

脱塩醤油粕の給与がメスウズラの成長と性成熟に及ぼす影響

橋口峰雄・矢野公伸

Effect of Desalted Soy Sauce Cake on Body Growth and Sexual Maturity in Female Quail

Mineo HASHIGUCHI and Kiminobu YANO

Abstract

The present study was performed to investigate body growth, feed utilization and sexual maturity in female quail fed diets containing desalted soy sauce cake (DSSC). Supplementation of 10% DSSC depressed body growth during a raising period. Feed intakes did not varied due to the amount of DSSC in diets, but feed requirement tended to increase with increased amount of DSSC in diets. Age at sexual maturity was not different between the treatment groups, and ovary weight was heavier in the 10% DSSC group than the other groups. No differences were observed in body weight, breast muscle weight and abdominal fat weight at sexual maturity between the treatment groups. The results indicated that the supplementation of more than 5% DSSC depressed body growth during a raising period but did not influenced age at sexual maturity.

Key Words : Desalted soy sauce cake, Growth, Sexual maturity, Quail

緒 言

日本における飼料穀物の大部分は外国からの輸入に依存している。しかしながら、近年飼料穀物の需給は、世界的な畜産物の消費量の増加による飼料穀物の需要の増加、主要な飼料穀物であるトウモロコシのバイオエタノール生産などの他の用途での利用拡大、異常気象による穀物生産量の不安定などにより逼迫しており、その価格は高値安定の状態にあり、この状況は今後ますます厳しくなるものと考えられている。畜産物の生産において生産費の主要な部分は飼料費によって占められており、農産物の輸入自由化に伴い厳しい価格競争にさらされている状況の下では飼料費の節減が必要であり、そのためには安価な飼料資源を確保することが必要である。

自給飼料を確保するため、最近飼料用米を栽培しホールクロップサイレージとしての利用や飼料米を輸入穀物の代替として利用することが推進されている。一方、農産副産物、食品製造副産物、余剰食品、調理残渣などで産業廃棄物として処理されてきた未利用資源を飼料として活用することもなされている。未利用資源として香川県内において醤油粕が多く産出されているが⁽¹⁾、家禽用

飼料としての利用に関する研究は見当たらない。醤油粕は栄養価があまり高くないが、タンパク質はかなり多く含まれていることが知られている⁽²⁾。醤油粕は現在配合飼料に使われている食品製造粕類に比べ食塩濃度が高く、多給はできないとされている⁽³⁾。しかしながら、醤油粕の脱塩技術の開発が行われ⁽¹⁾、通常の配合飼料と同程度で脱塩醤油粕を供給できると試算されている⁽⁴⁾。本実験では家禽において醤油粕の飼料資源としての利用を図るため、脱塩醤油粕の給与がメスウズラの成長、飼料の利用性と性成熟に対してどのような影響を及ぼすかを調査した。

材料および方法

本実験では64羽の日本ウズラ (*Coturnix coturnix japonica*) を用いた。ウズラを1日齢から21日齢まで保温器付きのバッテリー式育すう器で育成し、その後性成熟(産卵開始)時まで産卵用の単飼用ケージで飼育した。育すう温度は1日齢で34℃とし、以後環境温度に達するまで3日毎に2℃ずつ低下するよう調節した。照明は人工照明で行い、その時間は1日齢では連続照明にし、そ

の後は1日16時間照明（4:00～20:00）8時間暗黒とした。なお、本実験は香川大学の実験動物の取り扱いに関するガイドラインに従って行われた。

ウズラは7日齢に体重測定を行い、各群の平均体重がほぼ同じになるように16羽ずつの4群に分けた。また、飼料摂取量を調べるため、各群はさらに三つのグループに分けた。飼料は1日齢から7日齢まではウズラ用育成飼料（粗タンパク質24%、代謝エネルギー2900kcal/kg）を給与し、その後は実験用飼料を与えた。実験用飼料はトウモロコシと大豆粕をベースにし、これに醤油粕を0%、2%、5%および10%を加え調整した。用いた醤油粕は脱塩処理し、乾燥したもので、水分6.14%、粗タンパク質33.2%、粗脂肪12.83%、粗繊維14.78%、粗灰分3.14%、カルシウム0.54%、全リン0.05%およびナトリウム0.09%を含んでいた。飼料原料の配合割合は線形計画法により求め、飼料に粗タンパク質24%と代謝エネルギー2900kcal/kgを含むように調整した。また、各飼料中のビタミン、ミネラル、必須アミノ酸および必須脂肪酸の量はNRC⁽⁵⁾の養分要求量を満たすように配合設計した。本研究に用いた飼料原料の配合割合と成分量は表1に示すとおりである。

ウズラの体重を7日齢、14日齢、21日齢および28日齢に測定し、育成中の増体量を調べた。また飼料摂取量は7日齢から28日齢まで毎週調べ、育成中の飼料摂取量と飼料要求率を求めた。ウズラは性成熟時まで飼育し、性成熟時（最初の卵を産卵した日）の体重についても測定を行った。体重を測定したのち、麻酔しと殺した。脱羽後直ちに開腹し、卵巣に閉鎖卵胞が存在しないこと、および腹腔内に卵ついでいないことを確認した。その後体脂肪蓄積の指標として腹腔内脂肪と体タンパク質蓄積の指標として胸肉を採取し、それぞれの重量を測定した。また、生殖器の発達を調べるため、卵巣、卵管および初産卵を採取し、それらの重量を測定した。さらに、卵巣については最大卵胞から第6番目の大きさの卵胞を採取し、それぞれの重量を測定した。

得られデータは一元配置の分散分析を行い、また平均値の差の検定はFisherのPLSD法によって行った⁽⁶⁾。

結 果

育成期の成長と飼料の利用性

育成期において脱塩醤油粕の給与量と体成長との関係を調べた結果は表2に示すとおりである。給与1週目の14日齢の体重は脱塩醤油粕の添加量により差異は認められなかったが、21日齢においては10%添加区の体重が対照区より有意に軽くなった。また、28日齢にける体重は

Table 1 Composition of experimental diets (%)

Ingredients	Amount of desalted soy sauce cake (%)			
	0	2	5	10
Dried soy sauce cake	0.00	2.00	5.00	10.00
Corn	54.75	54.24	53.48	52.21
Soybean meal	27.42	25.54	22.73	18.06
Fish meal (60%)	10.31	10.74	11.38	12.42
Defatted rice bran	2.00	2.00	2.00	2.00
Corn gluten feed	2.00	2.00	2.00	2.00
Alfalfa meal (dehydrated)	2.00	2.00	2.00	2.00
Calcium carbonate	0.63	0.57	0.47	0.29
Calcium phosphate	0.11	0.11	0.12	0.13
Sodium chloride	0.17	0.16	0.15	0.12
L-Lysine	0.07	0.10	0.14	0.22
DL-Methionine	0.14	0.14	0.14	0.15
Choline chloride	0.10	0.10	0.10	0.10
Vitamine-mineral premix ¹	0.30	0.30	0.30	0.30
Calculated content				
Metabolizable energy (kcal/kg)	2851	2851	2851	2851
Crude protein	24.20	24.2	24.2	24.20
Crude fat	3.12	3.38	3.78	4.45
Crude fiber	3.49	3.69	3.98	4.48
Crude ash	5.66	5.59	5.47	5.27
Lysine	1.50	1.50	1.50	1.50
Methionine	0.55	0.55	0.55	0.57
Methionine + Cystine	0.92	0.91	0.90	0.90
Threonine	0.95	0.94	0.92	0.90
Tryptophan	0.32	0.31	0.31	0.30
Calcium	1.00	1.00	1.00	1.00
Phosphorus	0.70	0.70	0.70	0.70
Nonphytate phosphorus	0.50	0.51	0.51	0.53
Sodium	0.18	0.18	0.18	0.18
Linoleic acid	1.24	1.22	1.19	1.13

¹Vitamine and mineral premix provided the following per kilogram of diet: all -tarans-retinyl acetate, 2500IU; cholecalciferol, 600IU; DL- α -tocopheryl acetate, 13mg; menadione sodium bisulfate, 1mg; vitamin B₁, 1mg; vitamin B₂, 2mg; vitamin B₆, 1.5mg; pantothenic acid, 7.5mg; cyanocobalamin, 0.002mg; niacin, 20mg; folic acid, 0.5mg; D-biotin, 0.5mg; Fe, 0.3mg; Mn, 600mg; Cu, 50mg; Co, 2mg; Se, 1mg and Zn, 450mg

脱塩醤油粕の添加量が増加するのに伴い直線的に軽くなり、10%添加区は対照区より有意に軽くなった。表3に示すように、7日齢から28日齢までの増体量は有意ではないが、脱塩醤油粕の添加量が増加するのに伴い減少する傾向にあった。一方、飼料摂取量は添加量により差異が認められなかったが、飼料要求率は脱塩醤油粕の添加量が増えるにつれ直線的に高くなる傾向にあった。

Table 2 Body weight during growth in female quail fed diets containing desalted soy sauce cake

Age (days)	Amount of desalted soy sauce cake (%)			
	0	2	5	10
7	21.3 ± 0.4	21.4 ± 0.5	21.5 ± 0.4	21.4 ± 0.4
14	46.9 ± 0.7	47.0 ± 0.7	46.7 ± 0.7	45.5 ± 0.8
21	75.4 ± 1.2 ^{ab}	76.2 ± 0.9 ^b	74.4 ± 1.0 ^{ab}	72.6 ± 1.0 ^a
28	98.5 ± 1.3 ^b	97.7 ± 1.1 ^{ab}	96.8 ± 1.0 ^{ab}	94.6 ± 1.2 ^a

Mean ± SE of 16 birds

Means within a row with no common superscripts are significantly different (P<0.05)

Table 3 Body gain, feed intakes and feed requirement in female quail fed diets containing soy sauce cake

Item	Amount of desalted soy sauce cake (%)			
	0	2	5	10
Body gain (g)	77.2 ± 1.2	76.2 ± 1.5	75.3 ± 0.3	73.2 ± 1.8
Feed intakes (g)	247.3 ± 4.8	248.9 ± 0.4	247.4 ± 1.5	245.2 ± 2.0
Feed requirement	3.20 ± 0.02	3.27 ± 0.06	3.29 ± 0.03	3.35 ± 0.06

Mean ± SE of 16 birds

生殖器官の発達

脱塩醤油粕を添加した飼料を与えたメスウズラの性成熟日齢は44日齢前後で対照区の性成熟日齢と有意な差はなかった(表4)。卵巣重量は10%添加区が5%添加区より有意に重く、また体重当たりの卵巣重量の割合は10%添加区が対照区、2%と5%添加区より有意に高くなった。これに対して、卵管重量と体重当たりの卵管重量の割合はいずれの添加区も対照区と差異がなかった。

また、初産卵の重量は各区の間に差がみられなかった。

卵巣における卵胞の発育をみると(表5)、最大卵胞と第2卵胞は脱塩醤油粕の添加量によって違いは認められなかったが、第3卵胞は10%添加区が5%添加区より重かった。第4卵胞と第5卵胞の重量は10%添加区が他のいずれの区より重くなった。これに対して、第6卵胞の重量はいずれの処理区の間にも差異がなかった。

Table 4 Reproductive organ weights in female quail fed diets containing desalted soy sauce cake

Item	Amount of desalted soy sauce cake (%)			
	0	2	5	10
Age at sexual maturity (days)	44.5 ± 0.5	44.1 ± 0.6	44.3 ± 0.5	43.1 ± 0.7
Ovary wt. (g)	6.3 ± 0.3 ^{ab}	6.3 ± 0.2 ^{ab}	5.7 ± 0.3 ^a	6.8 ± 0.3 ^b
Ovary wt./Body wt. (%)	4.4 ± 0.2 ^{ab}	4.5 ± 0.1 ^{abc}	4.1 ± 0.2 ^a	4.9 ± 0.2 ^c
Oviduct wt. (g)	6.0 ± 0.1	5.9 ± 0.1	5.7 ± 0.1	5.8 ± 0.1
Oviduct wt./Body wt. (%)	4.2 ± 0.1	4.2 ± 0.1	4.1 ± 0.1	4.2 ± 0.1
Egg wt. (g)	7.9 ± 0.1	8.1 ± 0.1	7.9 ± 0.2	7.7 ± 0.2

Mean ± SE of 16 birds

Means within a row with no common superscripts are significantly different (P<0.05)

Table 5 Ovarian follicle weights in quail fed diets containing desalted soy sauce cake

Sequence of follicle size	Amount of desalted soy sauce cake (%)			
	0	2	5	10
1st	2.29 ± 0.05	2.25 ± 0.05	2.14 ± 0.07	2.21 ± 0.06
2nd	1.63 ± 0.06	1.67 ± 0.05	1.49 ± 0.07	1.70 ± 0.06
3rd	1.04 ± 0.06 ^{ab}	1.09 ± 0.05 ^{ab}	0.93 ± 0.07 ^a	1.18 ± 0.07 ^b
4th	0.50 ± 0.05 ^a	0.50 ± 0.04 ^a	0.44 ± 0.05 ^a	0.68 ± 0.07 ^b
5th	0.19 ± 0.04 ^a	0.20 ± 0.03 ^a	0.20 ± 0.04 ^a	0.34 ± 0.04 ^b
6th	0.11 ± 0.04	0.11 ± 0.02	0.10 ± 0.02	0.15 ± 0.03

Mean ± SE of 16 birds

Means within a row with no common superscripts are significantly different (P<0.05)

Table 6 Physical attributes in female quail fed diets containing desalted soy sauce cake

Item	Amount of desalted soy sauce cake (%)			
	0	2	5	10
Body wt. (g)	142.6 ± 1.9	141.6 ± 1.6	138.2 ± 1.6	138.5 ± 2.3
Breast muscle (g)	23.4 ± 0.4	23.3 ± 0.4	22.6 ± 0.3	22.4 ± 0.4
Breast muscle wt./Body wt. (%)	16.4 ± 0.2	16.5 ± 0.2	16.4 ± 0.2	16.2 ± 0.2
Abdominal fat wt. (g)	1.8 ± 0.1	1.7 ± 0.1	1.7 ± 0.1	1.6 ± 0.1
Abdominal fat wt./Body wt. (%)	1.3 ± 0.1	1.2 ± 0.1	1.3 ± 0.1	1.1 ± 0.1
Liver wt. (g)	3.8 ± 0.1	4.0 ± 0.1	3.8 ± 0.1	3.8 ± 0.1
Liver wt./Body wt. (%)	2.7 ± 0.1	2.8 ± 0.1	2.8 ± 0.1	2.8 ± 0.1

Mean ± SE of 16 birds

胸筋量と腹腔内脂肪蓄積

性成熟時における体重は脱塩醤油粕の添加量によって差がみられなかった(表6)。体タンパク質の指標である胸筋重量と体重当たりの胸筋重量の割合も脱塩醤油粕の添加により違いは認められなかった。また、体脂肪蓄積の指標である腹腔内脂肪量と体重当たりの腹腔内脂肪量の割合はそれぞれの処理の間に差異がなかった。さらに、肝臓重量と体重当たりの肝臓重量の割合も処理による違いはみられなかった。

考 察

醤油粕は食塩濃度が高く、家畜に多く給与することはできないことが知られている⁽³⁾。近年、食品副産物の脱塩技術が開発され⁽¹⁾、脱塩した醤油粕が得られるようになってきている。そこで、本研究では脱塩醤油粕をメスウズラに給与し育成期の成長と卵巣の発達に対する影響を調べた。脱塩醤油粕を10%飼料に添加すると、育成期の後半において成長を抑制することが明らかになり(表2)、各添加区の栄養素の量をほぼ同じにした飼料において(表1)脱塩醤油粕の添加限界は5%程度であると考えられる。育成期における飼料摂取量は脱塩醤油粕の添加により影響されなかったが(表3)、飼料要求率は高く、飼料の転換効率が低いことを示している。醤油粕の消化率はタンパク質では穀類に比べ低く、また可溶無窒素物ではかなり低いことが示されている⁽²⁾。従って、栄養素の濃度をほぼ同じにしたのにかかわらず、脱塩醤油粕を多く添加した飼料で育成期の成長が抑制されたのは、脱塩醤油粕の栄養成分の消化率が関係していると考えられる。

本実験において性成熟日齢は脱塩醤油粕の添加により違いがなかったが(表4)、性成熟時の卵巣重量は10%添加区で重くなることが認められた。また卵巣の卵胞の重量は最大卵胞と第2卵胞では添加による差異はなかったが、第3卵胞、第4卵胞と第5卵胞では10%添加区が重くなった(表5)。このように、脱塩醤油粕の飼料へ

の添加は、性成熟に達するための卵胞の発育には影響しないが、第3卵胞から第4卵胞までにおいてその発育を促進していることを示した。しかしながら、この卵胞発育の促進が起こった理由については明らかでないが、育成期の体成長が脱塩醤油粕の給与により抑制され、性成熟時体重が処理群の間ではほぼ同じあることから、性成熟前に代償的な成長がおこっており、卵胞の発育がこの代償的な成長により促されたのかもしれない。本実験においても性成熟時の体重、体タンパク質蓄積の指標である胸筋量および体脂肪蓄積の指標である腹腔内脂肪量は脱塩醤油粕の添加量によって差がみられず(表6)、脱塩醤油粕による影響はないことを示した。家禽においては性成熟が発現するには、体重、体タンパク質蓄積、体脂肪蓄積などが一定以上になることが必要であることが示唆されているが⁽⁷⁻⁹⁾、これらの報告は本実験の結果と一致している。以上のように、育成期の成長は5%を超える量の脱塩醤油粕の添加により抑制されるが、性成熟の発現時期は脱塩醤油粕の給与により影響を受けないことが示された。

摘 要

脱塩醤油粕を添加した飼料を給与したメスウズラの成長、飼料の利用性および性成熟の発現について調査した。育成期の体成長は脱塩醤油粕を10%添加すると抑制された。飼料の摂取量は脱塩醤油粕添加により違いがなかったが、飼料要求率は脱塩醤油粕の添加量が多くなるに伴い高くなる傾向にあった。性成熟に達する日齢と卵管重量は処理による差がなかったが、卵巣重量は10%添加区が重くなった。性成熟時の体重、胸筋重量および腹腔内脂肪量は脱塩醤油粕の添加による差異は認められなかった。これらのことから、育成期の成長は5%を超える量の脱塩醤油粕の添加により抑制されるが、性成熟の発現時期は脱塩醤油粕の添加により影響を受けないことが示された。

引用文献

- (1) 牧野義男, 谷川善弘, 竹上伊津子, 白川武志: 中間プラントによる乾燥脱塩醤油粕の製造. 廃棄物学会論文誌, **9**, 208-214 (1998).
- (2) 農林水産省農林水産技術会議事務局: 日本標準飼料成分表, 中央畜産会 (1995).
- (3) 須藤 浩: 飼料学講義, pp. 295, 養賢堂 (1969).
- (4) 牧野義男: 飼料用醤油粕の製造原価, 香川県食品試験場研究報告, **91**, 9-15 (1998).
- (5) NRC: Nutrient requirements of poultry, Ninth revised ed., pp. 44-45. National Academy Press, Washington, D.C. (1994).
- (6) STEEL R. G. D and TORRIE J. H.: Principles and procedures of Statistics: A biometrical approach, Second ed., pp. 137-171, McGraw-Hill, New York (1980).
- (7) DUNNINGTON E. A. and SIEGEL P. B.: Age and body weight at sexual Maturity in female White Leghorn chickens. Poultry Science, **63**, 828-830 (1984).
- (8) ZELENKA D. J., CHERRY J. A., NIR I. and SIEGEL P. B.: Body weight and composition of Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) at sexual maturity. Growth, **48**, 16-28 (1984).
- (9) BRODY T., EITAN Y., SOLLER M., NIR I. and NITSAN Z.: Compensatory growth and sexual maturity in broiler females reared under severe food restriction from days of hatching. British Poultry Science, **21**, 437-446 (1980).

(2010年11月8日受理)

