

トマト給与が肥育豚の発育と肉質に及ぼす影響 (Ⅱ)

山下 洋治・上原 力

Effect of Dietary Tomato on Growth Performance and Meat Quality of Finishing Pigs.

Yoji YAMASHITA, Tsutomu UEHARA

要 約

トマトの機能性を付加価値として豚肉に利用するため、県内のトマト生産農家等から熟れすぎ、割れ、つぶれなどの規格外のミニトマトを収集した。保存性を高め、内容物を均一にするため、フードプロセッサで粉砕して冷凍庫で給与試験まで冷凍保存した。飼料原料として1日1頭当たり400gを体重約72kgから肥育終了まで肥育豚に給与した。

発育・と体成績では、飼料要求率において、試験区4.01が対照区3.31より有意に高くなった ($p < 0.05$)。と体長は、試験区93.0cmが対照区97.0cmより有意に短かく、背腰長Ⅱも試験区68.8cmが対照区72.3cmより有意に短かった ($p < 0.01$)。

理化学的肉質検査では、保水性は、試験区71.5%が対照区74.2%より有意に低くなり ($p < 0.05$)、伸展率も試験区23.1%が対照区26.9%より有意に低くなった ($p < 0.05$)。血液検査は、グルコース、中性脂肪、血中のリコピン含有量等に大きな変化はなかった。

食味官能検査では、試験区が「香り」、「味」、「総合評価」の3項目で有意に好ましいという結果となった ($p < 0.05$)。

これらのことから、発育や肉質成績が劣るが、食味官能検査を有意に向上させたことから、特徴ある豚肉生産に利用可能であることが示唆された。

緒 言

近年、健康ブームからトマトが注目されており、トマトは、ビタミン (A・B群・C・E)、ミネラル (カリウム、マグネシウム、カルシウム、鉄、亜鉛、セレンなど) が豊富で、抗酸化作用が強いリコピンを含み、人では、血糖値を下げる、動脈硬化の予防、ガンの予防、喘息の改善、美白効果、ダイエット効果などの効果・効能があるといわれている¹⁾。トマト生産農家ではトマトの熟れすぎで実が割れるなど市場に出荷できない規格外のものは、廃棄されている。見た目や形が悪いだけで、トマトとしての栄養・機能は問題ないと考えられる。

我々²⁾は、トマトを1日1頭当たり100g (リコピン含量4.2mg) 肥育後期の豚に給与したが、発育や肉質、食味検査等でトマトの効果が確認できなかった。そこで今回、トマトを1日1頭当たり400g (リコピン含量16.8mg) 給与し、発育、肉質などへの影響を調査した。このリコピン含量は、人では一日の目安摂取量は15~20mgといわれており、今回の給与量は人に匹敵する量であった。

材料及び方法

1. 供試飼料

トマトは、県内のトマト生産農家、農業試験場、農業大学校から熟れすぎ、割れ、つぶれなどの規格外のミニトマトを収集した。ミニトマトの成分は表1³⁾に示したとおり水分が約90%あり、カビ・腐敗を防止して保存性を高め、内容物を均一にするため、フードプロセッサで粉砕してビニール袋に詰め、冷凍庫で給与試験まで冷凍保存した。リコピン含量を分光光度計で測定した結果、4.2mg/100gであった。基礎飼料は、肥育後期用 (CP15.7%、TDN78.0%) を用いた。

トマト給与が肥育豚の発育と肉質に及ぼす影響 (II)

	g/100g					機能性成分 mg/100g	
	水分	たんぱく質	脂質	炭水化物	灰分	リコピン	β カロテン
原物	91.0	1.1	0.1	7.2	0.6	4.2	1.6

※五訂食品成分表より *分光光度計により測定

2. 試験区分

肥育豚への給与試験は、交雑種（大ヨークシャー種×ランドレース種（WL））の去勢を用い、単飼とし、平均体重約72kgから供試飼料を不断給与し、終了体重は110kgを目標とした。試験区はトマトを1頭当たり1日400g給与した。水は自由飲水とした。試験期間（40日）は、H26.7.31～H26.9.8とし、体重測定は毎週一定曜日に実施した（表2）。

表2 試験区分

区分	供試豚	頭数（性別）	飼育形態	給与飼料	給与形態
試験区	交雑種（WL）	3（去勢）	単飼	市販飼料＋トマト400g	不断給与
対照区	交雑種（WL）	3（去勢）	単飼	市販飼料	不断給与

※市販飼料：（肥育後期用）CP15.0%、TDN78.0%

※トマト：400g/頭・日

3. 検査項目

発育成績（DG、飼料要求率、嗜好性等）、と体成績（と体長、背脂肪厚、ロース断面積等）、理化学的肉質検査（肉色、脂肪色、加圧保水性、伸展率、水分、加熱損失、圧搾肉汁率、脂肪融点、破断応力等）、成分分析（脂肪酸組成、機能性成分等）、血液検査（グルコース、中性脂肪）、ロース肉の食味官能検査について実施した。

理化学的肉質検査は、豚肉の肉質改善に関する研究実施要領⁴⁾に基づき胸最長筋（ロース）で実施した。肉色・脂肪色は色彩色差計（MINOLTA CR-300）、破断応力はレオメーター（山電 RE-3305）を使用した。脂肪酸組成はメチルエステル化による処理後、ガスクロマトグラフ（島津製作所 GC-2014AFSC）で分析した。

血液検査は、試験開始時と終了時の2回採血を実施し、グルコースと中性脂肪について富士ドライケム（富士フイルム 5500V）で測定した。

機能性成分の血中リコピン等（リコピン、 α ・ β -カロテン等カロテノイド）については、試験開始時と終了時に採血し、血清500 μ Lを微量測定用の光路長10mmの石英セルに入れ、470nm（リコピン、 α ・ β -カロテンの測定用波長）と550nm（ヘモグロビンの吸収測定用波長）を分光光度計で吸光度を測定し、開始前後の吸光度（470nm-550nm）をリコピン等として比較した。

ロース肉中のTBA反応による脂質過酸度の測定⁵⁾はKosugiら（1992）の方法に準じ実施した。

食味官能検査⁶⁾⁷⁾は、冷凍保存したロースブロック肉を0℃（氷水）で解凍後、脂肪を約1cm付けて1.5cm×1.5cm×5cmにカットし、全面をホットプレートで薄く焦げ目が付く程度に焼き、検査に供した。

「香り」、「味」、「軟らかさ」、「総合評価」について、どちらが好ましいか2点比較法で、20名で実施した。

成績

1. 発育

と殺時体重は、試験区 108.3kg が対照区 113.0kg より低く、一日平均増体量も試験区 0.900kg が対照区 1.025kg より低い値であった。飼料摂取量は、試験区 144.2kg (市販配合飼料 128.2kg+トマト 16kg) が対照区 135.4kg より多く摂取していた。飼料要求率は、試験区 4.01 が対照区 3.31 より有意に高くなった ($p<0.05$)。(表 3)。

表 3 発育成績

項目	試験区	対照区
開始時体重(kg)	72.3 ± 3.2	72.0 ± 5.2
と殺時体重(kg)	108.3 ± 4.9	113.0 ± 2.6
と殺時日齢(日)	151.0 ± 0.0	151.0 ± 0.0
一日平均増体量(kg)	0.900 ± 0.050	1.025 ± 0.066
飼料摂取量(kg)	144.2 ± 4.8	135.4 ± 3.5
飼料要求率	4.01 ± 0.21a	3.31 ± 0.27b

委符号間に有意差あり ab: $p<0.05$

2. と体調査

と体長は、試験区 93.0cm が対照区 97.0cm より有意に短かく、背腰長Ⅱも試験区 68.8cm が対照区 72.3cm より有意に短かった ($p<0.01$)。格付け、背脂肪厚、ロース断面積に有意な差はなかった(表 4)。

表4 と体成績

項目	試験区	対照区
格付	1.7 ± 0.6	1.3 ± 0.6
と体長(cm)	93.0 ± 1.0a	97.0 ± 0.9b
背腰長Ⅱ(cm)	68.8 ± 0.8a	72.3 ± 0.8b
背脂肪(cm)	2.0 ± 0.0	1.8 ± 0.3
ロース断面積(cm ²)	18.2 ± 0.2	18.8 ± 1.3

※格付 上:1、中:2、並:3

異符号間に有意差あり ab: $p<0.01$

3. 理化学的肉質検査

胸最長筋(ロース)の理化学的肉質検査は、保水性は、試験区 71.5%が対照区 74.2%より有意に低くなった ($p<0.05$)。伸展率も試験区 23.1%が対照区 26.9%より有意に低くなった ($p<0.05$)。その他の項目において有意な差はみられなかった(表 5)。

表5 理化学的肉質検査成績

項目	試験区	対照区
PCS	2.5 ± 0.5	2.7 ± 0.6
肉色 L*値	50.66 ± 2.33	49.10 ± 0.81
肉色 a*値	10.65 ± 0.67	10.51 ± 1.13
肉色 b*値	2.69 ± 1.08	1.85 ± 1.28
脂肪色 L*値	74.77 ± 0.08	74.48 ± 0.93
保水性(%)	71.5 ± 1.2a	74.2 ± 1.1b
伸展率(cm ² /g)	23.1 ± 1.6a	26.9 ± 1.6b
水分(%)	74.1 ± 0.4	73.6 ± 0.4
加熱損失(%)	30.5 ± 0.5	30.3 ± 0.6
圧搾肉汁率(%)	43.3 ± 1.0	42.1 ± 1.1
破断応力×10 ⁷ (N/m ²)	6.75 ± 0.93	7.63 ± 1.35

異符号間に有意差あり ab: $p<0.05$

トマト給与が肥育豚の発育と肉質に及ぼす影響（Ⅱ）

4. 成分分析

背内層脂肪の脂肪融点と7種類の脂肪酸組成については、有意な差はみられなかった（表6）。

表6 脂肪酸組成

	トマト区	対照区
脂肪内層融点(°C)	44.4 ± 0.3	43.4 ± 0.8
ミスチン酸(C14:0)	1.15 ± 0.06	1.22 ± 0.18
パルミチン酸(C16:0)	27.23 ± 0.53	27.34 ± 1.76
パルミトレイン酸(C16:1)	1.12 ± 0.12	1.40 ± 0.39
ステアリン酸(C18:0)	20.14 ± 0.38	19.14 ± 1.38
オレイン酸(C18:1)	42.17 ± 0.96	42.17 ± 0.98
リノール酸(C18:2)	7.69 ± 0.55	8.20 ± 0.24
リノレン酸(C18:3)	0.51 ± 0.03	0.53 ± 0.02
飽和脂肪酸	48.52 ± 0.78	47.70 ± 0.58
不飽和脂肪酸	51.48 ± 0.78	52.30 ± 0.58
不飽和/飽和	1.06 ± 0.03	1.10 ± 0.03

5. 機能性成分

血中のリコピン等（リコピン、 α ・ β -カロテン等カロテノイド）について調査した。測定は試験開始時と終了時の2回実施した。OD値の変化率は試験区が1.33倍（開始時0.106、終了時0.141）に増加し、対照区（開始時0.144、終了時0.144）は変化がなかった。各区に有意な差はなかった（図1）。

ロース肉中のリコピン含量は、試験区0.11mg/100gが対照区0.14mg/100gより少ない傾向であった（図2）。

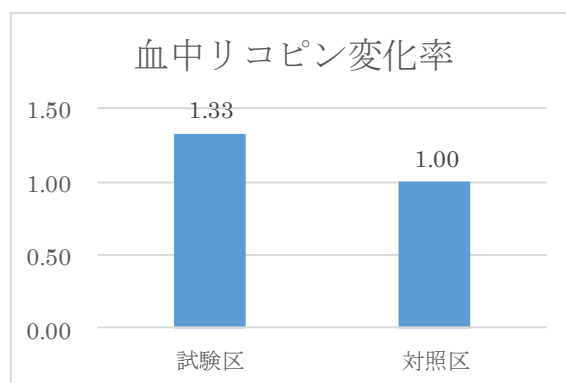


図1 血中リコピン等の変化

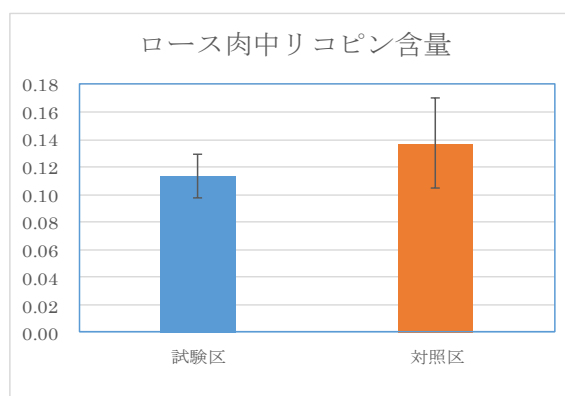


図2 ロース肉中のリコピン含量

トマト給与が肥育豚の発育と肉質に及ぼす影響 (II)

6. 血液検査

グルコースは両区とも終了時に減少した。中性脂肪は試験区が増加し、対照区が減少した。

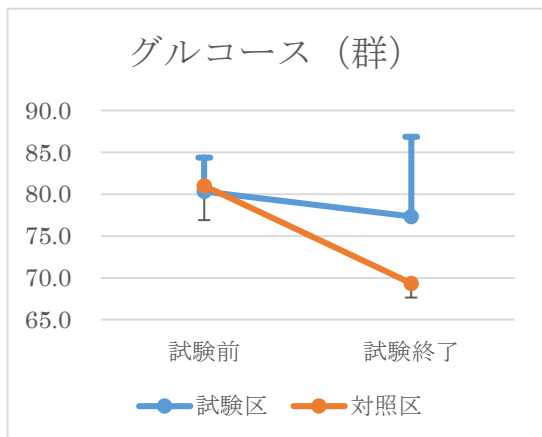


図3 グルコースの変化

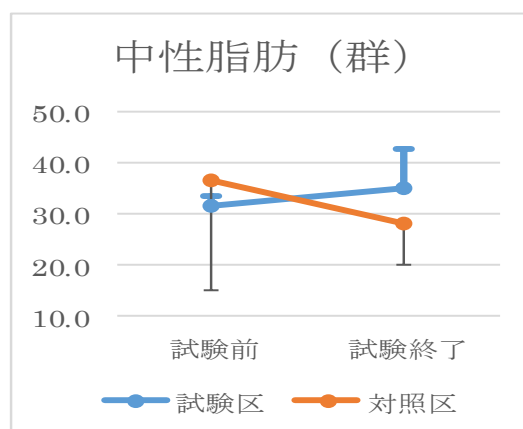


図4 中性脂肪の変化

7. TBA反応による脂質過酸度

ロース肉中の脂質酸化の指標となる赤色色素量は、試験区 $1.081 \mu\text{mol/g}$ が対照区 $1.203 \mu\text{mol/g}$ よりやや低い傾向であった (図5)。

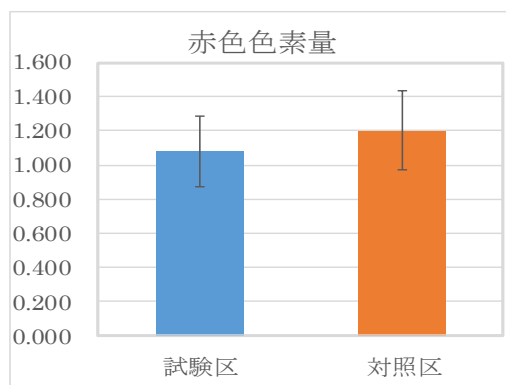


図5 TBA反応による脂質過酸化度

8. 食味官能検査

官能検査は「香り」、「味」、「柔らかさ」、「総合評価」の4項目について、20人で実施し、良いと判断した人の割合で示した。「香り」、「味」、「総合評価」の3項目で試験区が有意に好ましいという結果となった ($p < 0.05$)。 (図6)

トマト給与が肥育豚の発育と肉質に及ぼす影響（Ⅱ）

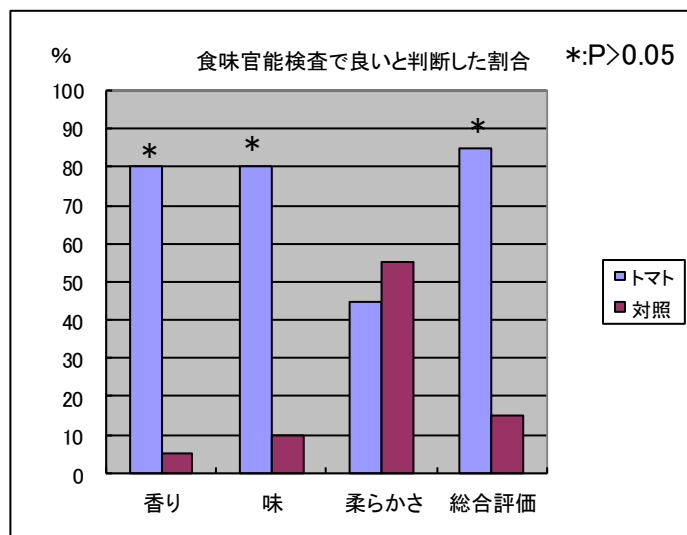


図6 食味官能検査成績

考 察

トマトは、ビタミン（A・B群・C・E）、ミネラル（カリウム、マグネシウム、カルシウム、鉄、亜鉛、セレンなど）が豊富で、抗酸化作用が強いリコピンを含み、その効果はβカロテンの2倍以上、ビタミンEの100倍以上といわれている。そのリコピンは一般的な大玉トマト（2～3mg/100g）よりミニトマト（5～8mg/100g）の方が多いといわれている。人では、血糖値を下げる、動脈硬化の予防、ガンの予防、喘息の改善、美白効果、ダイエット効果、抗アレルギー作用、精液性状の改善などの効果・効能が報告されている¹⁾。

我々²⁾は、トマト1日1頭当たり100gを肥育後期の豚に給与したが、発育や肉質、食味検査等でトマトの効果が確認できなかった。そこで、トマト1日1頭当たり400g（リコピン含量16.8mg）を給与し発育、肉質などへの影響を調査した。このリコピン含量は、人では一日の目安摂取量は15～20mgといわれており、今回の給与量は人に匹敵する量であった。

発育は、と殺時体重、一日平均増体量で試験区が悪く、飼料摂取量は、試験区144.2kg（市販配合飼料128.2kg+トマト16kg）が対照区135.4kgより多く摂取しており、飼料要求率は試験区4.01が対照区3.31より有意に高くなった（ $p < 0.05$ ）。このことは、トマトの水分量が影響して飼料摂取量、飼料要求率が悪くなりその結果、一日平均増体量にも悪い影響を与えたと思われる。と体成績においても、試験区の成績が悪く発育の遅れが確認された。

肉質検査では、保水性と伸展率で試験区が有意に低い値となったことは、食味官能検査でも「柔らかさ」が悪い結果であったことと同様な結果が確認された。

血中のリコピン等の変化量は試験区が高い値であったが、ロース肉中のリコピン含有量は試験区がやや低かったことから、ロース肉へのリコピンの移行が確認できなかったことから、今後は筋肉の生産量が増える肥育前期からトマトを給与することによってロース肉中にもリコピンが移行するかどうかの検証が必要であると思われる。更に、ロース肉中の脂質酸化度に有意な差はなかったが、試験区が低い傾向で抗酸化作用がはたらいっていることが示唆された。グルコースや中性脂肪への影響は、今回の試験では確認できなかった。

食味官能検査では、「香り」「味」「総合評価」で試験区が良いと有意な差があった。今回実施した肉質検査項目では「香り」「味」を示す検査ができていなかったため、「味」を示す“うまみ成分”であるグルタミン酸やイノシン酸などを測定し科学的なデータの裏付けが必要であると思われる。

トマト100g給与試験では、発育や肉質、食味検査等で効果が確認できなかったが、400g給与す

トマト給与が肥育豚の発育と肉質に及ぼす影響（Ⅱ）

ることによって、発育や肉質への影響が確認され、食味検査を有意に向上させたことから特徴ある豚肉生産に利用可能であることが示唆された。

参考文献

- 1) カゴメ株式会社 トマト大学 医学部 トマトの機能・効能について（オンライン）
<http://www.kagome.co.jp/tomato/tomato-univ/medical/>
- 2) 上原 力、山下洋治。トマト給与が肥育豚の発育と肉質に及ぼす影響。
香川県試験場報告. 第 49 号. 13-19. (2014)
- 3) 五訂食品成分表, 女子栄養大学出版部(2001)
- 4) 豚肉の肉質改善に関する研究実施要領, 農林水産省畜産試験場加工第 2 研究室(1990)
- 5) 五十嵐脩, 島崎弘幸: 生物化学実験法 34 過酸化脂質・フリーラジカル実験法, 144-153, 学会出版センター(1995)
- 6) 食肉の官能評価ガイドライン, 財団法人日本食肉消費総合センター(2005)
- 7) 四国地域の銘柄豚の「特徴あるおいしさ」評価技術の開発, 先端技術等地域実用化研究促進事業研究成果報告書(2003)