

玄米の配合割合の違いが肥育後期豚の発育及び肉質に及ぼす影響

高橋圭二・赤木友香・鈴木邦夫*・新垣裕子・村野多可子

Effect of Different Mixing Ratio of Brown Rice Feeding on Growth Performance and Meat Quality in Finishing Pigs

Keiji TAKAHASHI, Yuka AKAKI, Kunio SUZUKI, Yuko ARAGAKI and Takako MURANO

要 約

養豚における飼料用米の利用推進を目的に、飼料中の玄米の配合割合を 0%、15%、35%、70%とした試験区を設け、当センターで生産した三元交雑豚 LWD (40 頭) の肥育後期 (70kg ~ 110kg) の去勢雄 5 頭、雌 5 頭の計 10 頭 / 区に、CP14%、TDN74%に調整した試験飼料を給与した。発育成績、屠体成績、肉質成績については、各試験区間に有意差はみられなかった。背脂肪内層の脂肪酸組成については、玄米の配合割合が高くなるにつれて、背脂肪内層のリノール酸の割合が低下した。以上より、配合飼料中のトウモロコシを玄米で全量代替することは可能であることが判明した。

緒 言

飼料穀物価格は、2003 年頃より上昇傾向となり、2008 年のバイオエタノール需要に端を発した高騰をピークに、その後いくぶん落ち着きを見せているものの高値止まり状態である。今後、人口増加等による穀物需要の増大や異常気象等による生産量の不安定化などから、長期的にみて飼料穀物価格の値上がりは避けられない状況にある。このため、現在生産コストの 70%以上を占める飼料費¹⁾の上昇は、養豚経営に対し大きな脅威となっている。このような状況のなか、国内飼料資源として注目をされているものに、飼料用米とエコフィードがある。特に、飼料用米は 2009 年より農林水産省の「水田のフル活用による食料自給力・自給率の向上」として生産が奨励された結果、県内でも 2009 年の作付面積が 125.7ha、2010 年が約 500ha と年々増加し期待される飼料となってきた。しかし、米の粗タンパク質含量は肥培管理によって違いがあることや、昨今、主食用米品種とは異なった多収量の新しい飼料用米品種が開発され、畜産サイドでの利用拡大が課題となっている。

当センターでは、飼料用米の利用推進に向けた効率的な利用技術についての研究に取り組み、2008 年度に玄米

及び粳といった米の形態の違いが肥育豚の発育や肉質へ及ぼす影響について試験を実施した。その結果、玄米を粉碎して利用する方法が生産効率上望ましいことを報告²⁾した。本試験では県内で生産された飼料用米品種「べこあおば」の玄米を用い、その配合割合の違いが発育や肉質へ及ぼす影響について検討したので報告する。

材料及び方法

1. 飼料用米

2009 年に本県市原市で収穫された「べこあおば」の玄米を粒度 2 mm 以下に粉碎したものを試験に用いた。一般成分の分析値を表 1 に示した。

表 1 飼料用米 (玄米) の一般成分 (%)

成分 (%)	玄米		日本標準飼料成分表 ³⁾
	(品種) (べこあおば)	(参考) (ちば28号※)	
水分	14.6	14.6	13.7
粗タンパク質	5.7	7.0	9.2
粗脂肪	3.5	2.5	2.7
粗繊維	1.0	2.3	1.0
粗灰分	1.7	4.6	1.6
NFE	88.1	83.6	85.5

注：一般成分は水以外は乾物中の値

※ ちば 28 号の値は既報²⁾

2. 供試豚

当センターで維持している系統豚ボウソウ L3 とボウソウ W を利用し生産した三元交雑豚 LWD40 頭 (去

平成 23 年 8 月 31 日受付

* 現千葉県北東部家畜保健衛生所

勢雄20頭、雌20頭)を用い、肥育後期(体重70kg～110kg)に試験を実施した。なお、試験豚は、単飼飼養し、不断給餌、自由飲水とした。

3. 試験区分と供試飼料

飼料中の玄米の配合割合により0%区(以下、対照区)、15%区、35%区、70%区の4区を設け、各区去勢雄5頭、雌5頭の計10頭を配置した。

飼料は、各区ともCP14%、TDN74%になるように配合設計した飼料を給与した。供試飼料の配合割合を表2、一般成分と脂肪酸組成の分析値を表3に示した。なお、一般成分の分析は公定法⁴⁾により実施した。脂肪酸組成は、Folch法⁵⁾で抽出した脂肪をナトリウム・メチラート法によりメチル化し、ガスクロマトグラフィー(島津GC14-A)で測定した。

表2 給与飼料の配合割合(%)

原料名	試験区分			
	対照区	15%区	35%区	70%区
トウモロコシ(2種混)	70.0	55.0	35.0	0.0
玄米(粉碎)	0.0	15.0	35.0	70.0
大豆粕ミール	13.5	13.8	14.9	16.9
ふすま	13.7	13.4	12.3	10.3
炭酸カルシウム	1.0	1.0	1.0	1.0
第二リン酸カルシウム	1.0	1.0	1.0	1.0
塩	0.5	0.5	0.5	0.5
プレミックス	0.3	0.3	0.3	0.3
TDN	74.3	74.2	74.2	74.2
CP	14.5	14.3	14.3	14.3

注：現物中の値(%)

表3 供試飼料の一般成分(%)と脂肪酸組成(%)

成分	対照区	15%区	35%区	70%区
水分	14.1	13.5	13.8	13.8
粗タンパク質	13.7	13.2	13.0	13.0
粗脂肪	4.0	3.1	3.3	2.9
粗繊維	2.9	2.8	2.9	2.6
粗灰分	4.7	4.8	4.6	4.8
NFE	74.7	76.1	76.2	76.7
脂肪酸組成				
C14:0 ミリスチン酸	-	-	-	-
C16:0 パルミチン酸	13.7	13.7	15.3	17.2
C16:1 パルミトレイン酸	-	-	-	-
C18:0 ステアリン酸	-	1.1	2.0	2.1
C18:1 オレイン酸	23.9	25.4	28.1	33.4
C18:2 リノール酸	62.4	59.9	54.6	47.3
飽和脂肪酸	13.7	14.7	17.3	19.3
不飽和脂肪酸	86.3	85.3	82.7	80.7
(一価)	23.9	25.4	28.1	33.4
(多価)	62.4	59.9	54.6	47.3

注：一般成分は水分以外は乾物中の値

4. 調査項目

(1) 発育成績

体重は70kg到達時以降毎週個体ごとに測定し、1日平均増体量を算出した。体重測定時に残飼量を測定し、1頭あたりの飼料摂取量を求め、試験期間中の飼料要求率を算出した。

(2) 枝肉調査

110kgに到達した豚から順次出荷し、皮はぎ法により屠畜を行った。屠畜翌日に、豚産肉能力検定法の屠体の測定要領⁶⁾に準じて、冷屠体重、枝肉歩留、屠体

長I、背腰長II、屠体幅、大割肉片割合、背脂肪層の厚さ及びロース断面積(第45胸椎間)を測定した。枝肉の格付けについては、(社)日本食肉格付協会の格付員によるものとした。

(3) 肉質及び脂肪の質

肉質検査は「豚肉の品質評価に関する研究実施要領」⁷⁾に準じて実施した。屠畜後1日目に左半丸枝肉からロース芯(第5～8胸椎)とそれに接する背脂肪を採取し、当日に水分含量、ロース芯肉色ならびに背脂肪色を測定した。水分含量はロース挽肉を用い乾燥法(135℃、2時間)により測定、ロース芯肉色ならびに背脂肪色は、色彩色差計(ミノルタ製CR300)により、L*値(明度)、a*値(赤色度)、b*値(黄色度)を測定した。2日目にロース芯(第9～13胸椎)を用いて筋肉内粗脂肪含量、伸展率、加圧保水力、加熱損失、せん断力価を測定した。筋肉内粗脂肪含量は、水分測定後のサンプルをソックスレー脂肪抽出法で測定した。伸展率は加圧ろ紙法(東洋ろ紙No.2、径70mm、35kg/cm²で1分間加圧)により、肉片面積、肉汁面積から算出した。加圧保水力は水分含量と肉片面積から算出した。加熱損失は試料を筋繊維と平行に2×2×5cm程度のブロックに切り、ビニール袋に入れて密封し、70℃の温湯中で1時間加熱した後、流水中で冷却し、加熱前後の肉重量から損失割合を算出した。せん断力価は、加熱肉を1×1×5cm程度の肉片にした後Warner-Bratzlerのせん断力価計を用いて測定した。脂肪融点と脂肪酸組成の測定には、第5胸椎付近の内層脂肪を採取し、脂肪融点は上昇融点法で、脂肪酸組成は飼料と同様にFolch法で抽出して測定した。

(4) 統計処理

データの解析は、フリーソフトR ver.2.10.1⁸⁾を用いて、飼料(対照区、15%区、35%区、70%区)と性を主効果とした二元配置の分散分析を行った。

結果及び考察

1. 発育成績

発育成績を表4に示した。各試験区の1日平均増体量は857～945g、肥育日数は42～48日、調査期間中の飼料摂取量は147～160kg/頭、1日当たりの飼料摂取量は3.3～3.6kg、飼料要求率は3.9～4.2、出荷日齢については、156～162日であり、飼料による差はみられなかった。性による差は、1日当たりの飼料摂取量において雌で少なく、出荷日齢において雌で遅く有意差がみられた(P<0.05)。

発育に関しては、玄米を給与飼料量全体の70%(トウモロコシの100%代替)としても、各試験区に飼料による差は認められず良好な成績であった。このことは、新山ら⁹⁾のトウモロコシ代替100%及び50%飼料給与の報告と同様の結果であり、CP、TDNを一般の

表4 発育成績

項目	飼料								標準誤差	有意水準		
	対照区		15%区		35%区		70%区			飼料	性	飼料×性
	去勢雄 n=5	雌 n=5	去勢雄 n=5	雌 n=5	去勢雄 n=5	雌 n=5	去勢雄 n=5	雌 n=5				
1日平均増体量(g)	925.0	907.5	889.5	891.2	933.1	856.5	944.8	929.0	19.6	ns	ns	ns
飼料摂取量(kg)	159.9	149.6	163.4	146.6	153.9	158.3	149.6	150.1	4.3	ns	ns	ns
1日平均飼料摂取量(kg/日)	3.6	3.4	3.6	3.4	3.5	3.3	3.6	3.5	0.1	ns	*	ns
飼料要求率	4.0	3.9	4.2	3.9	3.9	4.0	3.9	3.9	0.1	ns	ns	ns
肥育日数(日)	44.2	43.4	45.6	43.6	43.4	47.8	42.0	42.8	1.0	ns	ns	ns
出荷日齢(日)	157.6	161.6	161.0	160.8	156.4	164.4	156.0	160.4	1.9	ns	*	ns

※ 平均値、n s : 有意差なし、* : P<0.05

配合飼料と同様な水準に調整することで配合飼料中のトウモロコシを玄米で全量代替することは可能であることを示している。

2. 屠体成績

屠体成績を表5に示した。いずれの調査項目においても飼料による有意な差はみられなかった。性の違いによる差は、冷屠体重、背脂肪の、カタ、セ、3部位平均で去勢雄が雌よりも有意に高い値を示し(P<0.05)、ロース断面積で、雌が去勢雄よりも有意に大きい値を示した(P<0.001)。背脂肪の厚さについては、新山ら⁹⁾の報告同様、飼料による有意な差はみられなかった。性の違いによる差は、体重50kg以降去勢豚は雌に比べ、飼料を多く摂取し、増体が速まり、豚体中の蛋白質が

少なく脂肪が多くなる¹⁰⁾といわれており、今回もこれと同様の結果であったと考えられた。

3. 肉質成績

肉質成績を表6に示した。背脂肪色以外の項目において、飼料及び性による有意な差はみられなかった。背脂肪色については、飼料による差はみられなかったが、性による差がL*値で去勢雄が雌より高く(P<0.01)、a*値、b*値では雌が去勢雄より高かった(P<0.01、P<0.05)。しかし、いずれも飼料×性の交互作用は認められなかった。新山ら⁸⁾も保水性、加熱損失率と肉色について玄米代替100%区、50%区ともに対照区と差のないことを報告している。このことから、玄米代替100%としてもこれらの肉質には影響がないも

表5. 屠体成績

項目	飼料								標準誤差	有意水準		
	対照区		15%区		35%区		70%区			飼料	性	飼料×性
	去勢雄 n=5	雌 n=5	去勢雄 n=5	雌 n=5	去勢雄 n=5	雌 n=5	去勢雄 n=5	雌 n=5				
冷屠体重(kg)	79.3	76.1	78.2	77.7	79.6	77.8	79.2	77.9	0.7	ns	*	ns
枝肉歩留(%)	70.0	68.7	69.1	69.3	70.2	69.7	69.9	69.9	0.4	ns	ns	ns
屠体長I(cm)	92.3	91.9	91.9	90.4	91.4	92.8	89.8	91.2	0.8	ns	ns	ns
背腰長II(cm)	66.5	66.7	66.7	65.4	67.2	67.3	64.8	65.3	0.7	ns	ns	ns
屠体幅(cm)	34.2	34.3	34.6	34.1	35.1	34.3	34.5	34.2	0.3	ns	ns	ns
背脂肪(cm)												
カタ	3.7	3.4	3.6	3.7	4.0	3.3	4.0	3.8	0.2	ns	*	ns
セ	1.8	1.4	1.8	1.8	2.0	1.6	2.1	1.7	0.1	ns	*	ns
コシ	3.0	2.5	2.7	2.9	3.0	2.5	3.2	2.9	0.2	ns	ns	ns
3部位平均	2.8	2.4	2.7	2.8	3.0	2.5	3.1	2.8	0.1	ns	*	ns
ロース断面積(cm ²)	23.1	30.7	26.0	27.9	22.6	28.4	21.5	28.4	1.7	ns	***	ns

※ 平均値、n s : 有意差なし、* : P<0.05、*** : P<0.001

表6. 肉質成績

項目	飼料								標準誤差	有意水準		
	対照区		15%区		35%区		70%区			飼料	性	飼料×性
	去勢雄 n=5	雌 n=5	去勢雄 n=5	雌 n=5	去勢雄 n=5	雌 n=5	去勢雄 n=5	雌 n=5				
水分含量(%)	72.4	73.2	72.2	72.9	72.6	72.7	72.6	72.6	0.3	ns	ns	ns
伸展率(cm ² /g)	34.0	33.4	34.1	32.7	32.6	32.5	33.7	33.0	0.6	ns	ns	ns
加熱損失(%)	21.6	21.2	20.9	21.1	22.3	21.0	21.7	21.3	0.6	ns	ns	ns
加圧保水力(%)	84.9	84.3	85.3	83.9	83.9	84.5	86.1	83.9	0.8	ns	ns	ns
せん断力値(kg)	3.3	4.7	5.0	4.7	4.0	4.7	4.2	5.0	0.5	ns	ns	ns
ロース内脂肪含量(%)	3.8	2.6	3.8	3.2	3.9	3.3	3.4	3.6	0.4	ns	ns	ns
ロース芯肉色												
L* (明度)	51.0	49.3	50.7	49.5	51.8	49.7	49.5	51.0	0.6	ns	ns	ns
a* (赤色度)	9.6	9.1	8.8	8.9	8.6	8.3	8.8	8.2	0.3	ns	ns	ns
b* (黄色度)	3.6	3.5	3.1	3.0	3.4	2.8	2.9	3.2	0.2	ns	ns	ns
背脂肪色												
L* (明度)	79.6	77.8	79.6	78.9	79.4	77.7	79.7	78.6	0.4	ns	**	ns
a* (赤色度)	3.4	4.4	3.5	3.4	3.2	4.3	3.3	4.0	0.2	ns	**	ns
b* (黄色度)	3.5	4.2	3.5	3.7	3.5	4.0	3.2	3.5	0.2	ns	*	ns

※ 平均値、n s : 有意差なし、* : P<0.05、** : P<0.01

表7. 内層脂肪の融点(°C)と脂肪酸組成(%)

項目	飼料								標準誤差	有意水準		
	対照区		15%区		35%区		70%区			飼料	性	飼料×性
	去勢雄 n=5	雌 n=5	去勢雄 n=5	雌 n=5	去勢雄 n=5	雌 n=5	去勢雄 n=5	雌 n=5				
脂肪融点(°C)	34.0	33.1	33.8	33.4	33.8	32.3	35.4	33.3	0.7	ns	ns	ns
脂肪酸組成(%)												
C14:0 ミリスチン酸	1.2	1.2	1.4	1.3	1.3	1.2	1.1	1.1	0.1	ns	ns	ns
C16:0 パルミチン酸	26.1	24.3	26.3	25.8	26.5	24.8	27.3	25.9	0.4	ns	***	*
C16:1 パルミトレイン酸	2.6	2.7	2.6	2.7	2.5	2.7	2.5	2.5	0.1	ns	ns	ns
C18:0 ステアリン酸	17.1	15.5	16.9	16.0	17.6	15.8	17.7	16.5	0.4	ns	***	ns
C18:1 オレイン酸	41.5	43.1	42.2	42.8	42.2	44.1	42.0	44.2	0.5	ns	***	ns
C18:2 リノール酸	11.4	13.1	10.6	11.4	9.9	11.5	9.3	9.8	0.4	**	***	***
飽和脂肪酸	44.5	41.0	44.6	43.1	45.4	41.8	46.1	43.5		ns	***	ns
不飽和脂肪酸	55.5	59.0	55.4	56.9	54.6	58.2	53.9	56.5		ns	***	ns
(一価)	44.2	45.8	44.7	45.5	44.7	46.8	44.6	46.6		ns	***	ns
(多価)	11.4	13.1	10.6	11.4	9.9	11.5	9.3	9.8		**	***	***

※ 平均値、ns:有意差なし、*:P<0.05、**:P<0.01、***:P<0.001、小文字異符号間:P<0.05、大文字異符号間:P<0.01

のと考えられた。

4. 脂肪に関する成績

背脂肪内層の融点と脂肪酸組成について表7に示した。

脂肪の融点については、33～35°Cの範囲であり、飼料及び性による有意な差はみられなかった。

脂肪酸組成において飼料による差がみられたのは、多価不飽和脂肪酸のリノール酸(C18:2)で、玄米の配合割合が高くなるに伴い減少した(P<0.001)。多重比較検定では、70%区と対照区(P<0.01)、70%区と15%区(P<0.05)で有意差がみられた。他の脂肪酸においては飼料による差はみられなかった。性による差がみられた脂肪酸は、飽和脂肪酸では、パルミチン酸(C16:0)とステアリン酸(C18:0)で去勢雄が雌より高く(P<0.001)、不飽和脂肪酸では、オレイン酸(18:1)とリノール酸で、雌が去勢雄より高い(P<0.001)値を示した。また、パルミチン酸とリノール酸において、飼料×性の交互作用がみられた(P<0.05、P<0.001)。松本ら²⁾は、玄米35%の配合割合でリノール酸割合の減少とオレイン酸割合の増加を報告していることから、今回我々は玄米の配合割合を増やし、松本ら²⁾が飼料中のTDNを高めるために用いた大豆油を添加せず、玄米給与の影響を確認できるような飼料設計を行った。豚肉の脂肪酸組成は給与飼料の脂肪酸組成の影響を受ける¹⁰⁾とされており、今回用いた飼料の脂肪酸組成(表3)は、玄米の配合割合が高くなるに伴い飽和脂肪割合が増加し、不飽和脂肪酸割合が減少していた。特に不飽和脂肪酸中の多価不飽和脂肪酸であるリノール酸は、対照区に比べ70%区は約15%減少しているため、背脂肪中のリノール酸が減少したと考えられる。飼料中の一価不飽和脂肪酸であるオレイン酸は玄米の配合割合が高くなるに伴い増加して、70%区では対照区に比べて約10%増加した。しかし、オレイン酸については飼料による差はみられなかった。勝俣ら¹¹⁾は、玄米15%、玄米30%の配合割合で内層脂肪中のオレイン酸割合が増加しリノール酸割合が有意に減少することを報告して

おり、このオレイン酸割合の増加は飼料中のオレイン酸割合が高いこととリノール酸割合の低下に伴う脂肪酸割合の相対的变化によるものと考察している。今回の試験では飼料による差はみられなかったものの、性による差がオレイン酸、パルミチン酸、ステアリン酸、リノール酸でみられたことから、脂肪酸の合成や蓄積に関し、性の違いが関与していることが考えられた。

以上の結果から、飼料中のトウモロコシを全量、飼料用米「べこあおば」の粉碎した玄米で代替しても同等の発育、肉質成績が得られ、十分に肥育豚後期用飼料として活用できると考える。なお、脂質については、玄米の配合割合が高くなるにつれて、背脂肪内層のリノール酸の割合が低下するという特徴が認められた。

引用文献

- 1) 平成21年度畜産物生産費統計：農林水産省
- 2) 松本友紀子・鈴木邦夫・高橋圭二(2009)、千葉畜産研報9:14
- 3) (独)農業・生物系特定産業技術研究機構編(2009)、日本標準飼料成分表(2009年版)、(社)中央畜産会、東京:108
- 4) 石橋晃(2001)、新編動物栄養試験法、(株)養賢堂:455-466
- 5) J.Folch, M.Lees and G.H.Sloane Stanley(1957)、J.Biol.Chem.226:497-509
- 6) (社)日本種豚登録協会、豚産肉能力検定実務書(1991):22-49
- 7) 農林水産省畜産試験場加工第2研究室(1990)、豚肉の肉質改善に関する研究実施要領
- 8) 中澤 港(2003)、Rによる統計解析の基礎、(株)ピアソンエデュケーション
- 9) 新山栄一・岡崎学・前坪直人・水上暁美(2003)、北信畜会報86:51-54
- 10) (独)農業・生物系特定産業技術研究機構編(2005)、日本飼養標準・豚(2005年版)、(社)中央畜産会、

高橋ら：玄米の配合割合の違いが肥育後期豚の発育及び肉質に及ぼす影響

東京：39

- 11) 高田良三・設楽修・斉藤守・森淳（1992）、日豚学誌 29（1）：32-40
- 12) 勝俣昌也・佐々木啓介・斉藤真二・石田藍子・京谷隆侍・本山三知代・大塚誠・中島一喜・澤田一彦・三津本充（2009）、日畜会報 80（1）：63-69