

## 肥育豚への竹粉サイレージの給与が発育および腸内細菌叢へ及ぼす影響

伊藤達也・砂場洋次・関島晟・古賀照章

**要約** 竹粉給与が豚の発育、腸内細菌叢、血液性状、および産肉性等に及ぼす影響を検討するために、飼養試験を実施した。試験 1 では竹粉サイレージ（以下竹粉 S）を体重 30Kg～115kg に対照飼料の 0.5% および 2% を代替（乾物）し給与した。発育、血液性状、枝肉成績、脂肪酸組成等においては試験区間で顕著な差が見られなかった。試験 2 では竹粉 S を離乳（平均体重 7.7 kg）～体重 70 kg に対照飼料の 1% を代替（乾物）給与し、体重 30～70 kg の肥育前期で抗菌性物質添加の有無によって 2 区を設置した。体重 70 kg～115 kg までは同一飼料を給与した。子豚の発育は、竹粉 S 1% 給与区の 1 日平均増体量 (g) は、他の 2 区よりやや少ない傾向であったが区間に有意差は認められなかった。竹粉 S 給与した肥育後期の発育において対照区に比べよい傾向であったが、発育、腸内細菌叢、血液性状、および産肉性等に及ぼす影響は認められなかった。

**キーワード**：豚・肥育・竹粉

竹の家畜への給与は、新たな粉体化方式による竹粉製造機により、竹の繊維が胃腸を傷つけることがなくなり飼料利用が可能となった。また、鶏への竹粉サイレージ給与については血液性状、産肉性および食味等への影響が報告（岩津ら 2005, 2007）されているが、豚への竹粉給与報告はほとんどされていない。そこで本試験では体重 30～115kg および離乳直後から体重 70kg へのサイレージ化した竹粉給与が、発育や腸内細菌叢へ及ぼす影響について検討した。

### 材料および方法

#### 試験 1

##### (1) 供試豚

三元交雑豚（LWD）を各区に去勢 5 頭を配置した。

##### (2) 試験期間

平成 23 年 8 月～12 月に単飼で体重 30Kg～115kg とした。115 kg を超えた試験豚から 1 日絶食後に屠殺した。

##### (3) 供試飼料

竹粉 S は孟宗竹 2～3 年生を竹粉製造機（特許第 3967931 号）で粉碎後アルミ蒸着袋に詰め真空包装し 50 日以上調製したものをを用いた。（表 1、2、3）。竹

粉 S に乾物 0.5 および 2% を市販飼料に置き換えて給与した（表 4）。

#### (4) 飼養方法

試験豚は 120×270 cm の検定用豚房に去勢豚 1 頭を収容し、不断給餌・自由飲水として肥育した。敷料は糞を採取するために使用しなかった。

#### (5) 調査項目

##### 1) 発育、飼料要求率

各試験豚の試験期間中の 1 日平均増体重、飼料要求率について調査した。

##### 2) 血液性状

各試験豚の体重 70 kg および 100 kg に達した時に血清を採取し、各種成分値を松本家畜保健衛生所に依頼し測定した。

##### 3) 枝肉調査

屠殺 1 日後に豚産肉能力検定後代検定法に準じて枝肉一般性状の調査を実施した。肉色および脂肪色は色彩色差計（日本電色工業（株）NF777）により測定した。

表 1 竹粉サイレージの発酵品質

試験	給与時期	調製時期	調製期間 (日)	水分含 量	pH	有機酸含量 (%FM)		フリーク 評点
						乳酸	酢酸	
1	肥育前期	H23年 7 月	41以上	27	5.3	0.1	0.08	67
	肥育後期	H23年 8 月	50以上	30	4.5	0.4	0.14	92
2	全期間	H24年 4 月	50以上	37	3.5	1.4	0.07	100

※竹は孟宗竹 2～3 年生を使用

※サイレージ調製方法は、竹粉製造機で粉碎し、アルミ蒸着ビニール袋に詰め、真空包装

※試験 2 は調製時に乳酸菌（畜草 1 号）を水溶液で添加した

※酪酸は検出されなかった

表 2 竹粉サイレージの成分

調査時期	粗蛋白質	粗繊維	粗脂肪	粗灰分
	(%DM)	(%DM)	(%DM)	(%DM)
夏季（9 月）	1.5	49.2	0.4	0.9
春季（4 月）	1.1	51	0.3	1

表 3 竹粉サイレージの乳酸菌群数と大腸菌群数（個/g）

試験	乳酸菌群数 (ラクトバチルス属)		大腸菌群数	
	個数	満	個数	満
試験 1 (H23年 8 月調製)	1.1 × 10 <sup>4</sup>	未満	1.0 × 10 <sup>2</sup>	未満
	7.2 × 10 <sup>3</sup>	未満	1.0 × 10 <sup>2</sup>	未満
	2.4 × 10 <sup>4</sup>	未満	1.0 × 10 <sup>2</sup>	未満
	2.0 × 10 <sup>3</sup>	未満	1.0 × 10 <sup>2</sup>	未満
試験 2 (H24年 4 月調製) (乳酸菌添加)	6.5 × 10 <sup>4</sup>	未満	1.0 × 10 <sup>2</sup>	未満
	2.0 × 10 <sup>2</sup>	未満	1.0 × 10 <sup>2</sup>	未満
	2.0 × 10 <sup>2</sup>	未満	1.0 × 10 <sup>2</sup>	未満
	2.0 × 10 <sup>2</sup>	未満	1.0 × 10 <sup>2</sup>	未満
	2.0 × 10 <sup>2</sup>	未満	1.0 × 10 <sup>2</sup>	未満

表 4 試験 1 の供試飼料(乾物%)

試験区	竹粉	市販飼料 <sup>1)</sup>
対照	無	100
竹粉S 0.5%	0.5	99.5
竹粉S 2%	2	98

1) 肥育前・後期飼料CP15.5% TDN77.0%

#### 4) 皮下脂肪の脂肪酸組成

各試験豚の第 5 胸椎部後方 5 cm の胸椎部ロースを採取して皮下の内層の脂肪をクロロホルム：メタノール溶液（V：V=2：1）で抽出し、遊離脂肪酸をメ

チルエステル化したものをガスクロマトグラフィーで測定した。

#### 5) 腸内細菌叢

各試験豚が体重 70 kg および 110 kg に達した頃の排泄直後の糞を松本家畜保健衛生所に依頼し乳酸菌群数（ラクトバチルス属）、大腸菌群数を計測した。

#### (6) 統計処理

統計処理は Harvey の最小二乗法プログラム L S M LMW により行った。

試験2

(1) 供試豚

三元交雑豚 (LWD) を各区に去勢6頭を配置した。

(2) 試験期間

平成24年7月~12月に子豚は群飼、肥育は単飼とした。115kgを超えた試験豚から1日絶食後に屠殺した。

(3) 供試飼料

子豚飼料はすべての同一の人工乳を給与した。また、肥育前期飼料は、後期飼料に抗菌性物質を混合した脱脂米糠および抗菌性物質を混合していない脱脂米糠のみをそれぞれ2%を混合した(表5)。竹粉Sの給与区は乳酸菌(畜草1号)を(0.1g/竹粉20kg)添加したもの(表1、2、3)を用いて離乳時から70kgまで飼料の1%(乾物)を混合して給与した。

表5 試験2の供試飼料

体重	7.7kg (離乳)	35kg	70kg	115kg
	子豚 (群飼)	肥育 (単飼)		
飼料	人工乳	前期	後期	
試験区		抗菌性物質		
抗菌 (慣行)	同一人工乳 竹粉S	あり	同一後期飼料 CP 15.5% TDN77.0%	
無抗菌 (対照)		なし		
無抗菌 + 竹粉 S 1%		なし		

(4) 飼養方法

離乳から35kgまでの各試験豚は、240×270cmの豚房に群飼で飼育し、35kgから115kgは120×270cmの豚房に収容し、不断給餌・自由飲水として肥育した。

(5) 調査項目

1) 発育, 飼料要求率

各試験豚の試験期間中の1日平均増体重、飼料要求率について調査した。

2) 血液性状

各試験豚の体重70kgおよび100kgに達した時に血清を採取し、各種成分値を松本家畜保健衛生所に依頼し測定した。

3) 枝肉成績、皮下脂肪の脂肪酸組成、腸内細菌叢

試験1と同様に実施した。

(6) 統計処理

試験1と同様に実施した。

結果

試験1

(1) 発育, 飼料要求率

発育成績は肥育前期で各区に有意差はなかった。肥育後期でも発育に有意差はなかった。しかし竹粉2%区では、他の区より発育はよい傾向であったが、飼料要求率が高かった(表6)。

表6 発育成績 (試験1)

区分		対照	竹粉 0.5%	竹粉 2%
n		5	5	5
前期	D G (g)	1094.5	1073.6	1081.9
(30~70kg)	飼料要求率	2.81	2.88	2.79
後期	D G (g)	1219	1185.6	1282
(70~115kg)	飼料要求率	3.52	3.55	3.95
全期間	D G (g)	1141.9	1173.7	1125.1
(30~115kg)	飼料要求率	3.21	3.23	3.42

L. S. Mean : n. s

(2) 枝肉成績

枝肉成績および肉色・脂肪色には区間に差はなく竹粉S給与の影響は見られなかった(表6)。

表7 枝肉成績および肉色・脂肪色(試験1)

区分	対照	竹粉0.5%	竹粉2%	
頭数(去勢)	5	5	5	
歩留まり(%)	66.4	65.7	66.4	
背脂肪(cm)	2.6	2.7	2.6	
ロース断面積(cm <sup>2</sup> )	21.9	20.6	19.2	
ロース 芯	肉色L*	44.6	41.8	45.2
	肉色a*	6.0	7.7	5.8
	肉色b*	8.6	9.7	8.2
皮下	脂肪色L*	75.3	75.9	75.6
	脂肪色a*	1.9	2.4	2.2
	脂肪色b*	3.9	4.4	4.3

L. S. Mean : n. S

(3) 血液性状

TG(トリグリセリド)、BUN(尿素態窒素)は竹粉2%区が対照区に比べ高い傾向でしたが、区間に差はなく竹粉S給与の影響は見られなかった(表7)。

表8 血液性状(試験1)

区分	対照区	竹粉0.5%	竹粉2%	
頭数(去勢)	5	5	5	
体重 70kg	αトコフェロール(μg/dl)	125.7	119.3	125.7
	TG(mg/dl)	32.0	30.8	36.6
	TCHO(mg/dl)	87.6	91.2	91.8
	GOT(U/dl)	16.6	14.8	15.6
	BUN(mg/dl)	15.1	16.7	16.5
	GLU(mg/dl)	97.0	94.6	91.0
体重 100kg	αトコフェロール(μg/dl)	117.2	102.1	128.4
	TG(mg/dl)	41.2	51.6	56.8
	TCHO(mg/dl)	66.2	58.6	64.2
	GOT(U/dl)	18.6	18.4	18.2
	BUN(mg/dl)	15.0	14.6	18.6
	GLU(mg/dl)	86.2	85.8	88.6

L. S. Mean : n. s

(4) 皮下脂肪の脂肪酸組成

皮下脂肪の脂肪酸組成も区間に差はなく竹粉S給与の影響は見られなかった(表9)。

表9 皮下脂肪の脂肪酸組成(試験1)

区分	対照	竹粉0.5%	竹粉2%
n	5	5	5
ミリスチン酸	1.1	1.1	1.1
パルミチン酸	26.2	26.3	26.4
パルミトオレイン酸	1.6	1.6	1.6
ステアリン酸	16.8	17	18.1
オレイン酸	45.3	45.4	43.9
リノール酸	8.4	8.1	8.4
リノレン酸	0.5	0.5	0.5

L. S. Mean : n. s

※測定部位：皮下脂肪の内層

※測定方法：メチルエステル化し、ガスクロマトグラフィーで測定

(5) 腸内細菌叢

乳酸菌群・大腸菌群すべてにおいて区間に差はなかったが、体重70kgの竹粉給与区が対照区に比べ、乳酸菌群数が多い傾向が見られた(表10)。

このことから試験2は体重70kg以前の給与を中心に実施した。

表10 腸内細菌叢(LOG個/g)(試験1)

区分	対照	竹粉0.5%	竹粉2%	
頭数(去勢)	5	5	5	
乳酸菌群	体重70kg	8.8	9.6	9.4
	体重110kg	9.6	9.2	9.6
大腸菌群	体重70kg	5	5.6	5.2
	体重110kg	5.4	5.2	4.8

L. S. Mean : n. S

測定方法：排泄直後の糞を松本家保で10倍階段希釈した検体をDHL寒天培地及びMRS寒天培地へ塗布し、5%CO<sub>2</sub>環境下、37℃、24~48時間培養後、大腸菌及び乳酸菌のコロニー数を計測。

試験2

(1) 発育, 飼料要求率

子豚の発育は、竹粉 S1% 給与区の1日平均増体量 (g) は、他の2区よりやや少ない傾向ですが区間に有意差は認められなかった (表11)。

竹粉サイレージ給与した肥育前期は区間に差は認められなかったが、竹粉サイレージ給与していない肥育後期において飼料要求率が抗菌区との差は認められたが、竹S給与の影響は認められなかった。肥育後期の1日平均増体量 (g) において多い傾向が見られた (表12)。

表11 子豚の発育成績 (群飼)

区分	抗菌	無抗菌	無抗菌・竹粉S1%
	n	6	6
D G (g)	476.3	467.2	437.9
飼料要求率	1.64	1.72	1.84

L. S. Mean : n. s

飼料要求率は給与飼料全量から算出  
離乳直後から33日間の調査

表12 肥育発育成績 (試験2)

区分	抗菌	無抗菌	無抗菌・竹粉S1%
	n	6	6
前期 (35~70kg)	D G (g) 1088.9	1066.9	1049.0
飼料要求率	2.69	2.72	2.70
後期 (70~115kg)	D G (g) 1,074.3	1,165.0	1,228.2
飼料要求率	3.82 a	3.55 b	3.53 b
全期間 (35~115kg)	D G (g) 1079.2	1119.5	1139.7
飼料要求率	3.34	3.19	3.18

L. S. Mean : avsb : P<0.05

(2) 枝肉成績

枝肉成績および肉色・脂肪色には区間に差はなく竹粉S給与の影響は認められなかった (表13)。

(3) 血液性状およびIgG

区間に差はなく竹粉S給与の影響は認められなかった (表14)。

表13 枝肉成績および肉色・脂肪色 (試験2)

区分	抗菌	無抗菌	無抗菌・竹粉S1%	
頭数 (去勢)	6	6	6	
歩留まり (%)	67.3	67.3	67.3	
背脂肪 (cm)	2.6	2.5	2.5	
ロース断面積 (cm <sup>2</sup> )	21.5	21.2	20.3	
ロース芯	肉色L*	46.1	47.1	45.5
	肉色a*	5.0	4.1	3.9
	肉色b*	6.1	5.6	4.8
皮下	脂肪色L*	74.7	75.0	74.9
	脂肪色a*	0.9	1.0	1.2
	脂肪色b*	4.2	4.0	4.2

L. S. Mean : n. S

表14 血液性状およびIgG (試験2)

区分	抗菌	無抗菌	無抗菌・竹粉S1%	
頭数 (去勢)	6	6	6	
体重 35kg	αトコフェロール (μg/dl)	193.7	190.9	177.6
	TG (mg/dl)	31.7	34.2	33.2
	TCHO (mg/dl)	67.5	61.3	62.7
	GOT (U/dl)	27.8	24.7	30.2
	BUN (mg/dl)	11.6	10.1	9.7
	GLU (mg/dl)	111.7	108.3	111.8
	IgG (mg/ml)	7	5.9	7.4
体重 70kg	αトコフェロール (μg/dl)	151.2	157.8	155
	TG (mg/dl)	34.2	28.5	33.8
	TCHO (mg/dl)	69.8	65.7	70
	GOT (U/dl)	18.3	19.8	20.3
	BUN (mg/dl)	15.7	15.7	14
	GLU (mg/dl)	91.7	100	93.8
	IgG (mg/ml)	7.4	6.8	6.5

L. S. Mean : n. S

(4) 皮下脂肪の脂肪酸組成

皮下脂肪の脂肪酸組成も区間に差はなく竹粉S給与の影響は認められなかった (表15)。

(5) 腸内細菌叢

乳酸菌群区間に差はなく、竹粉給与の影響は認められなかった。大腸菌群において抗菌区が、無抗菌区、無抗菌区+竹粉S1%給与に比べ有意に少ない結果は抗菌性物質の影響と思われる。竹粉給与の影響は認められなかった (表16)。

(6) 個体別のと畜時の疾病状況を調査した結果は表17に示した。

表15 皮下脂肪の脂肪酸組成（試験2）

	抗菌区	無抗菌区	無抗菌・ 竹粉S1%
n	6	6	6
ミリスチン酸	1.0	1.0	1.1
パルミチン酸	24.5	25.3	25.1
パルミトオレイン酸	1.4	1.6	1.6
ステアリン酸	16.5	15.7	15.5
オレイン酸	47.2	46.8	46.8
リノール酸	8.9	9.0	9.4
リノレン酸	0.5	0.5	0.6

L. S. Mean : n, s

脂肪測定部位：皮下脂肪の内層

測定方法：メチルエステル化し、ガスクロマトグラフィーで測定

表16 腸内細菌叢（LOG個/g）（試験2）

	区分	抗菌	無抗菌	無抗菌・ 竹粉S1%
	頭数（去勢）	6	6	6
乳酸菌群	体重35kg	9.6	9.5	9.6
	体重70kg	※9.2	10.0	9.7
大腸菌群	体重35kg	6.4	6.5	6.2
	体重70kg	※2.7A	5.6B	6.1B

L. S. Mean : AvsB : P<0.01

※抗菌区体重70kg時の1頭は、飼料切り替え3日後に調査を実施したため除外した

表17 個体別と畜時疾病状況

区分	疾病
抗菌 (5/6頭)	軽肝臓退色、軽心外膜炎、軽SEP、軽胸膜肺炎 大腸炎、軽SEP 中胸膜肺炎 軽肝臓退色 軽SEP
無抗菌 (3/6頭)	大腸炎、軽SEP、軽胸膜肺炎 大腸炎、軽SEP 軽SEP
無抗菌・ 竹粉S1% (4/6頭)	大腸うっ血、軽肝臓退色、肝線維症、軽SEP、軽胸膜肺炎 大腸炎、軽SEP 大腸炎 大腸炎

軽→軽度、中→中度

## 考察

試験1では、体重30kg～115kgまで竹粉Sを乾物0.5および2%を市販飼料に置き換えて給与を実施したが、発育、腸内細菌叢、血液性状、産肉性、皮下脂肪の脂肪酸組成などで顕著な影響はみられなかった。しかし、体重70kgの腸内細菌叢において竹粉S給与区で乳酸菌群が対照区より高かったことや県内の養豚農家で竹粉Sを子豚へ給与することで下痢の発生が少なくなる事例があり、また乳酸菌を早期に経口投与する効果が報告（八谷2000）されているため、試験2では離乳直後のなるべく早い時期から竹粉Sの給与を実施した。

離乳直後からの竹粉S給与が子豚の発育へ及ぼす影響は、有意差はないが発育がやや劣る傾向がみられた。

このことは給与飼料の1%ではあるが竹（モウソウチク）は繊維が多く低栄養（萬田ら1990）によるものと考えられた。

肥育全期間に竹粉S2%給与でも、離乳直後から体重70kgまで竹粉S1%給与をした場合でも、肥育後期に増体量がよい傾向がみられた。このことは、試験1では飼料要求率が高くなっているため、竹粉の栄養価が低いために多く飼料摂取したと考えられる。また、竹粉S給与後の肥育後期の発育がよいのは肥育前期の発育がやや悪いので代償性発育と考えられる。

大島ら（2019）や壱岐ら（2019）は竹粉Sを10%添加しても発育および枝肉成績に影響が認められなかったと報告しており、それより少ない給与量である本

試験も同様の結果となった。

### 謝辞

本試験の腸内細菌叢調査にご協力いただいた松本家畜保健衛生所 羽生宜弘氏ならびに職員の方々に深甚なる感謝の意を表します。

### 引用文献

- 1) 岩津敏幸・大谷利之・池谷守司. 鶏による竹資源利用に関する研究(第1報). 静岡県中小家畜試験場研究報告, 16: 49-53. 2005.
- 2) 岩津敏幸・松井繁幸・横越英彦・蔡 義民・大石 誠一. モウソウチク岳来の生理活性資材の開発とその応用に関する研究(第1報). 静岡県畜産技術研究所中小家畜研究センター 研究報告, 1: 37-43. 2007.
- 3) 八谷純一. 乳酸菌製剤の早期投与による子豚の下痢抑制. 日本SPF豚研究会, 17: 6-9. 2000
- 4) 萬田正治・長英司・徳田博幸・黒肥地一郎・渡邊昭三. モウソウチクの飼料的価値. 鹿児島大学農学部学術報告, 40: 173-179. 1990.
- 5) 大島一郎・狩宿友樹・亀澤 樹・柴田果歩・富永 輝・柳田大輝・飯盛 葵・石井大介・松元里志・片平清美・野上直樹・高山耕二・中西良孝. 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. 鹿児島大学農場研報, 40: 1-5. 2019.
- 6) 壱岐侑祐・宮本佳奈・内山信二・竹之山慎一・柳瀬昌弘・斯波良夫. 肥育後期豚への竹粉加工飼料給与試験. 宮崎畜試研報, 30: 45-50. 2019.