

肥育豚への解砕繊維状竹粉サイレージ給与が発育および肉質に及ぼす影響

大島一郎^{1*}・狩宿友樹²・亀澤 樹²・柴田果歩²・富永 輝³・柳田大輝³・飯盛 葵³・石井大介³・
松元里志³・片平清美³・野上直樹⁴・高山耕二²・中西良孝²

¹鹿児島大学農学部家畜生体機構学研究室 〒890-0065 鹿児島市郡元

²鹿児島大学農学部家畜管理学研究室 〒890-0065 鹿児島市郡元

³鹿児島大学農学部附属農場入来牧場 〒895-1402 薩摩川内市

⁴有限会社ノガミ産業 〒891-0143 鹿児島市和田

The Effects of Supplementation of Rubbed Bamboo Silage to Commercial Diet on the Growth and Carcass Traits in Finishing Pigs

Ichiro Oshima^{1*}, Yuki Karijuku², Itsuki Kamesawa², Kaho Shibata², Akira Tominaga³, Daiki Yanagita³,
Aoi Isakari³, Daisuke Ishii³, Satoshi Matsumoto³, Kiyomi Katahira³, Naoki Nogami⁴, Koji Takayama² and
Yoshitaka Nakanishi²

¹Laboratory of Animal Functional Anatomy, Faculty of Agriculture, Kagoshima University, Korimoto, Kagoshima, 890-0065

²Laboratory of Animal Behaviour and Management, Faculty of Agriculture, Kagoshima University, Korimoto, Kagoshima, 890-0065

³Iriki Livestock Farm, Experimental Farm, Faculty of Agriculture, Kagoshima University, Satsumasendai, Kagoshima, 895-1402

⁴Nogami Co., Ltd, Wada, Kagoshima, 891-0143

Summary

The objective of present study was to evaluate the effects of rubbed bamboo silage on the growth, fecal odor and carcass traits, when 10% rubbed bamboo silage (containing 20% rice bran and 55% moisture) was supplemented to a commercial diet and fed for finishing pigs ad libitum from 15 weeks of age to 31 weeks of age. Eight castrated Berkshire pigs were divided into two groups, one group was fed a diet supplemented with rubbed bamboo silage to a commercial diet (bamboo group) and another was fed the commercial diet (control group). The pigs in bamboo group showed 0.3 kg/day per head slightly more feed intake than the pigs in control group through the experimental period, however both groups were not significantly different. There was no difference in the body weight gain, daily gain, feed efficiency and fecal odor between these groups. The supplementation with rubbed bamboo silage also had no effect on carcass weight, carcass yield, backfat thickness, rib thickness and rib eye area. However, sensory evaluation test with untrained panelist showed that cooked pork flavor in the bamboo group was different with that of the control group. In conclusion, it is suggested that rubbed bamboo silage can be used as a feedstuff for finishing pigs by adding 10% of the silage to the commercial diet.

Key words: carcass traits, finishing pig, growth, rubbed bamboo silage

キーワード：枝肉特性, 発育, 肥育豚, 解砕繊維状竹粉サイレージ

緒言

わが国にとって飼料自給率向上は喫緊の課題であり、未利用資源の利活用が活発に模索されている。雑食性である豚は、未利用資源飼料化に対する適応範囲が広く、これまで農業副産物（大島ら, 2004; 嶋澤ら, 2009）、工場加工残渣（林, 2012; 小川ら, 2006）、厨房残渣（入

江, 2009; 渡辺ら, 2001）など様々な資源の飼料化に用いられている。

わが国の中山間地域に自生する竹は、管理不足による竹林荒廃が懸念される一方で、その旺盛な繁殖能力から持続的に利用可能な地域未利用資源と位置付けられる。特に、鹿児島県は広大なモウソウチク林を有するため、竹林の維持管理の際に排出される間伐竹材を持続的に活用することが求められる。竹の飼料利用に関しては、反芻家畜以外への給与も試みられている（岩澤ら, 2005; 戸沢ら, 2015）。このうち、単胃動物である豚に対して

2018年9月26日 受付日

2018年11月12日 受理日

*Corresponding author. E-mail: oshima@agri.kagoshima-u.ac.jp

竹抽出物を給与した試験では、ほ乳子豚、離乳子豚および肥育豚において良好な発育が認められ、竹由来の成分が豚に悪影響を及ぼさないことが明らかとなっている(山下と田淵, 2012a, b). また、粉碎したマダケを用いて調製されたサイレージを飼料に5%添加し、肥育豚に給与した試験においても発育に悪影響は認められず、肝機能に好ましい影響を及ぼす可能性が示されている(戸沢ら, 2015). これらの結果は、竹の豚飼料としての高いポテンシャルを示すものであるが、その適正な給与方法および給与量などについては一致した結論には至っておらず、検討の余地が残されている. これまで著者らは竹の飼料化を目的として、竹に解砕処理を施し、発酵基質として米ヌカを20%添加し、水分含量を55%に調整して密閉することで良質なサイレージ(以下、竹粉サイレージ)が得られることを明らかにしている(大島ら, 2016). この竹粉サイレージの幅広い活用法を見出すためには、竹粉サイレージを豚用飼料として位置づけた場合の給与方法や給与量を詳細に検討する必要がある. 以上の背景から、本研究では、より高い竹の給与量を検討するため竹粉サイレージの10%添加給与が肉用豚に及ぼす影響に関して検討した.

材料および方法

本研究は2017年6月28日から2017年10月24日にかけて、鹿児島大学農学部附属農場入来牧場にて行われた. 本試験で供した解砕竹粉サイレージについては、3年生以上のモウソウチクを植物粉摺機(RUB Master, SRM-15, 西邦機工(株)製)で解砕処理し(解砕繊維状竹粉)、米ヌカを原物重量比で20%添加し、水分を55%となるよう調整した後に、フレコンバックに充填密封し、1~6ヵ月間貯蔵したものを用いた(大島ら, 2016). 供試豚には有限会社ノガミ産業で生産された3腹のパークシャー種去勢8頭を用いた. 供試豚は、13週齢時の平均体重が等しくなるよう対照区および試験区の2群(対照区および竹粉区各4頭)に分けられ、試験終了まで各区に群飼された. 試験豚房はコンクリート床(3.0 m²/頭)とし、飼槽および給水器を配置した. 供試飼料には供試豚の平均体重が70kgに到達するまでは市販の肥育豚用前期配合飼料(CP15%, TDN78%, 日清丸紅飼料(株)), 70kg到達以降は市販の肥育豚用後期配合飼料(CP13%, TDN75%, 日清丸紅飼料(株))をそれぞれ用いた. 対照区には試験期間を通して上記の供試飼料のみを給与し、竹粉区には上記供試飼料に竹粉サイレージ(大島ら, 2016)を原物重量比で10%添加したものを給与した. 試験は15週齢から開始し、両区とも飽食および自由飲水とした.

試験期間中、供試豚の体重を毎週測定した. また、毎日、飼料給与量および残食量を計測することで、各区の飼料摂取量および飼料効率を算出した. 試験開始後7日目(16週齢)、28日目(19週齢)、63日目(24週齢)、91日目(28週齢)および112日目(31週齢)に糞臭気(ア

ンモニア、メチルメルカプタンおよび硫化水素濃度)を検知管式気体測定器ガステック(GV-100, 株式会社ガステック)で測定した. 糞臭気測定では、個体毎に排泄直後の糞を回収し、豚舎内の豚房外に24時間静置した. 24時間静置後の糞(200g)を10L容ポリエチレン袋に採取し、室温に90分静置後の袋内の臭気濃度を計測し、糞臭気とした.

供試豚が31週齢に到達後、各区に順次屠殺し、各個体の枝肉重量、背脂肪厚、枝肉歩留、第4-5胸椎間のバラ厚およびロース芯面積を調査した. 両区供試豚のロース芯から1 cm角の豚肉を切り出し、加熱後(80°C, 3分)、官能試験に供した. 官能試験では、トレーニン3されていない男性18名(平均年齢27.9歳)および女性16名(平均年齢22.3歳)の計34名をパネリストとして、風味、多汁性、うま味、歯ごたえ、脂っこさならびに総合評価の6項目について、5段階で評価した. なお、パネリストには両区の豚肉をブラインドサンプルとして提示し、評価を行わせた.

得られたデータについて、各区の平均値および標準偏差を算出し、t検定により両区間の比較を行った. 官能試験データについてはノンパラメトリック検定のWilcoxon符号化順位和検定により比較を行った.

結果

本試験で用いた竹粉サイレージを、密封期間1および6ヵ月時点で開封し、試験に供した. 表には示さなかったものの、竹粉サイレージはpHおよびVBN/TNを用いたMcDonald評価法でいずれも「良」以上の優れた発酵品質を示した.

竹粉サイレージ給与が供試豚の発育、飼料利用性ならびに枝肉特性に及ぼす影響をTable 1に示した. 対照区の体重は試験開始時の49.8 kgから出荷時の138.0 kgに増体し、竹粉区では試験開始時の48.8 kgから出荷時の

Table 1. Effects of supplementation of rubbed bamboo silage to commercial diet on the growth and carcass traits of finishing pigs.

| Item | | Control group | Bamboo group |
|--------------------|--------------------|---------------|--------------|
| Initial age | (weeks) | 15.4 ± 1.4 | 15.1 ± 1.2 |
| Initial BW | (kg) | 49.8 ± 11.1 | 48.8 ± 11.8 |
| Finish BW | (kg) | 138.0 ± 18.3 | 140.8 ± 13.9 |
| Daily gain | (kg) | 0.8 ± 0.2 | 0.8 ± 0.1 |
| Feed intake | (kg/day-animal) | 3.0 ± 0.2 | 3.3 ± 0.3 |
| Feed efficiency | | 0.3 ± 0.1 | 0.2 ± 0.1 |
| Carcass weight | (kg) | 87.8 ± 10.8 | 92.4 ± 8.7 |
| Carcass yield | (%) | 63.7 ± 0.9 | 63.4 ± 0.8 |
| Rib thickness | (cm) | 6.7 ± 0.6 | 7.4 ± 0.5 |
| Back fat thickness | (cm) | 3.6 ± 0.5 | 3.7 ± 0.3 |
| Rib eye area | (cm ²) | 25.1 ± 2.0 | 26.5 ± 3.1 |

Mean ± SD (n=4)

140.8 kg まで増体した。試験期間中、両区の体重に有意な差は認められなかった。試験期間を通して、対照区では3.0kg/頭・日、竹粉区では3.3kg/頭・日の採食量を示し、竹粉区で1日1頭当たり0.3kg多く飼料を摂取していた。しかし、両区に区間差は認められなかった。試験期間を通じた平均日増体量は両区とも0.8 kg/日であり、飼料効率は対照区および竹粉区でそれぞれ0.3およ

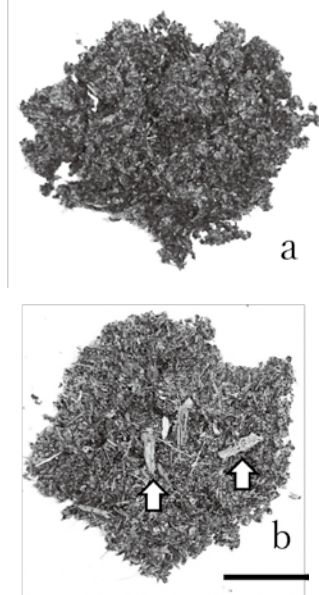


Figure 1. Photographic comparison of the contents of manure between control group (a) and bamboo group (b). Arrows show the pieces of undigested rubbed bamboo. Scale Bar: 3cm

び0.2となり、両区に有意な差は認められなかった。対照区および竹粉区の枝肉歩留はそれぞれ63.7%および63.4%となり、両区に有意な差は認められなかった。また、バラ厚、背脂肪厚およびロース芯面積でも両区間に有意差は認められなかった。

試験期間中の供試豚の糞内容を Figure 1 に示した。竹粉区の糞中 (Figure 1 b) には、対照区の糞 (Figure 1 a) には見られない竹粉サイレージの未消化の繊維状飼料片 (Figure 1 b 矢印) が多く観察された。竹粉サイレージ給与が供試豚の糞中臭気物質濃度に及ぼす影響を Table 2 に示した。本試験で分析した硫化水素、メチルメルカプタンおよびアンモニア濃度の推移に一定の傾向は認められず、試験期間中、各週齢で両区間に有意差は認められなかった。

竹粉サイレージの給与が供試豚ロース芯の食味性に及ぼす影響を Table 3 に示した。調査した6項目のうち、風味の評価が対照区で2.7、竹粉区で2.8となり、後者で有意に高い評価となった ($P<0.05$)。また、総合評価は対照区で3.1、竹粉区で3.2となり、両区間に有意な差は認められなかった。

考 察

竹粉サイレージは低タンパク・高繊維飼料と位置付けられる (大島ら, 2016) ため、本試験の竹粉区に給与した飼料においては、対照区のものよりもタンパク含量が

Table 2. Effects of supplementation of rubbed bamboo silage to commercial diet on H₂S, CH₃SH and NH₃ concentration in feces of finishing pigs.

| | H ₂ S | | CH ₃ SH | | NH ₃ | |
|------------------|------------------|--------------|--------------------|--------------|-----------------|--------------|
| | Control group | Bamboo group | Control group | Bamboo group | Control group | Bamboo group |
| | —ppm/100ml— | | | | | |
| Pigs age (weeks) | | | | | | |
| 16 | 3.4 ± 1.8 | 4.0 ± 4.5 | 0.7 ± 0.7 | 0.6 ± 0.9 | 0.6 ± 0.2 | 0.5 ± 0.0 |
| 19 | 1.6 ± 2.2 | 1.7 ± 0.7 | 0.6 ± 0.6 | 0.4 ± 0.3 | 3.1 ± 3.0 | 2.0 ± 3.1 |
| 24 | 1.3 ± 0.9 | 1.0 ± 1.0 | 0.2 ± 0.1 | 0.1 ± 0.1 | 0.6 ± 0.2 | 0.5 ± 0.0 |
| 28 | 1.4 ± 0.8 | 1.8 ± 1.0 | 0.1 ± 0.1 | 0.1 ± 0.1 | 2.8 ± 2.5 | 0.7 ± 0.2 |
| 31 | 0.6 ± 0.0 | 1.0 ± 1.0 | 0.1 ± 0.0 | 0.1 ± 0.0 | 1.0 ± 0.8 | 0.9 ± 0.8 |

Mean ± SD (n=4)

Table 3. The comparison of the values of sensory evaluation between control group and bamboo group.

| Item | Control group | | Bamboo group | |
|---------------------|---------------|--------------------|--------------|--------------------|
| Texture | 3.0 | ± 0.9 | 3.1 | ± 1.1 |
| Juiciness | 2.4 | ± 0.9 | 2.5 | ± 1.1 |
| Flavor | 2.7 | ± 0.9 ^b | 2.8 | ± 0.9 ^a |
| Tasty | 3.1 | ± 0.8 | 3.0 | ± 0.8 |
| Greasy | 1.9 | ± 0.9 | 2.0 | ± 0.9 |
| Total acceptability | 3.1 | ± 0.8 | 3.2 | ± 1.0 |

Mean ± SD (n=34)

All items were evaluated on a five-point scale. The values express the evaluation from 5 (favorable) to 1 (unfavorable) in the table.

^{ab} Means with different superscripts differ significantly ($P<0.05$)

低く、繊維含量が高かったものと考えられる。一方で、竹粉区の供試豚は対照区と遜色ない発育を示した。試験期間を通した採食量に両区間で有意差は認められなかったものの、竹粉区では試験開始から一貫して対照区より平均0.3kg/頭・日程度上回る採食量を示していた。本試験の竹粉区では飼料をわずかに多く摂取することで、養分を補填したのかもしれない。飼料中の栄養価によって豚の飼料摂取量が増加する現象は他の研究でも認められており、大口ら（2012）は肥育豚に給与する発酵リキッド飼料に加水することで給与飼料単位重量当たりのエネルギー含量を低下させた場合、飼料摂取量は増加し、乾物摂取量および発育成績は加水しなかった場合と同等となったことを報告している。本試験のように竹粉サイレージを濃厚飼料に添加給与する場合、竹粉サイレージの栄養価および消化率の低さから、添加割合の増加に応じてタンパク含量は漸減することが予想される。採食量増加による養分の補填には限界があるものの、竹粉サイレージの10%という添加割合であれば、肥育豚の発育に悪影響は及ぼさないことが示唆された。

鶏では、飼料に竹粉サイレージを5~20%添加することで、排泄物の臭気の低減が可能であることが報告されている（中村ら，2009；大谷ら，2005）。また、豚に低タンパク・高繊維含有の飼料を給与することで、排泄物のアンモニア揮散量が低減されることも報告されている（梅本と折原，2005）。本試験の竹粉区には、竹粉サイレージを用いることで対照区よりも低タンパク・高繊維飼料を給与したものの、試験期間を通して供試豚の排泄物の臭気物質濃度に区間差は認められず、これまでの報告とは一致しない結果となった。糞尿臭気の原因となるアンモニアは、摂取された余剰タンパク質が豚自身の肝臓や腸内微生物によって代謝されたものである。糞臭気が両区とも同等であったことから、供試豚による余剰タンパク摂取量および代謝量は両区でほぼ同等であったことが推察される。このことは対照区に比べて竹粉区で給与飼料をわずかに多く摂取し続けたことで、濃厚飼料に由来するタンパク摂取量が両区で近い値となり、結果として発育だけでなく、糞臭気においても両区で同等となったものと推察された。

肉用豚の枝肉特性は給与飼料の栄養価に大きく影響され、特に背脂肪厚に及ぼす影響は顕著に観察される（大口ら，2012；渡辺ら，2001）。本試験では供試豚のバラ厚および背脂肪厚に竹粉サイレージ添加の影響は認められず、竹粉サイレージの10%添加によって枝肉特性が著しく損なわれることはないものと考えられた。一方で、給与飼料の栄養価および化学成分は豚枝肉中の脂肪などの質にも影響を及ぼし、結果として豚肉の食味性にも影響を及ぼすことが知られている（入江，2009）。本試験では、食味試験において竹粉区の豚肉の風味が対照区に比べて有意に高い評価となった（ $P<0.05$ ）。しかし、本試験では飼料や豚肉の微量成分を調査していないため、風味改善の直接的な原因には言及はできない。山下と田淵（2012b）は肥育豚飼料に竹抽出物を5%添加し

た試験において本試験と同様に豚肉の香りの改善を報告しており、これが竹に含有されるキシロオリゴ糖による可能性を示唆している。

以上より、竹粉サイレージを市販の肥育豚用配合飼料に10%添加して肥育豚に給与した場合、発育、産肉性および肉質において対照区と同等以上の結果が得られたことから、解砕竹粉サイレージは肥育豚用飼料として10%まで利用可能なことが明らかとなった。

要約

未利用資源である竹の家畜飼料としての幅広い利用法を模索するため、竹粉サイレージを市販配合飼料に10%添加給与した場合の肉用豚の発育、糞臭気ならびに枝肉特性に及ぼす影響を検討した。パークシャー種去勢8頭（15週齢）を用いて、市販配合飼料を給与する対照区および市販配合飼料に竹粉サイレージを現物重量比10%添加給与する竹粉区を設けた。竹粉サイレージには、解砕処理したモウソウチクに米ヌカを20%添加後、水分55%となるように調整し、1ヵ月以上貯蔵したものを用いた。毎日の飼料摂取量および毎週の体重を測定し、定期的に糞臭気を測定しながら31週齢で屠畜解体し、両区の枝肉重量、枝肉歩留、第4-5胸椎間バラ厚、背脂肪厚およびロース芯面積を測定した。ロース芯を用いて官能試験（風味、多汁性、うま味、歯ごたえ、脂っこさおよび総合評価）を1~5段階評価で行った。試験期間中、両区とも順調に発育し、体重は同様に推移した。また、日増体量および飼料効率に有意差は認められなかった。採食量は、試験開始から一貫して竹粉区で約0.3kg/頭・日ずつ多く採食したが、両区に有意な差は認められなかった。試験期間中の糞臭気に区間差はなく、同等の臭気物質濃度であった。枝肉特性に両区の間で有意差は認められなかったものの、官能試験では、風味に有意な区間差（ $P<0.05$ ）が認められ、竹粉区で高い評価が得られた。以上より、竹粉サイレージを市販の肥育豚用配合飼料に10%添加して肥育豚に給与した場合、発育、産肉性および肉質において対照区と同等以上の結果が得られたことから、竹粉サイレージは肥育豚用飼料として10%まで利用可能なことが明らかとなった。

引用文献

- 林 國興. 2012. 焼酎粕の飼料利用. 日暖畜報. 55: 101-107.
- 入江正和. 2009. エコフィードの製造・利用技術と展望. 日暖畜報. 52: 1-9.
- 岩澤敏幸・大谷利之・池谷守司. 2005. 鶏による竹資源利用に関する研究（第1報）. 静岡中小畜試研報. 16: 49-53.
- 中村茂和・松井繁幸・杉山 典・黒田博通. 2009. 竹粉サイレージの給与が肉養鶏および採卵鶏の排せつ物臭気に及ぼす影響. 静岡畜技研中小研七研報. 2:

43-48.

- 小川ゆかり・辻裕美子・青木高信・田中欽二・尾野喜孝.
2006. 茶ガラ給与が肥育豚の発育およびロース肉の性状変化に及ぼす影響. 佐賀大農彙報. 92: 69-77.
- 大口秀司・上田淳一・三石達夫・佐伯真魚・饗庭 功・高橋巧一. 2012. 野菜残さを混合した発酵リキッドフィーディングが肉豚の生産性及び肉質に及ぼす影響. 愛知農総試研報. 44: 81-88.
- 大谷利之・杉山 典・関 哲夫・岩澤敏幸・池谷守司.
2005. 竹粉サイレージ給与が肉養鶏のふん便臭気に及ぼす影響. 静岡中小畜試研報. 16: 55-58.
- 大島一郎・青木高信・田中欽二・尾野喜孝. 2004. 肥育豚の発育および枝肉成績に及ぼすクズ米添加飼料の影響. 佐賀大農彙報. 89: 177-183.
- 大島一郎・久田真士・柳田大輝・廣瀬 潤・石井大介・松元里志・片平清美・主税裕樹・高山耕二・中西良孝. 2016. 水分含量と米ヌカ添加割合が解砕繊維状竹粉サイレージの発酵品質に及ぼす影響. 日暖畜報. 59: 131-134.
- 嶋澤光一・本多昭幸・尾野喜孝. 2009. バレイショ混合サイレージの給与が肥育豚の発育と血清生化学成分に及ぼす影響. 日暖畜報. 52: 57-61.
- 戸沢一宏・柴田 尚・池永直浩・角田真由美・土橋宏司・神藤 学・保倉勝己・木村英生. 2015. タケ資源の有効利用に関する研究. 山梨総理工研機構研報. 10: 35-41.
- 梅本栄一・折原惟子. 2005. 飼養環境改善による畜舎発生臭気の軽減技術の検討 (2)
低蛋白質飼料・高繊維質飼料利用による豚舎臭気の軽減. 神奈川畜研報. 90: 61-64.
- 渡辺千春・谷 浩・藤田 耕・富家武男・吉田栄治・二階堂隆友. 2001. 温風乾燥処理した厨房残さのブタにおける飼料利用. 日畜会報. 72: J542-J550.
- 山下洋治・田淵賢治. 2012a. 竹抽出物のほ乳子豚への経口投与並びに離乳子豚への5%添加飼料給与が発育に及ぼす影響. 香川畜試報. 47: 21-23.
- 山下洋治・田淵賢治. 2012b. 竹抽出物5%添加飼料給与が肥育豚の発育と肉質に及ぼす影響. 香川畜試報. 47: 24-28.