

オリーブ飼料添加が肥育豚の排泄物臭気に及ぼす影響

萱原由美・笹田裕司

Effect of olive feed addition on excrement odor of fattening pigs

Yumi KAYAHARA, Yuji SASADA

要 約

オリーブ飼料を肥育豚に給与し、その排泄物臭気への影響調査を試みた。通常飼料にオリーブ飼料を 10% 添加した餌を 2 週間給与し、直腸便から発生する臭気を対照区と比較したところ、硫化水素濃度は有意に低くなり、また直腸便と尿を混合後発生するアンモニア濃度も有意に低くなった。今回の結果から、オリーブ飼料給与により排泄物からの悪臭発生減少効果が期待できる。

緒 言

香川県を代表するオリーブ畜産物（オリーブ夢豚・オリーブ豚、オリーブ牛、オリーブ地鶏）に給与しているオリーブ飼料はオリーブオイル搾油後の果実を乾燥したもので、その成分にはオリーブの有効成分が残留し、脂肪酸であるオレイン酸、ポリフェノールであるオレウロペインを高濃度に含有している。オレイン酸は、血中の悪玉コレステロール (LDL) 上昇抑制効果¹⁾、オレウロペインには、抗酸化作用²⁾があることが一般的に知られている。

一方、オリーブを利用したオリーブ飼料やオリーブ搾油残渣を豚へ給与した時の豚の発育および肉質への影響については、国内外で報告^{3,4,5,6,7,8)}されているが、その排泄物の臭気に関する報告は無い。そこで、オリーブ飼料の新たな価値を見出すために、当场で 2019 年度および 2020 年度に試験を実施した。その結果、肥育豚に 10% または 15% のオリーブ飼料を約 4 週間給与し、採取密閉 24 時間後の混合便臭気では、硫化水素が対照区より低い値を示す傾向があった^{9,10)}。そこで、今回、2 週間給与後の個体別直腸便の臭気と、尿と糞便を混合し発生するアンモニア臭気等を測定し、オリーブ飼料による影響を調査した（香川県畜産試験場動物実験委員会承認番号 R1-1）。

材料及び方法

1. 供試飼料

オリーブ区：市販肉豚肥育用配合飼料 (TDN78%、CP15%) 90% + オリーブ飼料 10%

対照区：市販肉豚肥育用配合飼料 100%

※ オリーブ飼料：製造所 NPO 法人法美匠

飼料ロット No.R-1-507 (製造日 2020 年 3 月 17 日)、2021 年 5 月 6 日購入
成分 粗タンパク 6.2%、粗脂肪 18.5%、粗繊維 21.3%、粗灰分 3.5%

2. 供試豚、試験区分及び給与期間

1) 供試豚、飼養方法

LWD 種 (当场生産豚 2021 年 2 月 20 日生) 8 頭、群飼、不断給餌及び自由飲水にて飼養

2) 試験区分

オリーブ飼料添加が肥育豚の排泄物臭気に及ぼす影響

試験開始2週間前(2021年6月9日)に各区の体重の平均及び標準偏差に差が無いように2群に区分後、供試飼料(市販肉豚肥育用配合飼料)を給与し、試験開始まで2週間馴致させた。

オリーブ区:4頭(雌1頭、去勢雄3頭)

対照区 :4頭(雌1頭、去勢雄3頭)

3) 給与期間

2021年6月23日午後2時～2021年7月7日午後2時(15日間)

3. 検査項目及び方法

1) オリーブ飼料中のオレイン酸及びオレウロペインの定量

オレイン酸は GC-FID、オレウロペインは HPLC-MS/MS にて定量分析した(株式会社マシスに委託)。

2) 発育調査

体重は、給与開始時(1日目)、終了時(15日目)に測定した。終了時に、残餌を計量し、飼料要求率を算出した。

3) 血液生化学検査

給与開始時及び終了時に、頸部静脈より採血し、検査した(株式会社福山臨床検査センターに委託)。

4) 臭気検査

給与開始時及び終了時に、個体ごとに直腸便を採取、尿は場内で飼養する種雌豚1頭から当日朝の排尿を採取し、臭気検査に用いた。

① 直腸便臭気検査

採取した一頭あたり 100gの直腸便をステンレストレーに広げ、フレックサンプラー(固形物用(F)タイプ、2L、近江オドエアーサービス)内に密封し、ポンプで空気(湿度50%)を注入後、気温 25℃、湿度 50%で静置した。2時間後、ガステック検知管(硫化水素 4L、4LK、メチルメルカプタン 71、酢酸 81L、アンモニア 3L)を用い、フレックサンプラー内の臭気を吸引測定した。

② 糞尿混合臭気検査

直腸便 40gと尿 60gをステンレストレー上にて混合し、フレックサンプラーにて密封し、ポンプで空気(湿度 50%)を注入後、気温 25℃、湿度 50%で静置した。4時間後及び6時間後にガステック検知管(アンモニア 3L、3M)にてアンモニア濃度を吸引測定した。



写真1 直腸便採取



写真2 直腸便臭気検査

5) 直腸便水分量

給与開始時および終了時に採取した直腸便 100g を通風乾燥機にて、100℃24時間加熱乾燥後、重量を測定し、水分量を算定した。

6) 直腸便 PH

オリーブ飼料添加が肥育豚の排泄物臭気に及ぼす影響

給与終了時に採取した直腸便を蒸留水で2倍に希釈した液を、コンパクト PH メータ(AS-712)にて測定した。

7) 統計処理

t 検定を実施した。

成 績

1. オリーブ飼料のオレイン酸、オレウロペイン定量

分析結果は 100g あたり、オレイン酸 6.09g、オレウロペイン 1.0mgであった(表1)。給与期間を通じたオリーブ区一日一頭当たり平均摂取量は、オリーブ飼料として 387.75g であり、オレイン酸は 23.61g、オレウロペインは 3.88mg となった。

表1 オリーブ飼料分析

オレイン酸	6.09 g/100g
オレウロペイン	1.0 mg/100g

2. 発育成績

オリーブ区の飼料摂取量が低く、飼料要求率が 7.8% 高くなった(表2)。一日平均増体重は、オリーブ区が低い傾向にあったが、有意差は無かった($p=0.072$)。

表2 発育成績

		オリーブ区	対照区
馴致時体重	kg	79.8 ± 6.9	78.6 ± 7.7
開始時体重	kg	95.9 ± 6.4	94.3 ± 8.0
終了時体重	kg	112.4 ± 6.8	113.0 ± 7.7
一日平均増体重	kg/頭	1.18 ± 0.1	1.34 ± 0.1
飼料摂取量	kg/頭	54.26	57.10
飼料要求率		3.29	3.05

平均値±標準偏差, n=4/区

3. 血液生化学検査

開始時および終了時の値を区間で比較すると、終了時の BUN(尿素窒素)が対照区に比べオリーブ区が有意に低かった。その他の項目では、区間に有意差は無かった(表3)。

表3. 血液生化学検査

		開始時		終了時	
		オリーブ区	対照区	オリーブ区	対照区
総蛋白	g/dL	6.4 ± 0.1	6.4 ± 0.1	6.7 ± 0.1	6.6 ± 0.1
アルブミン	g/dL	4.6 ± 0.00	4.6 ± 0.10	4.8 ± 0.10	4.8 ± 0.00
グロブリン	g/dL	1.8 ± 0.1	1.8 ± 0.1	1.9 ± 0.1	1.9 ± 0.1
総コレステロール	mg/dL	93.5 ± 3.7	93.3 ± 4.4	101.3 ± 4.3	99.0 ± 4.4
中性脂肪	mg/dL	25.0 ± 1.8	21.0 ± 1.5	40.5 ± 8.2	32.8 ± 1.5
HDL	mg/dL	50.5 ± 1.9	44.3 ± 2.1	54.8 ± 3.1	51.5 ± 2.1
LDL	mg/dL	44.3 ± 2.3	50.3 ± 3.2	47.0 ± 2.1	49.0 ± 3.1
AST	U/L	24.8 ± 2.8	26.8 ± 1.3	32.0 ± 3.8	28.5 ± 1.3
ALT	U/L	39.3 ± 2.3	41.3 ± 0.9	41.0 ± 4.6	39.8 ± 1.1
ALP	U/L	176.8 ± 12.0	167.3 ± 7.1	155.0 ± 7.7	167.0 ± 8.1
LDH	U/L	525.3 ± 67.2	496.0 ± 22.4	609.5 ± 17.2	662.3 ± 29.6
γ-GT	U/L	52.0 ± 1.4	49.8 ± 1.3	64.0 ± 2.5	63.5 ± 3.6
血清アミラーゼ	U/L	2056.0 ± 161.5	1831.0 ± 180.5	1991.8 ± 155.8	1889.8 ± 205.8
総ビリルビン	mg/dL	0.1 ± 0.0	0.1 ± 0.0	0.1 ± 0.0	0.1 ± 0.0
BUN	mg/dL	12.2 ± 1.1	11.2 ± 1.1	13.0 ± 0.7 ^a	16.9 ± 1.4 ^b
クレアチニン	mg/dL	1.11 ± 0.04	1.12 ± 0.07	1.21 ± 0.04	1.19 ± 0.06

平均値±標準誤差, n=4/区.

a,b: 異なる記号間で有意差有 ($p<0.05$)

4. 臭気検査

オリーブ飼料添加が肥育豚の排泄物臭気に及ぼす影響

(1) 直腸便臭気測定

給与開始時には硫化水素、メチルメルカプタン、酢酸(低級脂肪酸)のいずれも区間に有意差はなかったが、終了時には、硫化水素でオリーブ区が対照区より有意に低くなっていた(表4)。アンモニアは、全て検出限界(0.5ppm)以下であった。

表4 直腸便臭気測定結果		単位:ppm		
	開始時		終了時	
	オリーブ区	対照区	オリーブ区	対照区
硫化水素	24.3 ± 11.5	20.0 ± 10.4	8.3 ± 3.6 ^a	29.3 ± 6.0 ^b
メチルメルカプタン	5.0 ± 2.2	2.7 ± 0.7	3.1 ± 1.2	3.6 ± 2.1
酢酸(低級脂肪酸)	2.6 ± 0.9	2.9 ± 0.7	1.4 ± 0.2	2.8 ± 0.8
アンモニア	ND	ND	ND	ND

平均値±標準誤差, n=4/区, ND:不検出(検出限界0.5ppm)

a,b:異なる記号間で有意差有($p<0.05$)

平均値±標準誤差, n=4/区, ND: 不検出(検出限界0.5ppm)

a,b: 異なる記号間で有意差有($p<0.05$)

(2) 糞尿混合臭気測定(アンモニア)

4時間後および6時間後ともに、対照区に比べオリーブ区が低くなった(表5)。特に4時間後には有意差があり、6時間後では個体ごとに偏差が大きく有意差はでなかったが、平均値は半減していた($p=0.064$)。

表5 糞尿混合臭気測定結果(アンモニア) 単位:ppm		
	オリーブ区	対照区
4時間後	31.5 ± 11.3 ^a	72.8 ± 10.9 ^b
6時間後	62.1 ± 19.7	123.6 ± 28.7

平均値±標準誤差, n=4/区

a,b: 異なる記号間で有意差有($p<0.05$)

5. 直腸便水分量

開始時には区間に差は無かったが、終了時は、オリーブ区が対照区に比べ有意に低かった(表6)。

表6 直腸便水分量		単位%
	オリーブ区	対照区
開始時	74.4 ± 0.34	74.6 ± 0.57
終了後	69.3 ± 1.44 ^a	72.7 ± 0.41 ^b

平均値±標準誤差, n=4/区

a,b: 異なる記号間で有意差有($p<0.05$)

6. 直腸便 PH 検査

試験終了時の直腸便で測定し、オリーブ区は対照区に比べ有意に高かった(表7)。

表7 直腸便PH	
オリーブ区	対照区
5.6 ± 0.18 ^A	5.2 ± 0.11 ^B

平均値±標準誤差, n=4/区

A,B: 異なる記号間で有意差有($p<0.01$)

考 察

2019 年度および 2020 年度試験では、混合便を密閉後 24 時間後の臭気を測定、オリーブ区で硫化水素濃度が低いという結果であったが、混合便のため有意差検定を実施できなかった。また糞尿からアンモニア発生を測定していない。そこで今回は、各区 4 頭の個体別直腸便を採取し 2 時間後の臭気と、直腸便と尿を混合し 4 時間後および 6 時間後にアンモニア臭気を測定した。

発育検査では、オリーブ区は対照区により飼料要求率が 7.8% 高くなり、2019 年度の試験と一致した。これは、オリーブ飼料が粗タンパク 6.2%、粗脂肪 18.5% と配合飼料よりカロリーが低いためと考えられた。

血液生化学検査については、2020 年度試験では、終了時のオリーブ区 HDL 値が、対照区に比べて有意に高く ($p<0.01$)、オレイン酸の効果であると考察した¹⁰⁾が、今回は同様の結果が得られなかった。また、オレイン酸の作用である LDL 上昇抑制効果は確認できなかった。また、BUN 値は、2020 年度の試験では有意差はなかった¹⁰⁾が、今回オリーブ区で有意に低下していた。この要因として、今回給与したオリーブ飼料のオレイン酸、オレウロペインが少なかったことが関与したのか、またはオリーブ飼料の他の成分の効果の可能性もあるが、オリーブ飼料の血液生化学への影響については、さらなる精査が必要である。

豚排泄物の臭気は多くの化学物質が混合した複合臭であるが、豚糞の臭気成分は低級脂肪酸を主体とする酸性物質が多く、豚尿はフェノールなどフェニル化合物が特徴的であり、排泄物が好気条件に保持された場合、アンモニアの発生が高まり、それ以外の悪臭物質は低下する。一方嫌気条件におかれた場合は、アンモニアの発生は少ないが、低級脂肪酸や硫黄化合物が顕著に生成される¹¹⁾。

今回、直腸便の臭気検査では、オリーブ区が硫化水素、メチルメルカプタン、酢酸すべて低く、特に硫化水素はオリーブ給与により有意に発生が抑えられていた。硫化水素発生の要因としては、2020 年の試験では、糞中の大腸菌数と乳酸菌群数に有意差がなく、オリーブ飼料給与による腸内細菌叢への影響は確認できなかったが、硫化水素産生性大腸菌が対照区の糞便で確認され、オリーブ区では確認できなかった¹⁰⁾。また、今回オリーブ区で糞中水分量が有意に少なかったことが、嫌気性微生物の活性に影響し、臭気発生量が少なくなったことも考えられるが、硫化水素発生にはその他の要因もあるため、さらに調査を実施したい。

アンモニアについては、尿に含まれる尿素が、糞に含まれるウレアーゼの作用により分解し発生するので、尿単独あるいは糞便単独ではほとんど発生しないとされている^{12) 13)}。今回も直腸便からの検査では、検出限界以下であった。一方、糞尿混合物からのアンモニア発生量は、ほぼ尿中の窒素含有量に比例して増加すると報告^{14) 15)}されており、松葉らのワイン粕を豚に給与した報告¹⁶⁾では、「尿中窒素濃度の減少が、アンモニアの発生を低減させた」と推察している。今回試験に用いた尿は試験外の種雌豚 1 頭の尿であるため、各区全 8 検体に混合した尿中の窒素含有量は区間に差がない。しかしながら、区間でアンモニア発生量に有意差があったことから、尿中成分の作用ではなく、糞便中成分の作用、すなわちオリーブ飼料が影響を与えたことにより臭気が抑制されたと考えられた。

豚排泄物からの臭気低減効果に関しては、物理吸着、化学吸着、腸内細菌叢改善等に関する試験¹¹⁾がこれまで報告されている。それらのいずれかの効果、または複数の要因の関与等により低減効果が発現すると考えられており、ワイン粕給与によるアンモニア発生の低減¹⁵⁾、籾殻炭添加飼料給与による硫化水素等臭気の低減¹⁷⁾、茶残渣給与によるアンモニアおよび硫化水素ガス発生の低減¹⁸⁾、茶がらの給与による硫化水素の発生抑制¹⁹⁾、ぬか炭給与による低級脂肪酸、イオウ化合物の低減²⁰⁾などの報告がある。また、植物由来の飼料添加として北米産のリウゼツランであるユッカには、ウレアーゼ活性抑制作用があり、アンモニアの発生が減る¹⁶⁾とされ、既に臭気低減のための飼料添加物として広く用いられている。

今回試験に供したオリーブ飼料は、2020 年度試験で給与したオリーブ飼料 (100g 中オレイン酸 8.53g、オレウロペイン 1.9mg) に比べると、オレイン酸で 28.7%、オレウロペインで 47.4% 減少していたが、硫化水素とアンモニア発生が有意に低減していた。そして、2019 年と 2020 年の試験では約 4 週間の給与であっ

たが、今回は2週間の給与で効果が確認できた。今後は、オリーブ飼料の添加量減による効果確認、またオリーブ飼料の悪臭低減作用成分の確認調査をしていきたい。

養豚経営において臭気抑制の問題は重要であり、とくに、養豚経営から発生するアンモニアや硫黄化合物類(メチルメルカプタン、硫化水素)、低級脂肪酸類(プロピオン酸、ノルマル酪酸、ノルマル吉草酸、イソ吉草酸)など、悪臭防止法で特定悪臭物質に指定されている。今回の試験では、オリーブ飼料添加にて肥育豚の排泄物の硫化水素およびアンモニアが有意に減少していたことから、悪臭の減少効果があることが期待できた。さらに試験を実施し、オリーブ飼料の家畜排泄物臭気減少効果を実証したい。

参考文献

- 1) 一般社団法人 日本植物油協会 HP <https://www.oil.or.jp/>
- 2) 一般社団法人 日本オリーブ協会 HP <https://japan-olive.or.jp/>
- 3) 山下洋治,田淵賢治・野崎 宏, 2011.乾燥オリーブ搾油残さ5%添加飼料が肥育豚の発育と肉質に及ぼす影響, 香川県畜産試験場研究報告,46, 8-12.
- 4) 山下洋治,田淵賢治, 2012.乾燥オリーブ搾油残さ 10%添加飼料が肥育豚の発育と肉質に及ぼす影響, 香川県畜産試験場研究報告, 47, 16-20.
- 5) 山下洋治,豊嶋 愛.2018.肥育豚へのオリーブ飼料給与量半減試験Ⅱ, 香川県畜産試験場研究報告, 53, 20-24.
- 6) 山下洋治, 豊嶋 愛.2018.肥育豚へのオリーブ飼料給与期間半減試験, 香川県畜産試験場研究報告, 53, 25-28.
- 7) Luigi Liotta et al. 2019.In Vivo Performances, Carcass Traits, and Meat Quality of Pigs Fed Olive Cake Processing Waste, Animals, 9(12), 1155.
- 8) Juan M. et al. 2017. Alternative Feeding in Iberian Pigs during Growth Period: Incorporation of Olive Cake in a Dry or Wet (silage) Form, Agriculturae Conspectus Scientificus, Vol.82No. 2.
- 9) 豊嶋 愛, 山下洋治.2019.オリーブ飼料添加が肥育豚の糞便中細菌性状および臭気に及ぼす影響 (Ⅰ) 香川県畜産試験場研究報告, 54.
- 10) 豊嶋 愛, 萱原由美.2021.オリーブ飼料添加が肥育豚の糞便中細菌性状および臭気に及ぼす影響 (Ⅱ) 香川県畜産試験場研究報告, 56.
- 11) 黒田和孝.養豚で利用される臭気対策資材,日本養豚学会誌 43 巻3号,143-167.2006.
- 12) 古谷修,2001.豚舎からのアンモニア発生低減技術の開発、畜産環境情報(一般社団法人畜産環境整備飛行)、第 11 号.
- 13) 味埜美紀,池田周平,祐森誠司.2014.茶カテキンの給与が肥育豚の発育成績と糞尿由来臭気に及ぼす影響,栄養整理研究会報,58巻1号,27-37.
- 14) 坂井隆宏,2003.豚ふんと尿の混合が 24 時間以内の悪臭物質揮散に与える影響、日本養豚学会誌,40巻,2号,39-47.
- 15) 日本飼養標準 豚(2013),中央畜産会,78-80.
- 16) 松葉賢次,甲斐敬康,竹之山 慎一,後藤史明,丸田喜義,今林寛和,村上 斉,河原 聡,六車三治男.2010.ワイン粕給与が肥育豚の排せつ物の性状、臭気および微生物菌叢に及ぼす影響,宮崎大学農学部研究報告,56巻,119-125.
- 17) 佐々木浩一, 熊谷誠治, 遠田幸生.2008.粕殻炭添加飼料給与による豚糞からの悪臭低減効果, 東北農業研究センター研究報告 61, 107-108.
- 18) 森 弘,西 礼華,岩切正芳,宮崎涼子,上野 顕.2014.製茶残渣の給与が肥育豚の発育およびふん尿からの悪臭発生に及ぼす影響について(1),宮崎県畜産試験場試験研究報告,26 号,114-118.

オリーブ飼料添加が肥育豚の排泄物臭気に及ぼす影響

- 19) 柴田昌利,室伏淳一,鈴木隆春,間瀬公子,角 輝夫,佐野満昭,高橋 宇.1996.豚に対する茶がらの給与がふん便および豚肉に及ぼす影響,静岡県中小家畜試験場研究報告,9号,31-35.
- 20) 齋藤常幸,秋葉宏之.2003.炭化脱脂米ぬかによる豚舎臭気の低減,日本養豚学会誌,40 巻,3号 155-158.