

# 「鳥取地どりピヨ」の改良試験 旨み（アラキドン酸）向上試験

## IV ビタミンE飼料添加が肉質に与える影響

尾崎裕昭・福岡規夫・森田憲嗣・奥村敏広

### Effects of Vitamin E feed additive on meat quality.

Hiroaki OZAKI, Norio FUKUMA, Keinji MORITA, Toshihiro Okumura.

#### 要約

鶏肉の新たな美味しさ関連物質として注目されるアラキドン酸（ARA）に着目し、脂肪酸組成におけるARAの増加と高度不飽和脂肪酸（PUFA）を安定化させる可能性のあるビタミンEを三元交雑種（鳥取地どりピヨ、GSRW、シャモとロードアイランドレッド雑種雄×ホワイトロック雌）に給与し、発育と肉質に与える影響を調査した。GSRW100羽に餌付けし、70日齢時に無作為に30羽（雄雌各15羽）を二区に割り当て、対照区には市販飼料を、VE区には市販飼料にビタミンE添加調整（VEとして200IU/Kg）し、給与した。精肉調査は84、98日齢の時に、各区12羽（雄雌各6羽）のと体形質（と体重、腿肉重量、胸肉重量、ササミ肉重量、腹腔内脂肪重量）を調査した。その後、肉色（腿肉と胸肉）、冷解凍ロス、ドリップロス、加熱損失（胸肉）、脂肪酸組成、ビタミンE含量（胸肉）を調査した。統計分析はRにより行い、二群の平均値の比較はt検定より行った。

発育成績について、試験期間中の雌の増体量はVE区が高かった（対照区、VE区の順、以下同様、689g vs 801,  $p<0.05$ ）。FCRは、VE区が対照区より低かった（4.4 vs 4.1）。対照区に脚弱鶏が雄で2羽認められたが、VE区には確認されなかった。精肉調査した項目について、試験区による差は無かった。肉質調査において、腿肉の肉色（L\*とb\*）は98日齢VE区が対照区より高かった（L\* ; 47.7 vs 49.4, b\* ; 9.0 vs 11.0,  $p<0.05$ ）。ドリップロスはVE区が対照区より低かった（2.66 vs 1.77,  $p<0.05$ ）。胸肉のビタミンE濃度はVE区で高い傾向にあった（ $0.3\pm 0.00$  vs  $0.5\pm 0.21$ mg/100g、各3羽、 $p=0.124$ ）今回の試験では、VEの飼料添加（200IU/kg）によって、腿肉中の脂肪酸組成において、PUFAならびにARAやDHAの増加は見られなかったが、発育向上、脚弱低減、ドリップロスの低減が認められた。

#### 緒言

本試験場では交雑種（GSR、シャモ×ロードアイランドレッド）を育種改良、その雄を供給し、ホワイトロック（W）の雌に交配した三元交雑種（GSRW）を地域ブランド鶏（コマーシャル鶏、鳥取地どりピヨ）としている。このGSRWのモモ肉の脂肪酸組成において、アラキドン酸（ARA）等の高度不飽和脂肪酸（PUFA）の総脂肪酸における組成がブロイラーよりも高い特性が明らかとなった<sup>21</sup>。ARAは鶏の新たな旨み関連物質の可能性があり<sup>24</sup>、ARA高含有油脂を添加した飼料を鶏に給与すると、腿肉中のARA含量が増加し、コク味等が向上することが報告<sup>14, 27</sup>されている。しかし、アラキドン酸高含有油脂は高価であるため、より安価な資材の飼料添加により筋肉中のARA含有率を向上させることができれば、普及可能な技術となる。異なる組成の油脂給与によって鶏肉の脂肪酸

組成を変化させることは可能で、例えばリノール酸が多い大豆油脂を飼料添加すると筋肉中のリノール酸、PUFAが増加する<sup>18, 19</sup>が、必ずしもARAは増加しない。そこで、ビタミンE（VE）によるARAの向上<sup>6, 23</sup>、脂質抗酸化作用<sup>9, 12, 18, 19</sup>、肉質の向上<sup>20</sup>、官能評価の向上<sup>4, 26</sup>の機能に着目した。しかし、VEが鶏肉の脂肪酸組成に及ぼす影響は無いとする報告<sup>5, 8, 16</sup>や、影響があるとする報告<sup>1, 2, 6, 23, 28</sup>があり、見解が一定していない。また、これらの研究はコマーシャルブロイラーによるものがほとんどであり、それ以外の品種における調査<sup>23, 28</sup>は少ない。よって、本研究の目的は、ブロイラーとは異なるGSRWにおいて、VEの飼料添加が、PUFAやARAを向上させることを期待し、産肉成績や肉質に与える影響を調査することである。

#### 材料と方法

## 1. 試験計画

調査期間は、平成26年6月13日(餌付け、GSRW100羽)～平成26年9月19日(精肉調査)までの約14週間である。飼育方法は、プラスチック製の柵で区分けした。飼料は餌付けから21日齢まで肥育前期飼料(ME3050cal/kg、CP22%)、21日齢以降は肥育後期無薬飼料(ME3150cal/kg、CP18%)を飽食で給与した。70日齢に試験を開始し、各30羽(雌雄各15羽)ずつ、対照区とVE区(ビタミンE添加区)に割り当てた。対照区は市販飼料を、VE区には市販飼料にビタミンE(ビタミンE100、三輪製薬株式会社)を $\alpha$ トコフェロールアセテートとして、200IU/kgとなるように添加した。飼料の酸化を低減するために、飼料は紙袋から開封後1週間以内で交換、作成した。

84日齢および98日齢に無作為に各区12羽(雌雄各6羽)ずつ選別し、精肉調査を行った。飼育密度は、試験終了まで、8～9羽/㎡となるように調整した。温度管理は餌付けから3週間は26～30℃、21日齢から22～25℃、28日齢から完全に廃温した。点灯管理は、0～4日齢は、40LUX、23明期(L)/1暗期(D)、5～7日齢は20LUX、18L/6D、8～20日齢は20LUX、12L/12D、21日齢から20LUX、8L/16Dとした。

## 2. 調査項目

発育調査として、70、83、97日齢で体重測定および各区の飼料摂取量を測定した。83、97日齢の体重測定後にランダムに精肉調査鶏を選別し、別の柵に入れ隔離絶食した。

精肉調査は84、98日齢の時に行い、と殺開始18時間前は絶食した。と殺順番はランダムとし、と殺方法は、頸部を切開、放血し、63度1分間湯漬けを行い、手作業で手早く脱羽処理した。脱羽後、10℃以下の冷水で冷却し、30分間保持した。解体調査は、と体重、モモ肉重量、ムネ肉重量、ササミ肉重量、腹腔内脂肪重量を測定した。解体処理後、4℃24時間冷却し、測色色差計(Color Meter ZE2000、日本電色工業、東京)にて肉色測定(L\*a\*b\*表色系)を行った。L\*は明度、a\*は赤色度、b\*は黄色度である。ムネ肉は血管、出血などの赤色部の無い胸骨付着面を、モモ肉は半腱様筋を分離し、2回測定し、その平均値を測定値とした。

冷却ロス、ドリップロス、加熱損失はそれぞれ、冷却ロス(%) = { (解凍前重量 - 解凍後重量) ÷ 解凍前重量 } × 100、ドリップロス(%) = { (保存前重量 - 保存後重量) ÷ 保存前重量 } × 100、加熱損失(%) = { (加熱前重量 - 加熱後重量) ÷ 加熱前重量 } × 100、で算出した。脂肪酸組成分析は、測定まで-30℃で保存し、分析委託を行った。

解凍ロス、ドリップロス、加熱損失はそれぞれ、冷却ロス(%) = { (解凍前重量 - 解凍後重量) ÷ 解凍前重量 } × 100、ドリップロス(%) = { (保存前重量 - 保存後重量) ÷ 保存前重量 } × 100、加熱損失(%) = { (加熱前重量 - 加熱後重量) ÷ 加熱前重量 } × 100、で算出した。脂肪酸組成分析は、測定まで-30℃で保存し、分析委託を行った。

## 3. 統計分析

統計分析はR<sup>25)</sup>により行い、Bartlettの等分散性の検定を行い、二群の平均値検定は、不等分散の場合はt検定(Welch法)、等分散の場合はStudent's t検定により行った(t.test関数)。

## 結果と考察

### 1. 発育成績

発育成績を表1に示した。雄、雌、混合による平均体重に差は認められなかった。しかし、各期間の平均増体量では、雄の70～84日齢間、雌の84～98、70～98日齢間で、VE区が高かった。飼料要求率等の成績を表2に示した。試験期間中のFCRは、VE区が対照区より低かった(4.4、4.1)。その他、今回の試験で、対照区に脚弱鶏が2羽認められたが、VE区には確認されなかった。脚弱鶏はいずれも雄であり、84日齢の精肉調査時に合わせて淘汰した。

VEの増体への影響について、増体<sup>7,23)</sup>や飼料効率の改善<sup>17,23)</sup>に効果があると報告されている。Chaeら<sup>7)</sup>はVEは粗蛋白や粗脂肪、総エネルギーの消化率を改善することにより体重を向上させる効果を示唆している。今回、雌の試験期間、雄の一部期間ではあるが、VE区の増体向上、飼料要求率の低減は、これらの報告と合致する。一方でKuttappannら<sup>15)</sup>は飼料中のビタミンEを10～400IU/kgの範囲でブロイラーの発育等を調査した結果、体重に影響はなかったと報告している。これらの差は各試験において、鶏のストレス状況やVE需給のバランスで変わるのかもしれない。

試験期間中のFCRは対照区で上昇したが、同区の脚弱鶏の存在が要求率を上昇させた可能性はある。VEが脚弱を低減する機序として、Chaeら<sup>7)</sup>はVE添加により、脛骨のミネラル含量が高くなり、脛骨強度が上昇することを報告している。本試験の精肉調査では、後肢の骨形態の詳細なデータは記録していないが、一般に発育の良い雄の大腿骨や脛骨の湾曲が認められ、高体重による影響と考えられる。これらのことから、VEは発育成績向上、脚弱低減に有効である可能性が示唆された。

表1 体重の推移

性別	区	N	体重			増体量					
			70日齢	84日齢	98日齢	70~84日齢	84~98日齢	70~98日齢			
雄	対照区	15	3,518	4,077	4,547	630	b	471	1,114		
	VE区	15	3,520	4,243	4,758	723	a	566	1,259		
雌	対照区	15	2,669	3,117	3,408	447		250	b	690	b
	VE区	15	2,669	3,123	3,493	453		344	a	801	a
混合	対照区	30	3,094	3,597	3,906	536		347	B	876	
	VE区	30	3,095	3,683	4,126	588		455	A	1,030	

※異符号間に有意差あり (ab; p<0.05, AB; p<0.1 )

## 2. 精肉調査 (枝肉成績)

精肉調査成績を表3に示した。VE添加の有無によって、調査項目に有意差は認められなかった。Lohakareら<sup>17)</sup>は、VEの飲水・飼料への添加は中抜き重量%、胸肉%も向上すると報告しているが、同様の結果は得られなかった。また、PUFAの増給が腹腔内脂肪を減少させることを支持する報告<sup>3,10,11)</sup>は多い。VEがPUFAを安定化させ、腹腔内脂肪重量を減少させる可能性は考えられるが、今回の成績に

差は無かった。

表2 飼料要求率

期間 (週齢)	対照区	VE区
10~12	3.6	3.5
12~14	5.1	4.4
10~14	4.4	4.1

※FCRは例数が無いため統計処理無し。

表3 精肉調査成績 (重量とと体重%)

重量	性別	N	区	と体重	モモ肉		ササミ肉	正肉	腹腔内脂肪
					皮付き	皮付き			
84日齢	雄	6	対照区	3,863	859	548	132	1,540	151
			VE区	3,955	897	550	136	1,582	143
	雌	6	対照区	2,800	602	383	97	1,082	167
			VE区	2,847	591	400	105	1,096	159
98日齢	雄	6	対照区	4,498	1,051	636	162	1,849	154
			VE区	4,318	1,006	587	155	1,747	154
	雌	6	対照区	3,132	697	440	116	1,253	155
			VE区	3,553	724	481	118	1,323	166
と体重%									
84日齢	雄	6	対照区		22.2%	14.1%	3.4%	39.7%	3.9%
			VE区		22.7%	13.9%	3.4%	40.1%	3.6%
	雌	6	対照区		21.5%	13.7%	3.5%	38.6%	5.9%
			VE区		20.8%	14.1%	3.7%	38.6%	5.5%
98日齢	雄	6	対照区		23.3%	14.1%	3.6%	41.1%	3.4%
			VE区		23.3%	13.6%	3.6%	40.5%	3.5%
	雌	6	対照区		22.3%	14.1%	3.7%	40.1%	4.9%
			VE区		21.0%	14.0%	3.4%	38.5%	4.8%

※全ての項目に有意差なし

## 3. 冷解凍ロス、ドリップロス、加熱損失

腿肉の肉色比較成績を表4に示した。98日齢において、VE区でL\*とb\*が有意に高かった。胸肉

の肉色に変化は見られなかった (データ非表示)。Lohakareら<sup>17)</sup>はVEの肉色への影響として、b\*が高くなることが示唆し、今回の成績と合致する。

表4 腿肉の肉色比較成績

日齢	区	L*	a*	b*
84	対照区	47.9	16.1	13.4
	VE区	48.6	15.7	12.2
98	対照区	47.7 b	17.8	9.0 b
	VE区	49.4 a	18.8	11.0 a

※各6検体、異符号間に有意差あり (p<0.05)

冷解凍ロスとドリップロス、クッキングロスの比較成績を表5に示した。ドリップロスは対照区2.66%、VE区1.77%で有意にVE区が低かった(p<0.05)。O'Neillら<sup>20)</sup>はVEの肉質に与える影響として、ドリップロス、TBARSおよび加温臭が低減すると報告しており、今回のドリップロスの試験結果は合致する。

表5 冷解凍ロス、ドリップロス、加熱損失の比較成績

日齢	区	冷解凍ロス (%)	ドリップロス (%)	加熱損失 (%)
84	対照区	4.80	1.43	25.02
	VE区	4.27	1.08	24.38
98	対照区	4.03	2.66a	21.78
	VE区	4.17	1.77b	20.75

※異符号間に有意差あり (p<0.05)

#### 4. 脂肪酸組成、ビタミンE含有量

今回の試験では、VE (200IU/kg) の飼料添加によって、腿肉中の脂肪酸組成において、PUFAならびにARAやDHAの増加は見られなかった(データ非表示)。また、筋肉中(胸肉)のビタミンE濃度の平均値はVE区で高い傾向にあった(対照区; 0.3±0.00、VE区; 0.5±0.21、各3検体、p=0.124)。

飼料に添加する油脂の種類によって、組成は大きく変わることは広く知られている。しかし、飼料中VEが鶏肉の脂肪酸組成に及ぼすかどうかは賛否両論ある。影響するという報告をまとめると、Reboleら<sup>23)</sup>は、VE添加飼料(200IU/kg)により、胸肉および腿肉のPUFAが増加し、ARAについても腿肉で増加したと報告している。Bouら<sup>6)</sup>も腿肉でVE飼料添加(225IU/kg)により有意にARA、EPA、DHAが高くなったことを報告している。Zaniniら<sup>28)</sup>は30週齢の白色レグホンで調査し、VEは飼料中のPUFA組成との交互作用で胸肉のリノール酸、EPA、DHA等を増加させると報告している。影響し

ないとする報告をまとめると、Cortinasら<sup>8)</sup>は、飼料中のPUFAとVEレベルが脂肪酸組成に与える影響を調査したところ、VEレベルによって脂肪酸組成は変化せず、飼料PUFAレベルが多項目の組成に有意に影響し、飼料PUFAレベルを上昇させるとPUFA全体は上昇するが、ARAはむしろ減少することを報告している。Barroetaら<sup>3)</sup>は、飼料中のPUFAが増加することによって筋肉中のVEが消費されることを報告している。一方で、VEが脂肪酸組成およびARAを変化させる可能性のある機序として、VEの代謝物であるトコフェロールキノンは、脂肪酸二重不飽和酵素に必要な補酵素であり、脂肪酸合成を促進することが示唆されている<sup>13)</sup>。しかし、デサチュラーゼは典型的な容量依存的な活性を有しており、n3系とn6系のバランスに依存し、今回の試験で期待していたARAの向上はできなかったのかもしれない。

#### 5. まとめ

今回の試験では、VEの飼料添加(200IU/kg)によって、腿肉中脂肪酸組成において、PUFAならびにARAやDHAの増加は見られなかったが、発育向上、脚弱低減、ドリップロスの低減が認められた。

鶏において、酸化ストレスは飼料(高濃度PUFA、カビ毒汚染、貯蔵超過、抗酸化物質不足)や環境(高温、高密度、輸送、ワクチネーション)、病的状態(腹水症、FLHS、関節炎、コクシジウム症)のような多数の要因で起こる<sup>22)</sup>。飼料関係で言えば、鶏肉の酸化ストレス指標はPUFAの増加により増加し、VE給与の増加で低下する<sup>7)</sup>ことが報告され、また、Barroetaら<sup>3)</sup>は、鶏肉の脂肪含量は低い、MUFAとPUFAが著しく高く、飼料へのVEとPUFAの添加は、栄養強化と脂質酸化を最小とするために調整するべきと指摘している。今回の試験期間は夏期であり、飼料脂質の酸化や暑熱ストレスが高い状況下であったと推察され、いくつかの生産性や肉質を高める効果が得られたのかもしれない。

#### 参考文献

- 1) Ahn DU, Wolfe FH, Sim JS. Dietary  $\alpha$ -Linolenic Acid and Mixed Tocopherols, and Packaging Influences on Lipid Stability in Broiler Chicken Breast and Leg Muscle. Journal of Food science, 60; 1013-1018. 1995.
- 2) Ajuyah AO, Ahn DU, Hardin RT and Sim JS. Dietary Antioxidants and Storage Affect Chemical Characteristics of  $\omega$ -3 Fatty Acid Enriched Broiler Chicken Meats Journal of Food Science, 58: 43-46. 1993.

- 3) Barroeta AC. Nutritive value of poultry meat: relationship between vitamin E and PUFA. *World's Poultry Science Journal*, 63: 277-284 2007.
- 4) Bou R, Guardiola F, Grau A, Grimpa S, Manich A, Barroeta A, & Codony R. Influence of dietary fat source,  $\alpha$ -tocopherol, and ascorbic acid supplementation on sensory quality of dark chicken meat. *Poultry Science*, 80(6), 800-807. 2001.
- 5) Bou R, Guardiola F, Tres A, Barroeta AC and Codony R. Effect of dietary fish oil,  $\alpha$ -tocopheryl acetate, and zinc supplementation on the composition and consumer acceptability of chicken meat. *Poultry Science*, 83: 282-292. 2004.
- 6) Bou R, Grimpa S, Guardiola F, Barroeta AC and Codony R. Effects of Various Fat Sources,  $\alpha$ -Tocopheryl Acetate, and Ascorbic Acid Supplements on Fatty Acid Composition and  $\alpha$ -Tocopherol Content in Raw and Vacuum-Packed, Cooked Dark Chicken Meat. *Poultry Science*, 85: 1472-1481. 2006.
- 7) Chae BJ, Lohakare JD, Choi JY. Effects of incremental levels of alpha-tocopherol acetate on performance, nutrient digestibility and meat quality of commercial broilers. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 19: 203-208. 2006.
- 8) Cortinas L, Villaverde C, Galobart J, Baucells MD, Codony R and Barroeta AC. Fatty Acid Content in Chicken Thigh and Breast as Affected by Dietary Polyunsaturation Level. *Poultry Science*, 83: 1155-1164. 2004.
- 9) Cortinas L, Barroeta A, Villaverde C, Galobart J, Guardiola F and Baucells MD. Influence of the dietary polyunsaturation level on chicken meat quality: lipid oxidation. *Poultry Science*, 84: 48-55. 2005.
- 10) Crespo N and Esteve-Garcia E. Dietary Fatty Acid Profile Modifies Abdominal Fat Deposition in Broiler Chickens. *Poultry Science*, 80: 71-78. 2001.
- 11) Ferrini G, Baucells MD, Esteve-García E, and Barroeta AC. Dietary Polyunsaturated Fat Reduces Skin Fat as Well as Abdominal Fat in Broiler Chickens. *Poultry Science*, 87:528-535. 2008.
- 12) Grau A, Guardiola F, Grimpa S, Barroeta AC, & Codony R. Oxidative stability of dark chicken meat through frozen storage: Influence of dietary fat and  $\alpha$ -tocopherol and ascorbic acid supplementation. *Poultry science*, 80: 1630-1642. 2001.
- 13) Infante JP. A function for the vitamin E metabolite  $\alpha$  - tocopherol quinone as an essential enzyme cofactor for the mitochondrial fatty acid desaturases. *FEBS letters*, 446: 1-5. 1999.
- 14) Kiyohara R, Yamaguchi S, Rikimaru K. and Takahashi, H. Supplemental arachidonic acid-enriched oil improves the taste of thigh meat of Hinai-jidori chickens. *Poultry Science*, 90: 1817-1822. 2011.
- 15) Kuttappan VA, Goodgame SD, Bradley CD, Mauromoustakos A, Hargis BM, Waldroup PW, & Owens CM. Effect of different levels of dietary vitamin E (DL- $\alpha$ -tocopherol acetate) on the occurrence of various degrees of white striping on broiler breast fillets. *Poultry science*, 91: 3230-3235. 2012.
- 16) Lin CF, Gray JI, Asghar A, Buckley DJ, Booren AM and Flegal CJ. Effects of Dietary Oils and  $\alpha$  -Tocopherol Supplementation on Lipid Composition and Stability of Broiler Meat. *Journal of Food Science*, 54: 1457-1460. 1989.
- 17) Lohakare JD, Hahn TW, Shim YH, Choi JY, & Chae BJ. Effects of feeding methods (feed vs. water) of vitamin E on growth performance and meat quality of broilers. *Asian Australasian Journal of Animal Sciences*, 17: 1260-1265. 2004.
- 18) Narciso-Gaytán C, Shin D, Sams AR, Keeton JT, Miller RK, Smith SB and Sánchez-Plata MX. Dietary lipid source and vitamin E effect on lipid oxidation stability of refrigerated fresh and cooked chicken meat. *Poultry Science*, 89: 2726-2734. 2010.
- 19) Narciso-Gaytán C, Shin D, Sams AR, Bailey CA, Miller RK, Smith SB, Leyva-Ovalle OR. and Sánchez-Plata MX. Soybean, palm kernel, and animal-vegetable oils and vitamin E supplementation effect on lipid oxidation stability of sous vide chicken meat. *Poultry Science*, 89: 721-728. 2010.
- 20) O'Neill LM, Galvin K, Morrissey PA & Buckley

- DJ. Comparison of effects of dietary olive oil, tallow and vitamin E on the quality of broiler meat and meat products. *British Poultry Science*, 39: 365-371. 1998.
- 21) 尾崎裕昭、福間規夫、森田憲嗣、澤英夫、奥村敏広、「鳥取地どりピヨ」の改良試験・旨み（アラキドン酸）向上試験・Ⅲ「鳥取地どりピヨ」とブロイラーとの肉質比較試験、鳥取県中小家畜試験場研究報告第59号、印刷中。2017.
- 22) Panda KA & Cherian G. Role of vitamin E in counteracting oxidative stress in poultry. *The Journal of Poultry Science*, 51: 109-117. 2014.
- 23) Rebolé A, Rodríguez ML, Ortiz LT, Alzueta C, Centeno C, Viveros A, Brenes A, & Arija I. Effect of dietary high-oleic acid sunflower seed, palm oil and vitamin E supplementation on broiler performance, fatty acid composition and oxidation susceptibility of meat. *British Poultry Science*, 47: 581-591. 2006.
- 24) Rikimaru K. and takahashi H. Evaluation of the meat from Hinai-jidori chickens and broilers: Analysis of general biochemical components, free amino acids, inosine 5' -monophosphate, and fatty acids. *The Journal of Applied Poultry Research*, 19: 327-333. 2010.
- 25) The R Project for Statistical Computing R Development Core Team (2008). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. , URL <http://www.R-project.org>.
- 26) Ruiz JA, Guerrero L, Arnau J, Guardia MD, & Esteve-Garcia E. Descriptive sensory analysis of meat from broilers fed diets containing vitamin E or  $\beta$ -carotene as antioxidants and different supplemental fats. *Poultry Science*, 80: 976-982. 2001.
- 27) Takahashi H, Rikimaru K, Kiyohara R. and Yamaguchi, S. Effect of arachidonic acid-enriched oil diet supplementation on the taste of broiler meat. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 25: 845-851. 2012.
- 28) Zanini SF, Torres CAA, Bragagnolo N, Turatti JM, Silva MG. and Zanini MS. Effect of oil sources and vitamin E levels in the diet on the composition of fatty acids in rooster thigh and chest meat. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 84: 672-682. 2004.