

# 乳酸菌発酵米飼料を活用した「阿波ポーク」生産技術の開発 [第3報]

飯塚悟・金丸芳\*・横石和也・松長辰司・新居雅宏

## 要 約

乳酸菌発酵米飼料の活用による県銘柄豚「阿波ポーク」の生産性向上を目的として、2種類の乳酸菌試料を用いて調製した乳酸菌発酵米を離乳豚に給与し、その給与効果について検証を行った。

抗生物質を含有していない自家配合飼料を基礎飼料として、対照区には粉碎米を30%、乳酸菌区には乳酸菌発酵米（乳酸菌区①：*Lactobacillus plantarum*（畜草1号株）及び*Lactococcus lactis*（SBS00001株）、乳酸菌区②：*Lactobacillus plantarum*（LQ80株）を添加し調製）を30%（現物）配合した飼料を不断給餌し、各区における発育成績（一日平均増体量、飼料要求率）、下痢発生状況及び免疫能（リンパ球幼弱反応）について調べた。

発育成績及び下痢発生状況は、乳酸菌発酵米給与区のいずれも対照区より良い結果となり、供試した2種類の乳酸菌発酵米は下痢症予防と発育向上に効果があることが示唆された。リンパ球幼弱反応は、乳酸菌区②において、試験開始1週目に他の2区よりも活性値が高くなり、LQ80株を用いて調製した乳酸菌発酵米は免疫賦活化にも効果があることが示唆された。

## 目 的

離乳期における子豚は、自己免疫能の形成が不十分な時期に、離乳、群編成、豚房移動等に伴うストレスを受けるため、様々な疾病に罹患しやすい状況にある。特に、離乳後に発生する大腸菌症をはじめとする下痢症は、発育遅延や死産を招き、生産性を低下させることから、県銘柄豚「阿波ポーク」の生産においても課題となっている。

抗生物質を用いない下痢症対策としては、生菌製剤の投与など様々な取り組みが行われており、当課ではこれまでに、乳酸菌発酵米の給与試験を行い、離乳豚において、一定の下痢抑制効果を認める結果<sup>1)</sup>が得られている。

そこで、乳酸菌発酵米を活用し、離乳豚で発生する下痢症を予防することにより「阿波ポーク」の生産性を向上させることを目的として、乳酸菌

発酵米の効果的な活用法について検証を行った。

第1報<sup>2)</sup>及び第2報<sup>3)</sup>においては、乳酸菌発酵米と抗菌作用のある資材（カテキン、ハーブ）の組み合わせによる給与効果について検証し、カテキンとの組み合わせで、下痢症抑制効果の増強が認められ、ハーブとの組み合わせで、飼料要求率の向上が認められた。

第3報となる本試験では、異なる乳酸菌試料を用いて調製した2種類の乳酸菌発酵米を離乳豚に給与し、乳酸菌試料による給与効果の違いについて検証を行った。

## 材料および方法

### 1) 試験期間

平成27年11月13日から平成27年12月11日までの28日間とした。

\* 徳島大学

2) 供試豚

大ヨークシャー種の子豚12頭(2腹×6頭)を供試した。

3) 試験区分

試験区分を表1に示した。給与形態は不断給餌、自由飲水とした。基礎飼料として抗生物質を含有していない自家設計配合飼料を用い、対照区は粉碎米を30%、乳酸菌区①及び②は表2で示す乳酸菌を用いて調製した乳酸菌発酵米を30%(現物)給与した。供試豚は2週齢時から対照区用飼料を用いて餌付けを行い、3週齢離乳直後に群編成(3区×4頭)を行った。なお、乳酸菌区②の1頭については試験開始1週間後(4週齢)に衰弱死したため、試験からは除外した。

表1 試験区分

対照	基礎飼料に粉碎米を30%添加	4頭群飼
乳酸菌①	基礎飼料に乳酸菌発酵米①を30%(現物)添加	4頭群飼
乳酸菌②	基礎飼料に乳酸菌発酵米②を30%(現物)添加	3(4)頭群飼

表2 使用した乳酸菌

乳酸菌①	<i>Lactobacillus plantarum</i> (畜草1号) <i>Lactococcus lactis</i> (SBS00001株)	商品名: 畜草1号プラス (雪印種苗株式会社)
乳酸菌②	<i>Lactobacillus plantarum</i> (LQ80株)	畜産草地研究所分与株

4) 乳酸菌発酵米の調製

粉碎米に水(粉碎米の35%)と乳酸菌試料を加え、良く攪拌した後、ビニール袋を2重にしたプラスチックドラム缶の中に詰め、脱気・密閉して1ヶ月以上保存したものを試験に供した。乳酸菌発酵米①は、発酵を促進するために粉碎米1kgに対しグルコアミラーゼを19mg添加した。

5) 調査項目

(1) 乳酸菌発酵米の発酵品質

開封後、表層から深さ10cm付近の試料を採材し、pH(ガラス電極法)、水分(加熱乾燥法)、有機酸含量(液体クロマトグラフィ法)及びVBN/TN(VBN分析:水蒸気蒸留法, T-N分析:ケルダール法)

を測定した。

(2) 給与試験

(ア) 発育

体重(毎週)及び残餌量(毎日)を測定し、一日平均増体量(DG)及び飼料要求率を求めた。

なお、飼料要求率については、乾物換算量にて算出した。

(イ) ふん便性状

毎日排出便を確認し、表3に示す4段階でスコア化し、1週間毎の平均値を求めた。

表3 ふん便性状の判定

スコア	ふん便性状	観察される状態
0	正常	落下後も形状を保持する
1	軟便	落下後形状が崩れるが、排便時に尻は汚れない
2	下痢便	形状なく、泥状で尻を伝って垂れる
3	水様性下痢	泥状の下痢便より更に水分が多い

(ウ) リンパ球幼若化反応

給与開始前(2週齢)、1週間後(4週齢)、3週間後(6週齢)の計3回採血を行い、MTT法にてSI値(刺激指数)を測定した。刺激物質(マイトジェン)には、コンカナバリンA(ConA)、フィットヘマグルチニン(PHA)及びポークウィードマイトジェン(PWM)を用いた。なお、SI値は、

$$SI = \frac{\text{刺激培養の吸光度}}{\text{非刺激培養の吸光度}} \times 100$$

により算出し、試験開始前(2週齢)と比較するために、4週齢と6週齢のSI値を2週齢時のSI値で割って、試験開始前に対するSI比(%)とした。

結 果

1) 乳酸菌発酵米の品質評価

乳酸菌発酵米の発酵品質評価結果について表4に示した。乳酸菌区①は、pH: 3.5、乳酸含量: 1.52%FM、酢酸含量: 0.06%FM、VBN/TN: 0.89%、V-score: 100であった。乳酸菌区②は、pH: 3.6、乳酸含量: 1.21%FM、酢酸含量: 0.07%FM、VBN/

TN : 1.11%, V-score : 100であった。両区とも、プロピオン酸、酪酸、吉草酸及びイソ吉草酸は検出されず、発酵品質は良好であった。

表4 乳酸菌発酵米の発酵品質

	pH	水分 (%FM)	乳酸 (%FM)	酢酸 (%FM)	VBN/TN	V-score
乳酸菌①	3.5%	32%	1.5%	0.06%	0.9%	100
乳酸菌②	3.6%	35%	1.2%	0.07%	1.1%	100

2) 発育成績

試験期間中の体重の推移を図1に、DG及び飼料要求率を表5に示した。

試験期間中のDGは、乳酸菌区①、乳酸菌区②、対照区の順に良い結果となり、飼料要求率についても乳酸菌区の方が対照区より優れていた。DGに関しては、特に乳酸菌区①で給与開始当初から飼料に対する嗜好性が良く、他の2区よりも優れた結果となった。

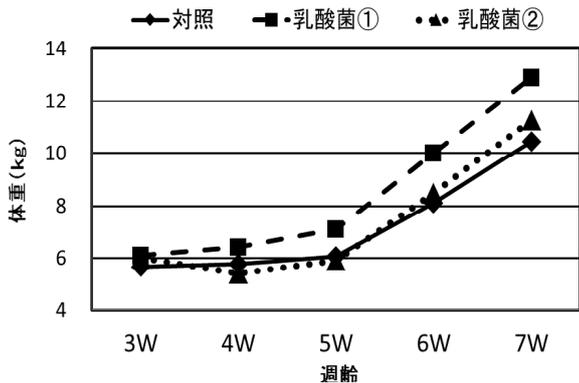


図1 体重の推移

表5 DG及び飼料要求率

	DG (g)	飼料要求率
対照	199.0	2.36
乳酸菌①	283.8	1.91
乳酸菌②	219.3	1.90

3) 離乳子豚のふん便性状

1週間毎のふん便スコアの平均値を図2に示した。

対照区は0.8~1.6、乳酸菌区①は0.6~1.3、乳酸菌区②は0.3~1.3で推移した。試験開始直後から3区とも1頭ずつ泥状の下痢便が認められた。ま

た、対照区と乳酸菌区①は試験開始2週目以降に、乳酸菌区②は3週目以降に水溶性の下痢が認められた。

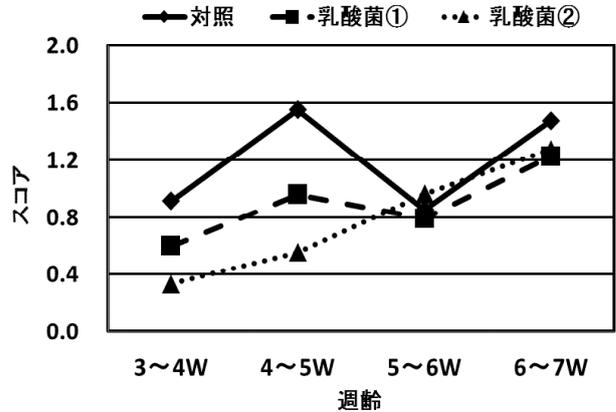


図2 ふん便スコアの推移

4) リンパ球幼若化反応

4週齢及び6週齢時におけるマイトジェン毎のSI比 (%) を図3及び図4に示した。なお、対照区の1頭については給与試験開始直前に死亡し、その後は別の個体を用いたため、対照区は3頭による結果を示した。

試験開始1週間後の4週齢時は、3区ともマイトジェンの種類に関係なく開始前よりも活性が強くなった。また、有意差は認められなかったが、乳酸菌区②で他の2区よりもやや活性が高くなった。試験開始3週間後の6週齢時は、乳酸菌区①及び②において、マイトジェンの種類に関係なく、試験開始前と同等か、それよりも活性が低下していた。対照区においても、ConA及びPHAに関しては活性の低下が認められたが、PWMに関しては4週齢時と同等となった。

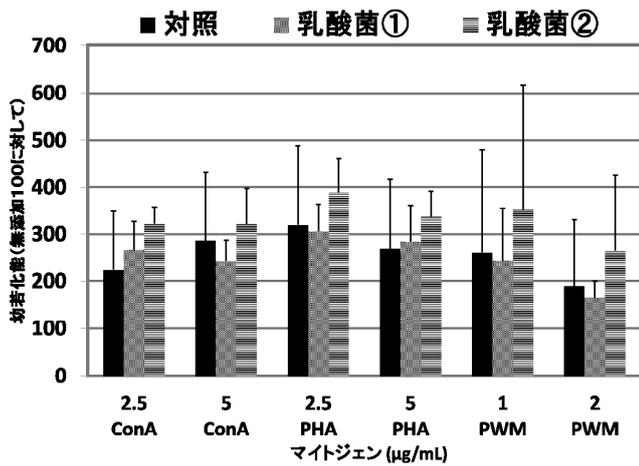


図3 リンパ球幼若化反応(4週齢)

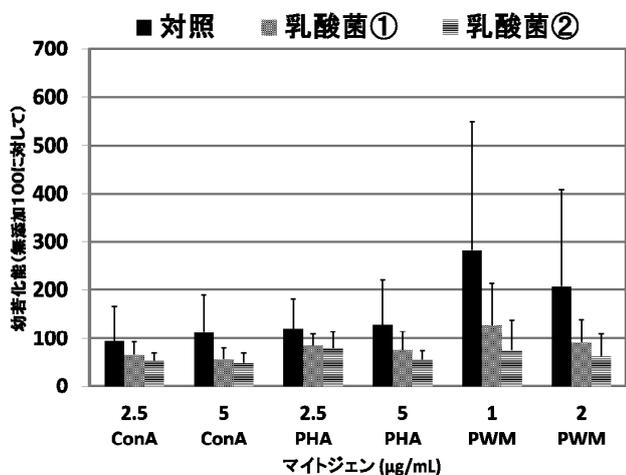


図4 リンパ球幼弱化反応(6週齢)

## 考 察

本研究は、乳酸菌発酵米の活用により離乳豚に発生する下痢症を予防し、「阿波ポーク」の生産性を向上させることを目的とし、その活用法の検証として、2種類の乳酸菌試料を用いて調製した乳酸菌発酵米を離乳豚に給与し試験を行った。

調製した2種類の乳酸菌発酵米は、いずれもV-scoreは100となり、発酵品質は良好であった。発育成績は、DGと飼料要求率において、いずれの乳酸菌発酵米給与区も対照区より優れた結果となり、給与による発育成績の向上が示唆された。また、下痢症に関しても、いずれの給与区も対照区より発生頻度は低く、症状も軽い傾向となり、下痢症の抑制にも効果があることが示唆された。リンパ球幼弱化反応は、3区とも試験開始1週間後(4

週齢時)に、試験開始前と比較し2~4倍の高い活性が認められた。また、有意差は認められなかったが、乳酸菌区②は他の2区よりも活性が高くなった。乳酸菌区②で用いた乳酸菌LQ80株は、発酵リキッド飼料として離乳豚に給与し、抗体反応が賦活化されたという報告<sup>4)</sup>があり、乳酸菌LQ80株を用いて調製した乳酸菌発酵米においても、免疫の賦活化に効果があると推察された。一方、試験開始3週間後(6週齢時)は、対照区のPWMを除き、4週齢時と比較し活性の低下が認められた。この間に供試豚の移動を行っており、移動に伴うストレスによる低下<sup>5)</sup>と考えられた。変化が認められなかった対照区のPWMに関しては、個体別にみると、1頭だけが高い活性を示していた。測定に用いたマイトジェンのうちConA及びPHAはT細胞活性を促し、PWMはT細胞及びB細胞活性を促すことから、この個体ではT細胞に依存しないB細胞の活性が高まっていたと考えられた。このT細胞非依存性のB細胞活性を促すものとしては、グラム陰性菌のLPS等があり、活性の高かった1頭は試験開始直後から継続的に下痢を発症していた。そのため、この個体では、腸内において大腸菌群等のグラム陰性菌の異常増殖が起きており、T細胞非依存性のB細胞活性が高まっていたと推察された。

## ま と め

供試した2種類の乳酸菌発酵米は、いずれも離乳豚において下痢症の予防と発育成績の向上に効果があることが示唆された。また、*Lactobacillus plantarum* (LQ80株)を用いた乳酸菌発酵米では、免疫賦活化効果も示唆された。

## 謝 辞

本試験を実施するに当たり、貴重な乳酸菌試料をご提供くださいました国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構畜産草地研究所の蔡義

民氏，並びに，乳酸菌試料の提供をはじめ乳酸菌発酵米の調製全般に，ご助言及びご協力をいただきました雪印種苗株式会社の北村亨氏に深謝いたします。

## 文 献

- 1) 松家憲子・山口智美・堀北直樹・金丸芳・新居雅宏．徳島県畜産研究所研究報告第12号．  
23-30．2013
- 2) 山口智美・松家憲子・先川正志・金丸芳・新居雅宏．徳島県畜産研究課研究報告第13号．  
27-30．2014
- 3) 山口智美・松家憲子・先川正志・金丸芳・新居雅宏．徳島県畜産研究課研究報告第14号．  
16-20．2015
- 4) K. Mizumati, et al. *Animal* 3(5):670-676.
- 5) E. Deguchi, et al. *J. Vet. Med. Sci.* 60(2).  
149-153. 1998