87.1 ± 3.7 <sup>a</sup>	
	AGVP	87.2 ± 3.5	90.1 ± 5.6	89.4 ± 5.0	86.4 ± 2.1	82.2 ± 2.9 <sup>b</sup>	
ブラウン	低栄養	92.9 ± 3.5	93.1 ± 3.3	92.1 ± 1.6	88.5 ± 3.1	88.8 ± 2.2 <sup>a</sup>	

平均値±標準偏差  
異符号間に有意差あり(P < 0.05)

全期間の産卵成績を表8に示した。

ア 産卵率(表3、表8)

ジュリアでは5期と6期に低栄養区で対照区に比べて有意に高い値を示した( $P < 0.05$ )が、その他の期では有意差は認められなかった。

ボリスブラウンではAGVP区で低めに推移し、11期では他の区に比べて有意に低い値を示した( $P < 0.05$ )。

全期間の平均産卵率は、試験区間に有意差は認められなかったものの、ボリスブラウンのAGVP

区においてやや低くなる傾向を示した。

イ 平均卵重(表4、表8)

ジュリアでは各期の卵重は試験区間に有意差は認められなかった。

ボリスブラウンでは11期にAGVP区で、対照区およびA区に比べて有意に低い値を示した( $P < 0.05$ )。

両銘柄とも全期間の平均卵重では試験区間に有意差は認められなかった。

表4 平均卵重の推移

(g/個)

銘柄	区\期	1期	2期	3期	4期	5期	6期
ジュリア	対照	52.8 ± 0.2	57.2 ± 0.5	59.6 ± 0.5	60.8 ± 0.5	62.3 ± 0.6	63.2 ± 0.6
	A	52.6 ± 0.5	57.1 ± 0.7	59.4 ± 0.6	61.1 ± 0.6	62.4 ± 0.9	63.1 ± 1.0
	AGVP	51.0 ± 2.4	57.2 ± 0.8	62.9 ± 5.0	61.2 ± 0.6	62.2 ± 0.8	63.6 ± 0.9
	低栄養	52.7 ± 1.2	57.4 ± 1.0	59.6 ± 0.8	61.2 ± 1.2	62.7 ± 0.9	63.7 ± 0.7
ボリス ブラウン	対照	56.6 ± 0.4	60.4 ± 0.9	62.3 ± 0.9	63.5 ± 0.8	65.0 ± 0.8	65.7 ± 0.7
	A	56.6 ± 0.8	60.8 ± 1.1	62.6 ± 1.0	63.6 ± 0.5	64.4 ± 1.3	65.4 ± 1.2
	AGVP	55.7 ± 0.8	60.3 ± 1.5	61.6 ± 0.8	62.9 ± 1.9	64.1 ± 1.0	64.6 ± 0.8
	低栄養	55.9 ± 1.4	59.9 ± 0.6	61.1 ± 0.6	62.4 ± 0.6	64.1 ± 0.7	64.6 ± 0.7

  

銘柄	区\期	7期	8期	9期	10期	11期
ジュリア	対照	64.6 ± 0.5	64.2 ± 0.5	64.9 ± 1.0	65.5 ± 0.7	64.4 ± 0.5
	A	63.9 ± 0.7	64.2 ± 0.3	64.9 ± 0.5	64.8 ± 1.0	64.5 ± 0.3
	AGVP	64.7 ± 1.2	64.4 ± 1.0	65.5 ± 0.9	65.9 ± 0.9	64.6 ± 1.2
	低栄養	64.7 ± 0.7	64.8 ± 0.4	66.0 ± 0.6	65.0 ± 0.8	65.1 ± 1.1
ボリス ブラウン	対照	66.8 ± 0.6	66.0 ± 0.5	66.5 ± 0.8	66.5 ± 0.8	66.2 ± 0.8 <sup>a</sup>
	A	66.1 ± 1.2	65.9 ± 0.9	65.4 ± 1.1	65.8 ± 1.2	65.3 ± 1.0 <sup>a</sup>
	AGVP	65.2 ± 0.5	65.5 ± 1.0	65.6 ± 1.0	64.9 ± 0.8	64.4 ± 0.8 <sup>b</sup>
	低栄養	65.6 ± 0.7	65.3 ± 0.7	65.7 ± 0.5	65.3 ± 0.4	64.5 ± 0.7 <sup>ab</sup>

平均値±標準偏差

異符号間に有意差あり( $P < 0.05$ )

ウ 産卵日量(表5、表8)

ジュリアでは6期に低栄養区が対照区に比べて有意に高い値を示した( $P < 0.05$ )が、その他の期および全期間の平均産卵日量では試験区間に有意差は認められなかった。

ボリスブラウンではAGVP区で低めに推移し、2期、7期、11期で他の試験区よりも有意に低い値を示した( $P < 0.05$ )。全期間の平均産卵日量はAGVP区で対照区に比べて有意に低い値を示した。

エ 飼料摂取量(表6、表8)

ジュリアではAGVP区と低栄養区が多めに推移し、6期では他の2区に比べて有意に多い値を示した( $P < 0.05$ )、9期ではAGVP区が対照区とA区、低栄養区が対照区に比べて有意に多い値を示した( $P < 0.05$ )。全期間の平均飼料摂取量は、対照区115.8g、A区118.7g、AGVP区123.0g、低栄養区121.3gで有意差は認められないものの、AGVP区

と低栄養区で多くなる傾向がみられた。

ボリスブラウンでは各期間、全期間平均ともに有意差は認められなかった。

両銘柄ともに、対照区とA区との間に有意差は認められなかった。

オ 飼料要求率(表7、表8)

ジュリアでは6期にAGVP区および低栄養区でA区に比べて有意に高い値を示した( $P < 0.05$ )、7期にはA区およびAGVP区で低栄養区に比べて有意に高い値を示した( $P < 0.05$ )。全期間の平均飼料要求率は試験区間に有意差は認められなかったが、AGVP区で2.08と最も高い値を示した。

ボリスブラウンでは各期および全期間の平均飼料要求率に有意差は認められなかったもののAGVP区で高めに推移し、全期間の平均も2.16と最も高い値を示した。

表5 産卵日量の推移

		(g/羽)					
銘柄	区\期	1期	2期	3期	4期	5期	6期
ジュリア	対照	42.6 ± 3.0	54.6 ± 0.8	57.1 ± 0.9	57.9 ± 1.0	58.4 ± 1.4	60.0 ± 0.5 <sup>b</sup>
	A	43.5 ± 4.6	55.7 ± 1.0	57.7 ± 1.1	59.0 ± 1.1	59.6 ± 1.6	61.1 ± 1.0 <sup>ab</sup>
	AGVP	43.0 ± 1.7	55.3 ± 1.1	61.8 ± 5.0	58.6 ± 1.4	59.9 ± 1.1	61.0 ± 1.3 <sup>ab</sup>
	低栄養	45.0 ± 1.1	55.4 ± 0.9	58.0 ± 0.8	59.4 ± 1.2	60.9 ± 0.9	62.4 ± 0.9 <sup>a</sup>
ボリス ブラウン	対照	51.0 ± 1.5	58.9 ± 1.1 <sup>a</sup>	60.8 ± 1.4	61.9 ± 0.8	62.2 ± 0.2	62.3 ± 1.1
	A	49.5 ± 1.7	58.6 ± 0.2 <sup>a</sup>	59.9 ± 1.7	60.2 ± 3.0	60.0 ± 2.7	61.1 ± 2.0
	AGVP	45.7 ± 3.5	55.6 ± 1.8 <sup>b</sup>	56.7 ± 3.6	58.9 ± 3.8	58.6 ± 4.0	58.6 ± 2.8
	低栄養	50.1 ± 3.3	58.7 ± 0.5 <sup>a</sup>	58.4 ± 2.2	59.5 ± 1.9	60.7 ± 1.3	60.2 ± 1.7

  

銘柄	区\期	7期	8期	9期	10期	11期
ジュリア	対照	62.2 ± 1.1	60.7 ± 1.6	60.7 ± 1.4	61.4 ± 0.9	58.5 ± 2.2
	A	59.9 ± 1.8	60.7 ± 1.1	61.3 ± 0.8	60.0 ± 1.0	60.6 ± 1.4
	AGVP	62.2 ± 1.9	62.1 ± 1.6	62.5 ± 1.8	62.8 ± 2.2	61.2 ± 1.1
	低栄養	62.2 ± 1.7	62.0 ± 1.0	63.3 ± 1.2	62.2 ± 1.0	61.3 ± 1.3
ボリス ブラウン	対照	62.3 ± 1.6 <sup>a</sup>	60.9 ± 1.5	61.1 ± 0.8	60.6 ± 1.4	57.8 ± 1.3 <sup>a</sup>
	A	61.2 ± 2.2 <sup>a</sup>	60.1 ± 3.1	60.2 ± 2.9	59.5 ± 1.2	56.9 ± 2.2 <sup>a</sup>
	AGVP	56.9 ± 2.2 <sup>b</sup>	59.0 ± 3.6	58.7 ± 3.2	56.0 ± 1.0	52.9 ± 1.6 <sup>b</sup>
	低栄養	60.9 ± 2.8 <sup>a</sup>	60.8 ± 2.6	60.5 ± 1.4	57.8 ± 2.0	57.2 ± 1.3 <sup>a</sup>

平均値±標準偏差

異符号間に有意差あり ( $P < 0.05$ )

表6 飼料摂取量の推移

		(g/羽/日)					
銘柄	区\期	1期	2期	3期	4期	5期	6期
ジュリア	対照	102.5 ± 2.0	113.6 ± 4.2	105.6 ± 2.2	127.5 ± 3.4	122.0 ± 5.2	125.8 ± 1.7 <sup>b</sup>
	A	101.8 ± 4.4	114.1 ± 2.8	111.1 ± 7.2	131.1 ± 2.7	119.5 ± 6.6	124.6 ± 4.8 <sup>b</sup>
	AGVP	102.5 ± 3.4	117.5 ± 3.6	113.8 ± 2.0	134.1 ± 7.6	131.3 ± 8.6	133.2 ± 4.2 <sup>a</sup>
	低栄養	103.0 ± 3.8	117.2 ± 2.9	112.0 ± 2.9	135.4 ± 2.3	125.3 ± 2.9	136.7 ± 6.3 <sup>a</sup>
ボリス ブラウン	対照	108.7 ± 3.6	128.4 ± 4.3	115.4 ± 2.0	136.6 ± 6.0	129.5 ± 6.6	127.1 ± 2.9
	A	112.2 ± 2.1	128.2 ± 5.0	118.2 ± 1.7	140.0 ± 2.9	128.7 ± 3.4	130.0 ± 2.7
	AGVP	111.5 ± 2.3	125.9 ± 3.7	117.1 ± 2.5	137.6 ± 4.6	129.2 ± 2.1	129.3 ± 2.2
	低栄養	112.4 ± 1.2	132.0 ± 4.2	118.5 ± 1.9	141.0 ± 4.6	130.0 ± 4.5	134.4 ± 5.8

  

銘柄	区\期	7期	8期	9期	10期	11期
ジュリア	対照	122.0 ± 4.0	118.6 ± 2.8	112.6 ± 3.9 <sup>c</sup>	112.7 ± 0.9	110.4 ± 2.6
	A	127.7 ± 6.8	125.1 ± 3.7	114.2 ± 7.1 <sup>bc</sup>	117.4 ± 7.4	119.2 ± 4.7
	AGVP	128.1 ± 0.8	127.7 ± 3.7	124.0 ± 2.2 <sup>a</sup>	119.1 ± 2.9	121.2 ± 4.2
	低栄養	113.0 ± 14.0	128.1 ± 6.4	122.1 ± 8.6 <sup>ab</sup>	121.1 ± 5.0	120.5 ± 8.3
ボリス ブラウン	対照	124.0 ± 4.0	122.2 ± 2.9	111.5 ± 4.5	110.2 ± 3.3	110.7 ± 5.2
	A	127.6 ± 5.2	128.0 ± 11.1	117.4 ± 5.8	110.8 ± 3.7	108.4 ± 5.8
	AGVP	121.8 ± 3.4	127.6 ± 13.3	112.4 ± 8.1	111.5 ± 5.8	110.9 ± 14.3
	低栄養	126.7 ± 3.1	121.2 ± 3.7	118.7 ± 6.2	113.7 ± 4.4	106.2 ± 9.0

平均値±標準偏差

異符号間に有意差あり ( $P < 0.05$ )

表7 飼料要求率の推移

銘柄	区\期	1期	2期	3期	4期	5期	6期
ジュリア	対照	2.41 ± 0.17	2.08 ± 0.09	1.85 ± 0.01	2.20 ± 0.09	2.09 ± 0.11	2.10 ± 0.04 <sup>ab</sup>
	A	2.34 ± 0.17	2.05 ± 0.05	1.93 ± 0.12	2.22 ± 0.03	2.00 ± 0.12	2.04 ± 0.08 <sup>b</sup>
	AGVP	2.38 ± 0.03	2.13 ± 0.09	1.84 ± 0.14	2.29 ± 0.14	2.19 ± 0.16	2.18 ± 0.05 <sup>a</sup>
	低栄養	2.29 ± 0.09	2.12 ± 0.03	1.93 ± 0.03	2.28 ± 0.05	2.06 ± 0.06	2.19 ± 0.09 <sup>a</sup>
ボリス ブラウン	対照	2.13 ± 0.07	2.18 ± 0.07	1.90 ± 0.07	2.21 ± 0.07	2.08 ± 0.11	2.04 ± 0.01
	A	2.27 ± 0.09	2.19 ± 0.09	1.97 ± 0.05	2.32 ± 0.12	2.14 ± 0.07	2.13 ± 0.07
	AGVP	2.44 ± 0.18	2.26 ± 0.13	2.06 ± 0.11	2.34 ± 0.15	2.21 ± 0.16	2.21 ± 0.15
	低栄養	2.25 ± 0.13	2.25 ± 0.08	2.03 ± 0.09	2.37 ± 0.07	2.14 ± 0.08	2.23 ± 0.12

  

銘柄	区\期	7期	8期	9期	10期	11期
ジュリア	対照	1.96 ± 0.06 <sup>ab</sup>	1.96 ± 0.05	1.85 ± 0.10	1.84 ± 0.04	1.89 ± 0.06
	A	2.13 ± 0.11 <sup>a</sup>	2.06 ± 0.08	1.86 ± 0.13	1.96 ± 0.12	1.97 ± 0.06
	AGVP	2.06 ± 0.08 <sup>a</sup>	2.05 ± 0.06	1.98 ± 0.09	1.90 ± 0.08	1.98 ± 0.10
	低栄養	1.82 ± 0.18 <sup>b</sup>	2.07 ± 0.08	1.93 ± 0.16	1.95 ± 0.09	1.97 ± 0.14
ボリス ブラウン	対照	1.99 ± 0.10	2.01 ± 0.06	1.82 ± 0.07	1.82 ± 0.08	1.92 ± 0.11
	A	2.08 ± 0.09	2.13 ± 0.31	1.95 ± 0.12	1.86 ± 0.08	1.91 ± 0.06
	AGVP	2.14 ± 0.10	2.16 ± 0.12	1.92 ± 0.24	1.99 ± 0.14	2.10 ± 0.28
	低栄養	2.08 ± 0.05	1.99 ± 0.03	1.96 ± 0.11	1.97 ± 0.13	1.86 ± 0.15

平均値±標準偏差  
異符号間に有意差あり ( $P < 0.05$ )

表8 全期間の平均産卵成績

銘柄	区	産卵率 (%)	卵重 (g/個)	産卵日量 (g/羽)	飼料摂取量 (g/羽/日)	飼料要求率
ジュリア	対照	93.1 ± 2.0	61.9 ± 0.4	57.6 ± 0.9	115.8 ± 0.9	2.01 ± 0.04
	A	94.1 ± 1.1	61.7 ± 0.5	58.1 ± 0.9	118.7 ± 2.6	2.04 ± 0.04
	AGVP	95.0 ± 1.2	62.2 ± 0.2	59.1 ± 0.9	123.0 ± 0.8	2.08 ± 0.04
	低栄養	95.3 ± 0.5	62.1 ± 0.8	59.3 ± 0.8	121.3 ± 3.5	2.05 ± 0.05
ボリス ブラウン	対照	93.6 ± 0.7	64.1 ± 0.4	60.0 ± 0.7 <sup>a</sup>	120.4 ± 1.3	2.01 ± 0.04
	A	92.2 ± 4.1	63.8 ± 0.9	58.8 ± 1.9 <sup>ab</sup>	122.7 ± 1.5	2.08 ± 0.09
	AGVP	88.8 ± 4.5	63.2 ± 1.0	56.1 ± 2.5 <sup>b</sup>	121.3 ± 0.7	2.16 ± 0.11
	低栄養	92.9 ± 1.7	63.1 ± 0.6	58.6 ± 1.4 <sup>ab</sup>	123.2 ± 2.9	2.10 ± 0.06

平均値±標準偏差  
異符号間に有意差あり ( $P < 0.05$ )

(2) 卵質成績

全期間の卵質成績の平均値を表9に示した。

ア 卵重

両銘柄とも試験区間に有意差は認められなかった。

イ 卵殻強度

両銘柄とも試験区間に有意差は認められなかった。

ウ 卵殻厚

ジュリアでは低栄養区で対照区およびA区に比べて有意に高い値を示した ( $P < 0.05$ )。

ボリスブラウンでは試験区間に有意差は認めら

れなかった。

エ ハウユニット

両銘柄とも試験区間に有意差は認められなかった。

オ 卵黄色

ジュリアではAGVP区と低栄養区で対照区およびA区に比べて有意に高い値を示し、対照区はA区に比べて有意に高い値を示した ( $P < 0.05$ )。

ボリスブラウンではAGVP区と低栄養区で対照区およびA区に比べて有意に高い値を示した ( $P < 0.05$ )。



表9 全期間の平均卵質成績

銘柄	区	卵重 (g)	卵殻強度 (kg/cm <sup>2</sup> )	卵殻厚 (mm)	ハウユニット	卵黄色
ジュリア	対照	62.2 ± 3.7	3.66 ± 0.44	0.346 ± 0.013 <sup>b</sup>	90.1 ± 2.3	8.4 ± 0.46 <sup>b</sup>
	A	62.2 ± 3.8	3.65 ± 0.40	0.348 ± 0.010 <sup>b</sup>	89.0 ± 2.6	8.1 ± 0.40 <sup>c</sup>
	AGVP	62.8 ± 4.1	3.73 ± 0.38	0.351 ± 0.010 <sup>ab</sup>	88.6 ± 2.8	9.0 ± 0.27 <sup>a</sup>
	低栄養	62.4 ± 4.0	3.76 ± 0.40	0.355 ± 0.012 <sup>a</sup>	88.9 ± 2.7	8.9 ± 0.35 <sup>a</sup>
ボリス ブラウン	対照	65.1 ± 3.3	3.74 ± 0.39	0.352 ± 0.006	90.4 ± 3.9	8.7 ± 0.59 <sup>b</sup>
	A	64.1 ± 3.0	3.53 ± 0.41	0.346 ± 0.010	91.6 ± 3.0	8.5 ± 0.46 <sup>b</sup>
	AGVP	63.4 ± 2.6	3.65 ± 0.30	0.352 ± 0.006	90.6 ± 3.5	9.5 ± 0.30 <sup>a</sup>
	低栄養	63.6 ± 3.4	3.56 ± 0.30	0.348 ± 0.012	91.1 ± 3.0	9.4 ± 0.38 <sup>a</sup>

平均値±標準偏差

異符号間に有意差あり ( $P < 0.05$ )

## (3) 飼料費

試験期間中に摂取した飼料費を表10に示した。1

羽当たりの飼料費は、両銘柄ともに低栄養区が最も安価であった。

表10 試験期間中の飼料費

銘柄	区	飼料摂取量 (kg/羽)	単価 (円/kg)	飼料費 (円/羽)
ジュリア	対照	35.7	38.9	1,388
	A	36.5	38.4	1,403
	AGVP	37.9	37.7	1,428
	低栄養	37.4	37.0	1,385
ボリス ブラウン	対照	37.1	38.9	1,442
	A	37.8	38.4	1,453
	AGVP	37.4	37.7	1,409
	低栄養	37.9	37.0	1,404

## 2. 消化試験

消化試験から求めた代謝率を表11に示した。有意差は認められなかったが基礎飼料に酵素剤Aを添加することにより、エネルギー代謝率は基礎飼料よりも高くなる傾向を示した。酵素剤添加による向上率は5.6%であった。なお、3種類の酵素剤を添加したAGVP区では代謝率の向上効果が認められなかった。

表11 消化試験による代謝率 (%)

区	代謝率
基礎飼料	73.8 ± 4.9
A	77.9 ± 0.8
AGVP	73.7 ± 1.4

平均値±標準偏差

## 考 察

酵素剤Aについては、トウモロコシ中の難消化デンプンの分解を促進し、飼料中のエネルギー利用率向上を

期待して、代謝エネルギーを対照区よりも2.1%低くした低エネルギー飼料に0.02%添加した。酵素剤Aを添加したA区は、ジュリア、ボリスブラウン両銘柄ともに給与エネルギーの低下による飼料摂取量の増加はみられず対照区と同等の値であった。また、産卵性および卵質成績ともに対照区と同等の成績であった。飼料費は両銘柄ともに試験区中低栄養区が最も安価であったが、消化試験の結果からは有意差は認められないものの、エネルギー代謝率が基礎飼料区に比べて高い傾向がみられることから、今後の飼料価格の動向によっては、飼料費の低減が期待できると推察された。

AGVP区は、酵素剤の混合利用によるさらなるエネルギー利用率の向上と蛋白質の利用率向上を想定して、代謝エネルギーを対照区よりも4.7%低くし、粗蛋白質を3.5%低くした低エネルギー、低蛋白飼料に酵素剤A、G、VPを添加した。AGVP区はジュリアで飼料摂取量の増加傾向が認められ、6期と9期には対照区およびA区に比べて有意に高い値を示していたことから、飼料中のエネルギー不足の影響と考えられた ( $P < 0.05$ )。ボリスブラウンでは産卵率、産卵日量で他の区より低くな

る傾向が認められ、全期間の平均では対照区より有意に低い値を示し( $P < 0.05$ )、蛋白質またはアミノ酸不足による影響が考えられた。また、飼料要求率は高くなる傾向が認められた。飼料費は飼料摂取量の増加傾向がみられたジュリアでは試験区中最も高い1羽当たり1,428円であった。一方ボリスブラウンでは低栄養区に次いで低い1,409円であった。代謝率の向上効果は少なくとも今回の消化試験では認められず、当初期待しただけのエネルギー利用効率向上はみられなかったものと考えられる。

以上の結果から、酵素剤Aの単独給与は飼料単価の低減の可能性が明らかとなったが、G2、VPの2種類の混合利用と同様に(伊藤と脇2017)A、G2、VPの3種類の酵素剤の混合利用は期待した効果はみられなかった。このことから酵素剤の混合利用については給与する酵素剤の組み合わせや、銘柄によってはその効果が十分に発揮されない可能性が示された。また、飼料原料に対する各酵素による代謝率の向上割合の期待値が実際よりも高かった可能性もあり、酵素剤のさらなる有効利用のためにこれらの課題を解決していく必要がある。

## 引用文献

- 財団法人 畜産生物化学安全研究所、2005、抗菌剤非依存型畜産のガイドライン:1-15
- 古谷修・山本朱美・伊藤稔・青木幸尚、2001、豚の消化試験における指標物質としてのセライト添加酸不溶性灰分の利用、日本養豚学会誌38:171-176
- 石橋晃監修、2001、新編動物栄養試験法、養賢堂:175-178
- 一色泰・中広義雄、1983、ペクチナーゼ、キシラナーゼおよびセルラーゼの添加給与による鶏ひなの飼料利用性向上、日本家禽学会誌20(4):237-243
- 伊藤香葉・脇雅之、2017、採卵鶏飼料への非デンプン性多糖類分解酵素とペクチン・キシログルカン分解酵素の添加効果、千葉畜七研報17:25-32
- Lazaro R, Garcia M, Aranibar MJ and Mateos GG、2003、Effect of enzyme addition to wheat,-barley and rye-based diets on nutrient digestibility and performance of laying hens、Br Poult Sci. 44:256-265
- Mirzaie S, Zaghari M, Aminzadeh M and Mateos GG、2012、Effects of wheat inclusion and xylanase supplementation of the diet on productive performance, nutrient retention, and endogenous intestinal enzyme activity of laying hens、Poult Sci. 91:413-425
- 村野多可子・青木大輔、2007、2種類の飼料添加物と2種類の混合飼料添加給与が採卵鶏の卵殻質に及ぼす影響、千葉畜七研報7:23-30
- 独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構編、2011、日本飼養標準・家禽(2011年版)、中央畜産会:12-15
- 吉田実・阿部猛夫、1982、畜産における統計的方法、中央畜産会:26-137