

リジン・タンパク質比を低く調整した飼料の給与が 大山ルビー肥育豚の発育及び肉質に与える影響

福田孝彦

Effect of low lysine /crude protein ratio feed on performance and meat quality for Daisenruby

Takahiko FUKUDA

要 約

鳥取県の銘柄豚大山ルビー（デュロック種雌にパークシャー種雄を交配する交雑種、以下 DB 種）の肥育豚に、市販肉豚用配合飼料にパン粉等を配合することでリジン・粗タンパク質比（Lys/CP）を低く調整した飼料を給与し、発育、枝肉成績及び肉質に与える影響について検討した。平均体重約 70kg の 12 頭の DB 種雌豚を用いて、当場で慣行的に使用する肉豚用配合飼料を給与する対照区、対照区と同じ配合飼料にパン粉等を配合し Lys/CP を調整した飼料を給与するアミノ酸比率区に区分した。試験開始から出荷までの 1 日当増体重は、対照区 0.90kg、アミノ酸比率区 0.93kg と発育に差はなく、枝肉成績にも差はなかった。肉質分析のうち筋肉内脂肪含量は、アミノ酸比率区が有意に高くなり（対照区 2.3%、アミノ酸比率区 3.3%）、脂肪酸組成ではアミノ酸比率区のステアリン酸（C18:0）が低く、一価不飽和脂肪酸（MUFA）が高かった。Lys/CP を低く調整した飼料の給与は、DB 種肥育豚の発育や枝肉成績に悪影響を与えることなく筋肉内脂肪含量及び MUFA を増加させた。

緒 言

豚肉の筋肉内脂肪の増加は、軟らかさ、風味、多汁性といった肉の味が向上する¹⁾とされている。筋肉内脂肪は、育種改良や飼養管理で高めることができ、育種改良においては「トウキョウ X」や宮城県のデュロック種系統豚「しもふりレッド」などが、筋肉内脂肪の高い系統として知られている。飼養管理では飼料内容との関連が深く、パンを中心としたリサイクル飼料の給与や低タンパク飼料、リジン欠乏飼料で筋肉内脂肪が高まることが報告されている²⁾。2004 年に岩本ら³⁾が、肥育豚へのパンの多給は、増体量は低下するものの筋肉内脂肪を増加させることを明らかにした。その後、入江⁴⁾は飼料中の Lys/CP を低下させ、豚の発育に悪影響なく霜降豚肉を生産する飼養技術を確立し、「アミノ酸比率法」と呼び実用化に成功している。

パン粉は、製パン業者から廃棄されるエコフィードとして養豚農家に普及しており、一部の大山ルビー生産者も利用している。リジン含量が低く筋肉内脂肪の増加による食味の向上という付加価値も期待できる。

鳥取県の銘柄豚大山ルビーの付加価値を高めるた

め、パン粉等を用いて Lys/CP を低く調整した飼料を DB 種肥育豚に給与し、発育、枝肉成績、肉質に与える影響について検討した。

材料と方法

試験に供したパン粉は、食パン耳屑及び食用パン粉を粉碎し 200℃の熱風で加熱乾燥したパン粉（有限会社タナカ特殊飼料，岡山）を用いた。その成分分析について、鳥取県畜産試験場に一般成分を、一般財団法人日本食品分析センターにアミノ酸含量の分析を依頼し実施した。

供試豚は、当場内で同一種豚が交配された 2 頭の母豚が生産した 12 頭の DB 種雌豚を用いた。これらの供試豚は、体重 30kg まで当場の慣行法により飼養し、体重が 30kg に到達した時点で 1 豚房（3.7m × 2.8m）に 6 頭ずつ収容し群飼育した。試験は、供試豚が体重 70kg に到達した時点で開始とし、不断給与、ニップルドリンカによる自由飲水とした。試験区分は、当場で慣行的に使用している肉豚用配合飼料（CP15.5%、TDN78%）を給与する対照区、対照区と同じ配合飼料にパン粉及び市販のコーングルテン

ミールを配合し Lys/CP を調整した飼料を給与するアミノ酸比率区の 2 区分とした。

体重 30kg から 70kg までの飼養管理は、対照区は当場の慣行法により飼養し、アミノ酸比率区は対照区と同様の飼養管理としたが、試験開始予定の 3 週間前から少量のパン粉の混合を開始しその割合を徐々に高め、不馴れな飼料の給与による嗜好性低下がないように馴致を行った。

アミノ酸比率区で給与する飼料の配合割合については、表 1 に示すパン粉の成分分析結果と入江ら⁵⁾の報告を参考にして、Lys/CP0.037 を下回るように市販配合飼料 60%、パン粉 35%、コーングルテンミール 5% の割合で配合した。各区の給与飼料の成分を表 2 に示した。

表1 供試パン粉の成分分析結果

区 分	供試パン粉	パン屑(乾燥) 日本飼養標準成分表
(原物中)		
水分(%)	10.5	10.8
粗蛋白質 CP(%)	13.3	13.0
粗脂肪 EE(%)	4.0	4.3
粗繊維 CF(%)	0.4	0.6
粗灰分 CA(%)	1.8	2.4
アミノ酸(乾物中)		
リジン(%)	0.29	0.29
メチオニン(%)	0.18	0.23
シスチン(%)	0.27	0.29
トレオニン(%)	0.37	0.38
トリプトファン(%)	0.14	0.17

表2 給与飼料の成分

区 分	対照区	アミノ酸比率区
(原物中)		
粗蛋白質 CP(%)	15.5	17.0
粗脂肪 EE(%)	3.0	3.3
粗繊維 CF(%)	4.0	2.6
粗灰分 CA(%)	7.0	5.0
リジン Lys(%)	0.723	0.579
Lys/CP	0.047	0.034
TDN(%)	78.0	81.4 *

※パン粉のTDNを88.0%として計算

試験開始から 2 週間毎に体重測定を行い、飼料を毎日計量給与し週 1 回豚房ごとの残飼料を計量して、各区の飼料摂取量及び飼料要求率を計算した。

供試豚の体重 115kg 到達を目安に、週 1 回株式会社鳥取県食肉センターに出荷しと畜した。枝肉成績は、社団法人日本食肉格付協会の豚枝肉格付明細書を用いた。理化学分析のため、と畜後 4 日目のロースブロック肉からサンプルを採取し、それぞれの分析項目に必要な調製を行った後、 -30°C で凍結保存した。

一般成分組成の分析は、第 4・5 胸椎部の胸最長筋のミンチを用い、水分含量は、サンプル約 2 g を 105°C 2 時間乾燥させる常圧加熱・乾燥助剤法、粗脂肪含量は、水分含量測定後のサンプルをジエチルエーテル及び溶媒抽出装置 (ST 243 Soxtec、フォス・ジャパン株式会社、東京) を用いたソックスレー抽出法により測定した。粗タンパク質含量は、窒素分解装置 (VELP DK20、LabtecKT260、アクタック株式会社、東京) 及び窒素蒸留装置 (Kjet1tec 2100、フォス・ジャパン株式会社、東京) を用いてケルダール法により測定した。

ドリップロスは、1 cm 角に成形したサンプルを鉤針で吊しポリエチレン製の袋に入れ、 4°C に設定した冷蔵庫内で 48 時間保管した後に重量を測定し、保管前後の重量から水分損失量を割合で計算した。加熱損失は、2 cm 角の大きさに成形したサンプルをポリエチレン製の袋に入れ、 70°C に設定したウォーターバス内で 1 時間加熱し、流水で 1 時間冷却した後にサンプルの重量を測定し、加熱前後の重量から水分損失量を割合で計算した。

肉色及び脂肪色は、第 2・3 胸椎部の胸最長筋と脂肪を用いて、 L^* (明度)、 a^* (赤色度)、 b^* (黄色度) を測色色差計 (Color Meter ZE-2000、日本電色工業株式会社、東京) で測定した。

脂肪融点は、上昇融点法により測定した。細切した内層脂肪をろ紙を敷いた漏斗にのせ、 105°C で 4 時間加熱抽出し、ガラス毛细管に吸引した後に -30°C で 12 時間以上凍結した。作製した毛细管を 2 分間で 1°C 昇温させるよう加熱し毛细管内で脂肪が 10mm 上昇した時の温度を記録し平均を求め融点とした。

脂肪酸組成は、胸最長筋のミンチ肉を用いて、3-(トリフルオロメチル) フェニルトリメチルアンモニウムヒドロキシド溶液 (東京化成工業株式会社、東京) を使用した GC オンカラム法にてガスクロマトグラフィー (GC-2014、島津製作所、京都) で分析した。測定条件は、ガスクロマトグラフィーの注入口と検出器の温度をそれぞれ 240°C と 300°C とし、オープン温度を 100°C から 165°C まで $10^{\circ}\text{C}/\text{分}$ 、 165°C から 200°C まで $1.5^{\circ}\text{C}/\text{分}$ 、 200°C から 280°C まで $15^{\circ}\text{C}/\text{分}$ で昇温させた。カラムには、キャピラリー GC カラ

ム (ZB-FAME、Phenomenex、米国)、キャリアガスにはヘリウムガスを使用した。脂肪酸は標準品と比較して同定し、脂肪酸組成は面積百分率法で算出した。同定した脂肪酸は、ミリスチン酸 (C14:0)、ミリストレイン酸 (C14:1)、パルミチン酸 (C16:0)、パルミトレイン酸 (C16:1)、ヘプタデカン酸 (C17:0)、ヘプタデセン酸 (C17:1)、ステアリン酸 (C18:0)、オレイン酸 (C18:1)、リノール酸 (C18:2)、 α リノレン酸 (C18:3)、アラキジン酸 (C20:0)、アラキドン酸 (C20:4) の12項目とし、これらの脂肪酸組成から飽和脂肪酸 (SFA) 割合、モノ不飽和脂肪酸 (MUFA)、多価不飽和脂肪酸 (PUFA) 割合を算出した。

試験区間の差の検定は、R (version4.0.3) を用いて t-検定を実施し、5%未満の水準で有意差ありとした。

結果

試験に供したパン粉の成分は、日本標準飼料成分表の「パン屑 (乾)」の成分値と概ね同様の値だった。

飼養成績を表3に示した。試験開始後に対照区の1頭が跛行を示し治療を行ったが、著しい発育低下が認められ正常な回復が見込めないと判断したため試験から除外した。1日平均増体重は、対照区 0.90kg、アミノ酸比率区 0.93kg と発育に差は認められなかった。飼料摂取量については、本試験は個体ごとでなく群単位での摂取量であるため統計処理は行えないが、対照区 3.02kg、アミノ酸比率区 3.06kg と同等の結果だった。表4に示す枝肉成績についても両区に差はなかった。脂肪酸組成以外の肉質分析結果を表5に示した。胸最長筋の粗脂肪含量は、対照区 2.3%、アミノ酸比率区 3.3%とアミノ酸比率区が有意に高かった。なお、粗脂肪含量の各区の最大値は、対照区 2.6%、アミノ酸比率区 4.6%だった。

表3 飼養成績

区 分	対照区	アミノ酸比率区
開始時体重(kg)	70.2 ± 1.2	70.7 ± 0.8
出荷時体重(kg)	115.7 ± 1.9	115.2 ± 1.1
日増体重(kg/日)	0.90 ± 0.04	0.93 ± 0.03
出荷日齢	177.6 ± 3.0	174.3 ± 2.4
飼料摂取量(kg/日)	3.02	3.06
飼料要求率	3.42	3.23

平均値±標準誤差

表4 枝肉成績

区 分	対照区	アミノ酸比率区
枝肉重量(kg)	73.6 ± 1.4	73.8 ± 1.1
背脂肪厚(cm)	2.6 ± 0.1	2.7 ± 0.1
等級(頭数)	上2、中2、並1	上2、中1、並3
枝肉歩留(%)	63.6 ± 0.5	64.0 ± 0.6

平均値±標準誤差

表5 肉質分析結果

区 分	対照区	アミノ酸比率区
水分(%)	73.1 ± 0.2	73.4 ± 0.3
粗蛋白質含量(%)	21.9 ± 0.1	21.7 ± 0.4
粗脂肪含量(%)	2.3 ± 0.2	3.3* ± 0.2
加熱損失(%)	26.6 ± 0.6	27.2 ± 0.4
ドリップロス(%)	6.4 ± 0.8	5.4 ± 0.6
肉色 L*	52.9 ± 0.4	52.8 ± 0.4
a*	13.3 ± 0.6	12.5 ± 0.6
b*	10.0 ± 0.8	9.2 ± 0.5
脂肪色 L*	79.7 ± 0.3	78.9 ± 0.4
a*	5.9 ± 0.3	6.3 ± 0.6
b*	8.6 ± 0.1	8.5 ± 0.2
脂肪融点(°C)	36.0 ± 1.0	35.9 ± 0.5

平均値±標準誤差 *: p<0.05

表6 脂肪酸組成

区 分	対照区	アミノ酸比率区
C14:0(%)	2.2 ± 0.3	2.2 ± 0.3
C14:1(%)	0.6 ± 0.5	0.4 ± 0.2
C16:0(%)	29.2 ± 0.7	28.9 ± 0.6
C16:1(%)	4.4 ± 0.2	4.8 ± 0.2
C17:0(%)	0.2 ± 0.0	0.2 ± 0.0
C17:1(%)	0.3 ± 0.0	0.2 ± 0.0
C18:0(%)	14.2 ± 0.6	12.5* ± 0.5
C18:1(%)	42.8 ± 1.4	45.4 ± 0.9
C18:2(%)	4.9 ± 0.3	4.5 ± 0.6
C18:3(%)	0.3 ± 0.1	0.2 ± 0.0
C20:0(%)	0.2 ± 0.0	0.2 ± 0.0
C20:4(%)	0.7 ± 0.3	0.6 ± 0.3
SFA(%)	46.1 ± 1.2	43.9 ± 1.2
MUFA(%)	48.1 ± 1.0	50.8* ± 0.7
PUFA(%)	5.8 ± 0.6	5.3 ± 0.8

平均値±標準誤差 *: p<0.05

脂肪酸組成を表6に示した。C18:0は、アミノ酸比率区が低く、その他の脂肪酸については差はなかったが、一価の不飽和脂肪酸であるC17:1、C18:1が、いずれもアミノ酸比率区が高い傾向 ($p < 0.10$) を示しMUFAはアミノ酸比率区が有意に高かった。

考 察

市販配合飼料にパン粉等を配合しLys/CPを低く調整した飼料をDB種肥育豚に給与し、発育、枝肉成績及び肉質に与える影響について検討した。

パン多給やリジン欠乏飼料の給与は、筋肉内脂肪は増加するものの発育低下や背脂肪が厚くなるといった悪影響があることが報告されている³⁾⁶⁾。入江ら⁵⁾は、Lys要求量をほぼ満たした飼料でCP含量を高め、Lys/CPを低くすることで発育等に悪影響なく筋肉内脂肪を増加させることができるとしており、本試験でもこの報告を参考にLys/CPを調整したところ、発育低下なく筋肉内脂肪が増加した。

モチ菓子粉などの食品副産物を混合しCP17%、Lys/CP0.028とした飼料と市販配合飼料をデュロック種肥育豚で比較した前田ら⁷⁾は、発育に悪影響なく筋肉内脂肪が増加し、リジン充足率は81%だがCP充足率126%と高くリジン以外のアミノ酸摂取量の増加が、増体に悪影響を及ぼさなかった要因と考察している。本試験のアミノ酸比率区は、リジン充足率88%、CP充足率119%と前田らの報告と充足率やLys/CPに違いはあるが、同様の傾向であると考えられる。

本試験の筋肉内脂肪は、アミノ酸比率区3.3%、対照区2.2%と増加量は1%だった。豚肉では1%の違いが脂肪交雑の違いとして認識されているが、岩本ら³⁾(試験区6.4%、対照区2.4%)、前田ら⁷⁾($\#$ 6.22%、 $\#$ 3.14%)と比較してその増加量は小さい。この原因については、供試豚に雌豚を用いたことによるものかDB種の品種特性なのか、今後明らかにする必要があると考える。

脂肪酸組成では、アミノ酸比率区のMUFAが高くなった。一価不飽和脂肪酸含量は豚肉の良い香りに寄与する可能性があり⁸⁾、アミノ酸比率法が筋肉内脂肪だけでなく、脂肪酸組成の面でも大山ルビーの食味を向上させ付加価値を高める可能性が示唆された。

- 1) 独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構編. 日本飼養標準 豚 (2013年版). 中央畜産会. 44. 2013
- 2) 入江正和. 豚肉質の評価法. 日豚会誌. 39: 221-254. 2002
- 3) 岩本英治ら. パン添加飼料給与がブタの増体量および肉質に及ぼす影響. 日畜会報. 76(1): 15-22. 2005
- 4) 入江正和. 肉質改善計画・高品質豚肉の歩みと肉質改善法のまとめ. 養豚界. 55(12). 35-39. 2020
- 5) 入江正和ら. 高品質(脂肪交雑)豚肉生産のための栄養制御による効果的作出法. 宮崎大学産学・地域連携センター第20回技術・研究発表交流会成果発表要旨集. 2013
- 6) 大口秀司ら. パン多給飼料の給与時期が肉豚の発育と肉質に及ぼす影響. 愛知農総試研報. 41: 111-1117. 2009
- 7) 前田恵助ら. 高タンパク質含量でリジン/タンパク質比が低い飼料の給与がデュロック種肥育豚の生産性、肉質、官能特性に及ぼす影響. 日豚会誌. 56(2): 33-48. 2019
- 8) 奥村寿章ら. 豚ミンチ肉と皮下脂肪塊による豚肉の食味に対する脂肪酸組成の影響. 第128回日畜学会要旨. P5-16. 2021

参考文献