

ウズラにおける大豆粕代替原料としてのゴマ粕の利用が 産卵性及び飼料価格に及ぼす影響

美濃口直和¹⁾・柴野美子¹⁾・小柳津昇馬²⁾・片山壮二²⁾・田口 稔³⁾・宮川博充¹⁾

摘要:飼料原料価格の高騰により、タンパク質水準が高い養鶏用配合飼料は、魚粉や大豆粕を多く含むことから、養鶏用配合飼料に比べて高価となっている。そこで本研究では、配合飼料価格の低減を目的として、大豆粕の代替原料としてゴマ粕を用いた場合の、産卵性を損なわない代替割合の上限及び飼料価格の削減効果について検討した。

1 産卵期のウズラにおいて産卵性を維持できるゴマ粕の代替上限割合は 10%と考えられた。

2 ゴマ粕 10%区の試験期間中の 1 羽あたり飼料費は、0%区に比べて約 4%低減した。

3 卵黄中のセサミン含量は、飼料中のゴマ粕代替割合に応じて増加した。

以上の結果から、大豆粕の代替原料としてゴマ粕を10%まで配合することは、産卵性を維持しつつ飼料費を約4%削減でき、さらに機能性成分であるセサミンの卵黄中への移行により卵の付加価値を高まることが示唆された。

キーワード:ウズラ、大豆粕、ゴマ粕、セサミン、産卵性、飼料価格

Sesame Meal as a Substitute for Soybean Meal in Quails and Effects on Egg Production and Feed Costs

MINOGUCHI Naokazu, SHIBANO Miko, OYAIKU Shoma, KATAYAMA Souji,
TAGUCHI Ryoya and MIYAKAWA Hiromitsu

Abstract: Owing to the rising costs of feed ingredients, the price of formulated feed for quails—whose protein requirements are high, leading to heavy reliance on different protein sources, such as fishmeal and soybean meal—is higher than that for chickens. Aiming to reduce feed costs without compromising laying performance, this study evaluates sesame meal as a substitute for soybean meal, as soybean meal has recently experienced a surge in price following that of fishmeal. The key findings are as follows:

1 Substituting 10% of soybean meal with sesame meal was identified as the upper substitution limit beyond which egg production in laying quails is impaired.

2 During the trial period, the feed cost per quail in the 10% sesame meal group was approximately 4% lower than that in the 0% sesame meal group.

3 The sesame content in egg yolks increased in proportion to the dietary inclusion level of sesame meal.

These findings suggest that replacing up to 10% of soybean meal with sesame meal in quail diets can maintain egg production, reduce feed costs by approximately 4%, and enhance the functional value of eggs through the transfer of sesame into the yolk.

Key Words: Quail, Soybean meal, Sesame meals, Sesamin, Egg production, Feed costs

¹⁾畜産研究部 ²⁾JAあいち経済連 ³⁾JA全農くみあい飼料(株)

本研究は、JA愛知経済連との共同研究により実施した。

(2025.9.3受理)

緒言

ウズラの粗タンパク質(CP)要求量は、日本飼養標準「家禽」¹⁾によると、産卵期は22%とニワトリ15.5%と比べて高い。そのため、古くから市販の養鶏用配合飼料中には、CP源として動物性タンパク質では魚粉を5%～15%の幅で、植物性タンパク質では大豆粕を20%前後と多く配合されている。

飼料原材料の高騰が続いていることにより、特に、魚粉価格は高騰し、下がることなく高値で安定している。さらに、近年は大豆粕の価格も高騰していることから、養鶏用配合飼料価格が養鶏用(産卵鶏)配合飼料価格に比べて1.5～2.0倍高く、生産現場から飼料価格の低減が以前に増して強く求められている。

著者ら²⁾は、産卵期のウズラ用配合飼料価格の低減を目指し、魚粉の代替原料として大豆粕やコーングルテンミール等の植物性油粕類を用いることにより、生産性を損なわない範囲内での魚粉配合割合の下限値並びに飼料価格の低減割合を調査した。その結果、魚粉配合割合の下限値は3%程度であり、飼料費は魚粉9%配合時と比べて5%程度低減することができたと報告している。

そこで、本研究では、これまでの成果である魚粉3%を基に、更なる飼料価格の低減を図ることを目的に、大豆粕の代替原料として食品製造副産物であるゴマ粕を用いることにより、生産性を損なわない範囲内でのゴマ粕代替割合の上限値並びに飼料価格の低減割合を調査した。

材料及び方法

1 試験1: ゴマ粕代替割合域の検討

(1) 供試ウズラ及び飼育方法

供試したウズラは、2021年6月28日餌付けのニホンウズラ雌(県保有系統BC交雑)360羽を用いた。

飼育方法は、当場の慣行法に従った。餌付け時から35日齢までは、ウインドウレス育雛舎で育成用ケージ(間口25cm×奥行き54cm×高さ15cm)に22羽前後収容し、35日齢以降は、飼養試験用ウズラ舎に移動して、成鶏用ケージ(間口60cm×奥行き40cm×高さ12cm)に30羽収容して飼育した。光線管理は、餌付け時から35日齢までは24時間照明、35日齢から試験終了時までは18時間照明(4時点灯、22時消灯)とした。また、照度は5から10ルクスの範囲内とした。給与飼料は、35日齢までは、市販養鶏用育成飼料(CP24%、ME2800Kcal/kg)、35日齢から試験終了時までは試験用飼料(CP23%、ME2800 Kcal/kg)を不断給餌した。なお、試験用飼料の組成原材料及び栄養成分は、表1に示した(各原材料の配合割合は、原材料区分毎にまとめて表記した)。供試飼料の主要な栄養成分(粗タンパク質(CP)、代謝エネルギー(ME)、カルシウム(Ca)、全リン(TP)、更にメチオニン、リジン及びトレオニン等のアミノ酸)については、全て要求量を満たし同じ水準になるように設計した。

(2) 試験区分及び調査項目

試験には、5週齢のニホンウズラを用いた。試験区分は、①ゴマ粕0%区、②ゴマ粕5%区、③ゴマ粕10%区及び④

ゴマ粕15%区の計4試験区とし、それぞれ30羽の3反復とした。試験期間は、5週齢から45週齢までとした。

調査項目は、産卵性評価項目として、産卵率、平均卵重、日産卵量、規格外卵割合(全卵中9.5gから12.5gの範囲内の卵の割合)、飼料摂取量、飼料要求率、生存率及び体重とした。また、産卵前期の増体量や産卵期の卵殻強度を測定した。

(3) 統計処理

統計処理は、生存率は χ^2 検定、それ以外の項目については、一元配置法による分散分析により有意差検定を行い、平均値の多重比較検定はTukeyの方法を用いた。

2 試験2: ゴマ粕代替割合上限値の検討

(1) 供試ウズラ及び飼育方法

供試したウズラは、2022年5月30日餌付けのニホンウズラ雌(県保有系統BC交雑)360羽を用い、飼育方法及び試験用飼料は、試験1に準じた。なお、供試した4種類の飼料価格については、飼料単価のみでなく、実用的な評価の観点から、試験期間中の1羽あたりの飼料費とし、栄養成分同様に実数値での表記ではなく相対比で表記した。

(2) 試験区分及び調査項目

試験区分は、①ゴマ粕0%区、②ゴマ粕8%区、③ゴマ粕10%区及び④ゴマ粕12%区の計4試験区とし、それぞれ30羽の3反復とした。試験期間は、7週齢から45週齢までとした。試験用飼料の組成原材料及び栄養成分は、表2に示した

調査項目は、試験1に準じたが、試験2では経済性の評価項目として、試験期間中の1羽あたりの飼料費(相対比)及び1羽あたりの收支差額(商品化卵販売額から飼料費を控除した額)。以下「粗利益」)を追加した。なお、試験に供試した1羽根あたりの飼料費については、共同研究の取り決めにより実数値を公表できないため、ゴマ粕0%区を100とした相対値で示した。また、粗利益を試算する上でのウズラ卵の規格外卵は37円/個、規格外卵は27円/個(生産者聞き取り調査平均価格2024年)として試算した。さらに、ゴマ粕の利用により、ゴマの機能性成分であるセサミンの卵黄への移行の有無を調べるため、(一般財団法人)日本食品分析センターにおいて、高速液体クロマトグラフィー法を用いて分析した。

(3) 統計処理

試験1に準じた。

結果

1 試験1: ゴマ粕代替割合域の検討

50%産卵日齢、平均卵重、飼料摂取量及び生存率は、各試験区間に差はなかった。しかし、ゴマ粕15%区の産卵率は他区に比べて有意に低かった(表3)。卵殻強度及び産卵前半の増体量は、各試験区間に差はなかった(表4)。

2 試験2: ゴマ粕代替割合上限値の検討

産卵率、平均卵重、規格外卵割合、日産卵量及び生存率は、各試験区間に差はなかったが、ゴマ粕12%区が他の区

と比べて飼料摂取量では有意に多く、飼料要求率が高くなつた(表5)。試験期間中の1羽あたりの飼料費(ゴマ粕0%区を100とした時の相対比)は、ゴマ粕10%区が最も低く、ゴマ粕12%区が最も高かつた(図1)。粗利益も同様に、ゴマ粕10

%区が最も高く、ゴマ粕12%区が最も低かつた(図2)。さらに、卵黄中のセサミン含量は、試験1同様にゴマ粕代替割合に応じて増加した(表6)。

表1 試験飼料の組成(試験1)

原材料区分	原材料	ゴマ粕 0%区	ゴマ粕 5%区	ゴマ粕 10%区	ゴマ粕 15%区
穀類	トウモロコシ	46.0	47.0	48.0	49.0
植物性油粕類	大豆粕	28.1	23.0	17.3	12.3
	コーングレテンミール	6.9	7.0	6.7	6.7
	ゴマ粕	0.0	5.0	10.0	15.0
動物質性飼料	魚粉(CP60%)	3.0	3.0	3.0	3.0
そそう類	米ヌカ	1.0	1.0	1.0	1.0
その他	うずら卵殻、炭酸カルシウム、動物性油脂 リン酸カルシウム、食塩、 パプリカ抽出処理物、無水ケイ酸	15.0	14.0	14.0	13.0

成 分					
粗蛋白質	CP(%)	23.00	23.00	23.00	23.00
代謝エネルギー	ME(Mcal/kg)	2.80	2.80	2.80	2.80
カルシウム	Ca(%)	3.20	3.20	3.20	3.20
有効リン	NpP(%)	0.50	0.50	0.50	0.50
メチオニン	相対比※	100	100	100	100
リシン	相対比※	100	100	100	100
トレオニン	相対比※	100	100	100	100

※ゴマ粕 0%区の含有量を 100 とした時の相対比

表2 試験飼料の組成(試験2)

原材料区分	原材料	ゴマ粕 0%区	ゴマ粕 8%区	ゴマ粕 10%区	ゴマ粕 12%区
穀類	トウモロコシ	46.0	47.0	48.0	48.0
植物性油粕類	大豆粕	28.1	20.2	17.3	15.3
	コーングレテンミール	6.9	6.8	6.7	6.7
	ゴマ粕	0.0	8.0	10.0	12.0
動物質性飼料	魚粉(CP60%)	3.0	3.0	3.0	3.0
そそう類	米ヌカ	1.0	1.0	1.0	1.0
その他	うずら卵殻、炭酸カルシウム、動物性油脂 リン酸カルシウム、食塩、 パプリカ抽出処理物、無水ケイ酸	15.0	14.0	14.0	14.0

成 分					
粗蛋白質	CP(%)	23.00	23.00	23.00	23.00
代謝エネルギー	ME(Mcal/kg)	2.80	2.80	2.80	2.80
カルシウム	Ca(%)	3.20	3.20	3.20	3.20
有効リン	NpP(%)	0.50	0.50	0.50	0.50
メチオニン	相対比※	100	100	100	100
リシン	相対比※	100	100	100	100
トレオニン	相対比※	100	100	100	100

※ゴマ粕 0%区の含有量を 100 とした時の相対比

表3 ウズラにおけるゴマ粕代替割合の違いが産卵性等に及ぼす影響(5~45週齢)(試験1)

区分	50%産卵 日齢	産卵率	卵重	規格卵割合 ※1	日産卵量	飼料摂取量	飼料要求率	生存率※2
	(日齢)	(%)	(g)	(%)	(g)	(g/日・羽)		(%)
ゴマ粕 0%区	47.7±1.5	87.8±2.8 ^a	10.7±0.8	81.3 ^a	9.4	21.9±1.8	2.33	92.1±2.8
ゴマ粕 5%区	48.3±1.5	88.2±3.2 ^a	10.7±0.8	80.9 ^a	9.4	21.8±1.1	2.32	95.8±2.6
ゴマ粕 10%区	47.7±1.5	87.6±2.6 ^a	10.6±0.9	77.5 ^b	9.3	22.9±1.7	2.46	94.5±1.5
ゴマ粕 15%区	48.7±5.5	86.5±2.8 ^b	10.6±0.7	80.0 ^a	9.2	22.2±0.3	2.41	94.4±4.3

^{a-b} 異符号に有意差あり($P<0.05$)

※1 卵重 9.5g~12.5g が占める割合

※2 45 週齢時の生存率

表4 ウズラにおけるゴマ粕代替割合の違いが産卵前期
(5~2週齢)の増体量及び産卵期(5~40週齢)の卵殻
強度に及ぼす影響(試験1)

区分	増体量 (g)	卵殻強度 (kg/cm ²)
ゴマ粕 0%区	50.0±0.5	1.39±0.36
ゴマ粕 5%区	50.8±2.5	1.38±0.28
ゴマ粕 10%区	50.6±4.7	1.35±0.28
ゴマ粕 15%区	49.3±1.8	1.32±0.28

表6 ウズラにおけるゴマ粕代替割合の違いが
卵黄中セサミン含量に及ぼす影響(試験2)

区分	卵黄中セサミン含量 (mg/100g)
ゴマ粕 0%区	検出されず
ゴマ粕 8%区	0.50
ゴマ粕 10%区	0.60
ゴマ粕 12%区	0.70

表5 ウズラにおけるゴマ粕代替割合の違いが産卵性等に及ぼす影響(7~45週齢)(試験2)

区分	産卵率 (%)	卵重 (g)	規格卵割合※1 (%)	日産卵量 (g)	飼料摂取量 (g/日・羽)	飼料要求率	生存率※2 (%)
ゴマ粕 0%区	83.9±3.2	10.5±0.8	81.9±0.7	8.81	22.6±1.6 ^b	2.57 ^b	90.4±4.5
ゴマ粕 8%区	83.4±3.8	10.5±0.7	81.5±0.7	8.76	22.8±1.7 ^b	2.60 ^b	91.4±5.4
ゴマ粕 10%区	84.2±3.9	10.4±0.8	79.6±0.8	8.76	22.1±1.6 ^b	2.52 ^b	90.8±5.6
ゴマ粕 12%区	82.4±5.2	10.3±0.6	78.9±0.7	8.49	23.8±1.4 ^a	2.80 ^a	90.4±6.4

^{a-b} 異符号に有意差あり($P<0.05$)

※1 卵重 9.5g~12.5g が占める割合

※2 45 週齢時の生存率

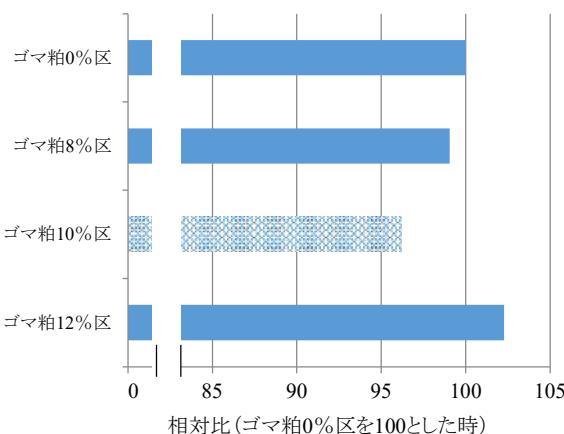


図1 試験期間中の1羽あたりの飼料費(相対比) (試験2)

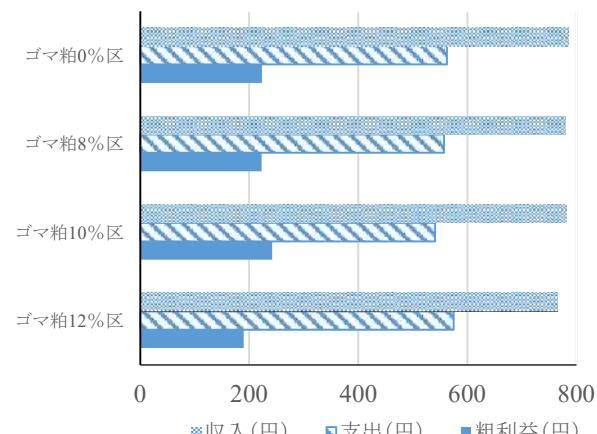


図2 試験期間中の1羽あたりの粗利益(試験2)

考察

大豆粕は、粗タンパク質含量が約46%と高く、アミノ酸バランス(メチオニン0.64%、リジン2.83%、シスチン0.71%、トレオニン1.83%等)も良く、さらに、アミノ酸有効率(メチオニン93%、リジン90%、シスチン88%、トレオニン89%)も高いことから、家畜飼料の最も代表的なタンパク質源として、ニワトリを始めウズラ等の家きん用飼料にも広く用いられ、10%から20%の範囲内で配合されている^{1,3)}。

これに対して、ゴマ粕は、ゴマの種実より採油する際に得られる食品製造副産物で、粗タンパク質含量が大豆粕とほぼ同じ46%である。アミノ酸バランスも良いが、大豆粕と比べてメチオニンがやや多く、リジンが少なく、アミノ酸有効率もメチオニン80%、リジン25%、シスチン65%、トレオニン54%と低い。また、ミネラルは、大豆粕に比べてカルシウム、リン、鉄及び亜鉛が多い^{1,3)}。

Mampatu,M et al⁴⁾は、産卵鶏に対する大豆粕の代替原料としてのゴマ粕の配合割合について、不足するリジンを添加したCP17%の飼料を用いて、産卵性を損なわない範囲内の飼料タンパク質中に占めるゴマ粕由来タンパク質の割合(試験1:0%、12.6%、25.3%、38.0%及び50.6%、試験2:0%、4.7%、9.4%、14.1%、18.8%及び23.6%)について検討している。その結果、ゴマ粕由来のタンパク質割合が、38.0%以上になると産卵率、卵重、飼料摂取量及び体重が対照の大豆粕と比べて有意に低下し、ゴマ粕由来タンパク質割合の上限値は18.8%(ゴマ粕代替割合としては6%程度)が適当と報告している。また、金子ら⁵⁾は、肉用鶏(ブロイラー)に対するゴマ粕の配合レベルと成長等について調べ、ゴマ粕の配合量が増加するに従い増体量は低くなり、特にゴマ粕の配合割合が14.1%では、増体量は悪かったと報告している。

また、山上ら⁶⁾は、ゴマ粕のアミノ酸有効率は、大豆粕と比べて総じて悪く、特にリジンの有効率は、大豆粕の90%に対して25%と低いことから、アミノ酸有効率を考慮して設計する必要があると報告している。

ウズラに対するゴマ粕給与と産卵性等への影響を調べた報告は、これまでなく、今回実施した試験が初めての報告である。今回、試験1では、ゴマ粕の代替割合を0%、5%、10%及び15%の4段階に分けて調べたが、各区産卵性に大きな差はなかったが、ゴマ粕15%区での産卵率が他の区に比べて有意に低かった。また、増体量も各区間に差はなかったが、ゴマ粕15%区が一番低かった。試験2では、ゴマ粕の代替割合の上限を12%にして産卵性を調べたが、ゴマ粕12%区で産卵率や卵重に有意な差はなかったが一番低く、さらに、飼料摂取量は他の区に比べて有意に高かったことから、ウズラに対する代替割合の上限は10%程度が適当と考えられた。ニワトリでのMampatu,M et al⁴⁾の報告と比べて、今回ウズラでの代替割合の上限の方が高かったことは、栄養成分の要求量がニワトリとは異なること、飼料設計において主要な単体アミノ酸を配合したこと及びアミノ酸有効率を考慮して飼料設計したことが要因として考えられた。産卵率や卵重のやや低下により、ゴマ粕の代替割合の上限値が10%となった要因について特定することは難しいが、飼料中栄養成分の

不足が影響した可能性は高い。具体的に、今回供試した飼料の栄養成分については、全ての試験区でタンパク質、代謝エネルギー、さらに、主要アミノ酸(メチオニン、リジン、シスチン及びトリプトファン)は、有効率も考慮して要求量を満たすようにしたことから、その要因として、エネルギー摂取量の違い(一般的に産卵率低下の要因)は考えにくく、ゴマ粕のアミノ酸有効率は大豆粕に比べて低いことから、メチオニンやリジン等主要アミノ酸については要求量を満たすよう設計しているが、主要なアミノ酸以外のアミノ酸については、充足していなかった可能性が高く、今後さらに検討する必要があると思われた。

ゴマ粕にはフィチン酸が多く、カルシウムや亜鉛等の栄養素の利用率を低下させることから、多給すると脚弱や成長障害が起こりやすいと言われている⁷⁾。今回、試験1において、各試験区における卵殻強度を調べたが、卵殻強度には差は認められなかつたことから、ウズラではゴマ粕15%の代替割合では卵殻質に影響を及ぼさないと考えられた。

本研究の最も重要な飼料費の低減化について、今回は、飼料単価の単純比較ではなく、試験期間中の1羽あたりの飼料費として実用的に評価した。ただ、試験に供試した飼料単価については、共同研究の取り決めにより実数値を公表できないため、ゴマ粕0%区を100とした相対値で示した。その結果、ゴマ粕12%区を除き、ゴマ粕の代替割合に応じて、試験期間中の1羽あたりの飼料費(相対比)は低くなった。ゴマ粕12%区は、飼料単価としては、他の区に比べて飼料単価が一番安かったものの、飼料摂取量が一番多かつたことから、1羽あたりの飼料費は高くなつたと考えられた。飼料摂取量が高くなつた要因は、ゴマ粕代替により、主要なアミノ酸以外のアミノ酸等の栄養成分が不足した可能性があると考えられた。

ゴマの機能性成分であるセサミン等のリグナン類は、生体内における抗酸化作用を始め、血中や肝臓におけるビタミンE含量を増加させることが報告されている⁸⁾。ゴマ粕は、ゴマ種子からごま油を搾った粕ではあるがセサミンが残存している⁹⁾。今回、試験1及び2を通して、ゴマ粕を給与することにより、機能性成分であるセサミンが卵黄中に移行することが確認された。さらに、ゴマ粕の代替割合に応じて卵黄中のセサミン含量が高くなることが明らかとなり、ゴマ粕を用いることによるウズラ卵の付加価値化が期待された。

以上のことから、飼料の栄養水準をCP23% ME2800kcal/kg、魚粉配合割合を3%とする一定の下、大豆粕の代替原料としてゴマ粕を用いた場合、産卵期のウズラの産卵性を損なわない範囲での代替割合の上限値は10%が適当と考えられた。さらに、1羽あたりの飼料費(相対比)もゴマ粕無配合と比べて4%程度低減しつつ卵黄中へ機能性成分であるセサミンが移行して、ウズラ卵の付加価値化が高まることが明らかとなつた。

残された課題は、飼料原材料の大部分を海外に依存しているわが国の畜産の現状から、配合飼料価格の低価格化はウズラのみならず畜産共通の大きな課題であり、今後も続く重要な研究テーマと考えられる。(1)ゴマ粕については、今回の試験を通して大豆粕の代替として利用することが可能であると明らかになつたことから、今後は、飼料会社や生産現場

へ安定してゴマ粕が供給できる仕組みを構築することが考えられた。(2)ウズラの生産現場では、依然根強い魚粉利用があることから、引き続き、魚粉等タンパク質源の代替原料の模索が重要な課題である。特に、将来を見据えて、魚粉と栄養成分が比較的近い新規代替原料となる可能性が高いアメリカミズアブやイエバエ等飼料用昆虫のウズラへの適用性研究今後取り組んで行く必要があると思われた。

引用文献

1. 独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構. 日本飼養標準・家禽(2011年版). 社団法人中央畜産会. p.79-83(2012)
2. 美濃口直和, 長谷川恵実香, 井上賢治, 神村圭哉, 榮田拓起, 鈴木貴忠, 佐藤正美, 宮川博充. ウズラにおける魚粉代替原料としての植物性蛋白質の利用が産卵性及び飼料価格に及ぼす影響. 愛知農総試研報. 56,58-63 (2024)
3. 古瀬充宏. ニワトリの科学. 喜多一美(執筆者). 朝倉書店. 東京. p.90-91(2014)
4. Mamputu M and Buhr R J. Effect of Substituting Sesame Meal for Soybean Meal on Layer and Broiler performance. *Poultry Science.* 74, 672-684(1995)
5. 金子国雄, 山崎光一, 田川裕治, 徳永睦子, 飛佐学, 古瀬充宏. ゴマ粕給与がブロイラーの成長、肉成分及び脂肪蓄積に及ぼす影響. 家禽会誌. 39(1), 56-62(2002)
6. 山上善久, 杉原健一. ゴマ粕の産卵鶏に対する給与法改善と卵の食味に及ぼす影響. 埼玉鶏試研報. 27,1-6(1994)
7. Cuca,M.,and M.L.,Sunde. The availability of calcium from Mexican and Californian sesame meals. *Poultry Science.* 46, 994-1002(1967)
8. 秋元健吾, 新免芳史, 沖田定喜, 小野佳子. 胡麻に含まれるセサミンの機能解明と健康食品の開発. 化学と生物. 56(9), 598-604(2018)
9. 佐藤幹, 石橋晃. 飼料学(103)-VII飼料用油脂ー.畜産の研究67(10), 1011-1016(2013)
10. 川崎淨教. 昆虫の飼料利用に関する研究動向と今後の課題. 日畜会報 92(3), 265-278(2021)