

未利用資源（モヤシサイレージ）を利用した豚の低コスト肥育技術の確立

稲垣望・後藤雅昭・仁田坂俊輔・志村英明
大分県農林水産研究指導センター畜産研究部

要 約 地域未利用資源であるモヤシ残渣を活用したモヤシサイレージについて、肥育後期豚へ65%、45%、20%の割合で混合給与し、発育、肉質および経済性を調査した。また、モヤシサイレージを利用し飼料中の粗蛋白質（CP）含有率を下げ尿中の窒素含有率の低減について調査したところ、以下の結果が得られた。

- 1 モヤシサイレージを20%混合給与したところ、発育成績、枝肉成績、肉質成績および食味性に有意な影響を与えず、粗収益が増加した。
- 2 モヤシサイレージを35%混合しCP濃度を3%低く設定した飼料を給与したところ、尿中窒素濃度が有意に低下した。

以上のことから、モヤシサイレージは一般配合飼料中に20%以下の割合で肥育後期豚へ混合給与することが望ましく、モヤシサイレージを活用した低CP飼料は尿中窒素濃度を低減する可能性が示された。

（キーワード：未利用資源，モヤシサイレージ，豚，低コスト肥育技術）

緒 言

養豚は飼料の90%以上を輸入飼料に依存している一方、国内には未利用資源の中で養豚飼料として利用可能なものとして焼酎粕残渣、給食残渣、豆腐粕等がその利用性や飼料価値について報告されている。モヤシ製造工場からはモヤシ残渣が毎日発生しその処理費用に多額の費用がかかっており、モヤシ残渣についてはサイレージ化処理を行い豚への飼料としての利用可能性を報告した事例はあるものの、具体的な給与方法等の報告は無い。そのため本試験では、飼料コスト低減と地域未利用資源の利用促進を目的とし、モヤシ残渣の豚への給与方法を検討した。

また、本試験では上述のモヤシ残渣の活用により飼料中のCP含有率を下げ尿中の窒素含有率の低減についても検討した。

材料および方法

【モヤシサイレージの調整】

モヤシ屑を分離、圧搾し脱水後、水分70%以下に調整するための副資材（フスマ）を混合、乳酸菌を

添加して袋詰めを行い、脱気・発酵させサイレージを調整した¹⁾。サイレージの成分を表1に示した。

表1 飼料の成分分析値(%)

	慣行飼料		モヤシサイレージ	
	原物	乾物	原物	乾物
水分	15.2	-	73.4	-
粗蛋白質	14.3	16.8	5.9	22.2
粗脂肪	3.4	4.1	0.9	3.2
NFE	60.6	71.4	12.7	47.8
粗繊維	2.9	3.5	6.0	22.6
粗灰分	3.6	4.3	1.1	4.1
TDN	77.0	-	21.5	61.4

【試験項目】

試験1 モヤシサイレージを最大給与できる混合割合の検討

1.供試飼料および試験区分

試験飼料の配合割合と成分組成を表2に示した。試験飼料は、一般配合飼料（TDN77%,CP14.3%）にモヤシサイレージを各試験区に重量比で65%、45%、20%の割合で配合した。対照飼料は一般配合飼料とした。

2.供試豚および試験期間

①モヤシ 65%区(試験区, 対照区各区 3 頭,LW・WL 去勢): 令和元年 7 月 3 日~同 8 月 29 日

②モヤシ 45%区(試験区, 対照区各区 3 頭,LW 去勢): 令和元年 11 月 27 日~令和 2 年 1 月 17 日

③モヤシ 20%区(試験区, 対照区各区 3 頭,LW 去勢): 令和 2 年 9 月 25 日~同 11 月 26 日

各試験は不断給餌・自由飲水とし, 平均体重 70kg から開始し, 終了平均体重が概ね 110kg で出荷した.

表 2 [試験 1] 飼料の配合割合と成分組成(%)

	一般配合飼料	モヤシサイレージ混合飼料		
		モヤシ65%区	モヤシ45%区	モヤシ20%区
穀類	72.0	25.2	39.6	57.6
モヤシサイレージ	0	65.0	45.0	20.0
植物性油かす類	18.0	6.3	9.9	14.4
そうこう類	5.0	1.8	2.8	4.0
その他	5.0	1.8	2.8	4.0
成分(計算値)				
粗蛋白質	14.3	8.9	10.5	12.6
TDN	77.0	40.9	52.0	65.9
水分	15.2	53.0	41.4	26.8
乾物量	84.8	47.0	58.6	73.2

3.調査項目

- (1) 発育調査: 日増体重 (DG), 飼料摂取量, 飼料要求率, 乾物摂取量, TDN および CP 充足率
- (2) 枝肉調査: 出荷・と畜後の枝肉重量, 背厚, 歩留まり
- (3) 肉質調査: 食感(物理特性: 破断応力, 柔軟性, 噛み応え, もろさ)について, ③モヤシ 20%区と対照区から各 3 頭ずつ供した.
- (4) 官能評価試験

大分県農林水産研究指導センター職員 32 名をパネリストとし, 対照区とモヤシ 20%区から 1 頭ずつの去勢の胸最長筋を用い, 皮下脂肪を付けた状態でおおよそ 5cm×5cm×1mm となるように成形. 各試料は調味せずに IH ホットプレートを用いて 170℃~200℃で片面 20~30 秒ずつ加熱調理. 各検体は盲検とするため, Q, R を記した紙皿に乗せて提示し, 香り, 味, 柔らかさ, ジューシーさ, 各項目の好ましきおよび全体の好ましきについて 2 点比較法で評価

した.

試験 2 低 CP 飼料による尿中窒素含有率低減の検討

1.供試飼料および試験区分

試験飼料の配合割合と成分組成を表 3 に示した. 一般配合飼料にモヤシサイレージを重量比で 35%混合し CP 濃度を配合飼料に対して 3%下げて, アミノ酸は, 飼料中のアミノ酸要求量の充足率を満たすように添加した.

2.供試豚および試験期間

①低 CP 飼料区・対照区, 各区 3 頭 (LW・WL, 去勢 6 頭): 令和元年 7 月 3 日~同 8 月 29 日

試験は不断給餌・自由飲水とし, 平均体重 70kg から開始し, 終了平均体重が概ね 110kg で出荷した.

表 3 [試験 2] 飼料の配合割合と成分組成(%)

	一般配合飼料	低CP飼料
穀類	72.0	46.8
モヤシサイレージ	0	35.0
植物性油かす類	18.0	11.7
そうこう類	5.0	3.3
その他	5.0	3.3
成分(計算値)		
粗蛋白質	14.3	11.4
TDN	77.0	52.1
水分	15.2	12.0
乾物量	84.8	57.2
アミノ酸含有率(充足率) ¹⁾		
リジン	0.47 (83.9)	0.56 (100.6)
メチオニン+システイン	0.18 (53.8)	0.34 (100.8)
トレオニン	0.40 (111.1)	0.36 (100.7)

1) 風乾飼料中の設計値から計算

3.調査項目

- (1) 発育調査: 日増体重 (DG), 飼料摂取量, 飼料要求率, 乾物摂取量, TDN および CP 充足率
- (2) 枝肉調査: 出荷・と畜後の枝肉重量, 背厚, 歩留まり
- (3) 尿中窒素含有率調査: 体側日の 10 時と 13 時に採尿し, 尿中窒素含有率をケルダール法にて測定した.

結 果

試験 1 モヤシサイレージを最大給与できる混合割合の検討

1. 発育成績

発育成績を表4に示した。65%区、45%区、20%区と、各対照区において、開始体重、出荷体重、出荷日齢、DGに有意差は認められなかった。

表4 [試験1] 発育成績

	対照	モヤシ65%	モヤシ45%	モヤシ20%
開始体重 (kg)	68.0±0.5	68.9±4.56	-	-
	72.83±7.35	-	71.5±7.26	-
出荷体重 (kg)	106.3±5.03	108±2.31	-	-
	117.5±1.24	-	113.7±8.64	-
DG	0.67±0.09	0.69±0.12	-	-
	0.79±0.06	-	0.83±0.05	-
出荷日齢 (日)	176±2.08	176±2.08	-	-
	166±0.0	-	166±0.0	-
試験期間 (日)	57	57	-	-
	51	-	51	-
	56	-	-	55

平均値±標準誤差

2. 飼料摂取量

試験期間中の飼料摂取量を表5-1に示した。飼料摂取量はすべての試験区で対照区よりも多くなり、65%、45%区、20%区の順に多かった。飼料要求率(表5-2)は対照区が最も良好で、以下20%区が3.88、45%区が5.01、65%区が8.29であった。

表5-1 [試験1] 飼料摂取量(kg/日/頭)

	対照	モヤシ65%	モヤシ45%	モヤシ20%
採食量	2.57	5.68	-	-
	3.20	-	5.00	-
	3.14	-	-	3.88

表5-2 [試験1] 飼料要求率

	対照	モヤシ65%	モヤシ45%	モヤシ20%
飼料要求率	3.82	8.29	-	-
	3.19	-	5.01	-
	3.14	-	-	3.88

3. 枝肉成績

枝肉成績を表6に示した。枝肉重量は65%区、45%区、20%区と各対照区において有意差は認められなかった。背厚は65%区で対照区より0.7cm薄くなり、有意差が認められた。歩留まりは65%区で対照区より4.5ポイント低下し、有意差が認められた。

表6 [試験1] 枝肉成績

	対照	モヤシ65%	モヤシ45%	モヤシ20%
枝肉重量 (kg)	69±3.59	65.3±3.03	-	-
	76.3±1.06	-	70.2±6.09	-
背厚 (cm)	70.2±6.09	-	-	76.8±5.75
	1.8±0.29 ^a	1.1±0.26 ^b	-	-
歩留まり (%)	2.0±0.28	-	1.6±0.1	-
	2.0±0.31	-	-	2.1±0.36
歩留まり (%)	64.9±1.43 ^a	60.4±1.9 ^b	-	-
	64.9±1.59	-	61.7±1.29	-
	61.4±1.37	-	-	61.7±1.2

平均値±標準誤差 同行の異符号間に有意差あり(p<0.05)

4. 経済性 (飼料コスト)

試験期間中の飼料費コストを表7に示した。飼料コストはモヤシサイレージを65%、45%、20%混合給与した試験区で、一般配合飼料を給与した対照区に比べ10.7ポイント、5.8ポイント、1.2ポイント低減された。収入は65%区と45%区でそれぞれ対照区よりも10ポイント、7.4ポイント低下傾向、20%区で対照区よりも2ポイント増加傾向であった。粗収益は65%区と45%区で対照区よりも12.1ポイント、9.1ポイント低下傾向、20%区で7.1ポイント増加傾向であった。

表7 [試験1] 飼料コスト(円/頭)

	対照	モヤシ65%	モヤシ45%	モヤシ20%
飼料コスト	19,975	17,838	-	-
	19,418	△10.7%	18,297	-
収入	21,361	-	-	21,115
	33,995±2,098	30,605±2,830	-	-
粗収益 (収入-コスト)	37,331±1,436	-	34,573±3,508	-
	36,155±3,508	-	-	36,957±2,766
粗収益 (収入-コスト)	14,020±2,098	12,767±2,830	-	-
	17,913±1,436	-	16,276±3,508	-
	14,794±3,508	-	-	15,842±2,766

5. 肉質成績

肉質成績を表8に示した。モヤシ20%区から3頭を選抜し食感(物理特性：破断応力、柔軟性、噛み応え、もろさ)について調査した結果、対照区と差は認められなかった。また、肉色等の外観についても差は認められなかった。(図1)

6. 官能評価試験について

モヤシ20%区と対照区を、2点比較法で評価した結果、香り、味、柔らかさ、ジューシーさ、各項目

の好ましさおよび全体的な好ましさについて、有意な差は認められなかった（表9）。

表8 肉質成績(食感)

	破断応力 (gf/cm ²)	柔軟性	噛み応え (gf/cm ² ・2)	もろさ
対照区	4.01E+04±5.E+03	1.53E+00±0.12	1.39E+08±1.E+07	1.56E+00±0.08
モヤシ20%区	4.08E+04±3.E+03	1.45E+00±0.14	1.17E+08±2.E+07	1.46E+00±0.03



図1 肉質成績(外観)

表9 官能試験成績(回答数)

	対照区	モヤシ20%
香りが強い	16	16
肉らしい味	17	14
柔らかい	14	16
ジューシー	15	17
味好み	18	14
香り好み	14	17
食感好み	15	16
全体好み	17	15

試験2 低CP飼料による尿中窒素含有率低減の検討

1. 発育成績

発育成績を表10に示した。開始体重、出荷体重、DGは低CP飼料区と対照区で有意差は認められなかった。出荷日齢は低CP飼料区で7日早くなり、有意差が認められた。

表10 [試験2] 発育成績

	対照	低CP飼料
開始体重 (kg)	68.0±0.5	70.3±1.16
出荷体重 (kg)	106.3±5.03	108.7±5.03
DG	0.67±0.09	0.77±0.09
出荷日齢 (日)	176±2.08 ^a	169±2.08 ^b
試験期間 (日)	57	50

平均値±標準誤差 同行の異なる符号間に有意差あり(p<0.05)

2. 飼料摂取量

試験期間中の飼料摂取量を表11-1に示した。飼料摂取量は低CP飼料区で対照区よりも多くなり、飼料要求率(表11-2)は対照区が3.82、低CP飼料区が5.09であった。

表11 -1[試験2] 飼料摂取量(kg/日/頭)

	対照	低CP飼料
採食量	2.57	3.83

表11 -2[試験2] 飼料要求率

	対照	低CP飼料
飼料要求率	3.82	5.09

3. 枝肉成績

枝肉成績を表12に示した。枝肉重量と背厚は低CP飼料区と対照区において有意差は認められなかった。歩留まりは低CP飼料区で対照区より3.2ポイント低下し、有意差が認められた。

表12 [試験2] 枝肉成績

	対照	低CP飼料
枝肉重量 (kg)	69±3.59	67.1±3.0
背厚 (cm)	1.8±0.29	1.5±0.52
歩留まり (%)	64.9±1.43 ^a	61.7±0.84 ^b

平均値±標準誤差 同行の異なる符号間に有意差あり(p<0.05)

4. 経済性(飼料コスト)

試験期間中の飼料費コストを表13に示した。低

C P飼料区の飼料コストは対照区に比べ2.9ポイント低減された。収入は低C P飼料で対照区よりも7.5ポイント低下し、粗収益は8.9ポイント低下した。

表13 [試験2] 飼料コスト(円/頭)

	対照	低CP飼料区
飼料コスト	19,975	19,401 △2.9%
収入	33,995±2,098	31,430±2,830 △7.5%
粗収益 (収入-コスト)	14,020±2,098	12,323±2,838 △8.9%

試験区下段(%):対照区に対する増減割合

5.尿中窒素含有率

測定結果を表14に示した。低C P飼料区と対照区を定時に採尿しケルダール法により測定した結果、尿中窒素含有率は低C P飼料区で有意に低下した(表14)。

表14 尿中窒素含有率(%)

	対照 n=13	低CP飼料 n=14	p値
10時	0.55	0.19	0.003 **
13時	0.47	0.33	0.240

** : p<0.01

考 察

本試験では、モヤシサイレージの給与が肥育後期の肉豚の発育に与える影響について、モヤシサイレージを最大給与できる混合割合を検討した。モヤシサイレージの給与割合が高くなるにつれて飼料要求率が悪くなったが、飼料摂取量が増え、対照区と同等の日増体重を示した。豚はエネルギー含量の低い飼料を給与すると採食量を増やす傾向があるとされており²⁾、採食量の増加により、対照区と同等の日増体重が得られたと考えられる。

本試験では、モヤシサイレージ65%区(TDN40.9% CP8.9%)で歩留まりおよび背厚が有意に低下し、アミノ酸添加低C P飼料区(モヤシサイレージ35%, TDN52.1% CP11.4%)で歩留まりが有意に低下した。モヤシサイレージ45%区(TDN52% CP10.5%)・20%区(TDN65.9% CP12.6%)におい

ても歩留まりおよび背厚は低下傾向であった。

神部³⁾らはエネルギー水準の異なる飼料を群飼で不断給餌した場合、低栄養区(TDN70% CP13.6%)は高栄養区(TDN78% CP15.1%)に比べて飼料摂取量が増加するが、発育および枝肉成績に影響は認められず、蓄積脂肪が減少傾向になることを報告しており、エネルギー摂取量が同等であり、かつ蛋白質等の摂取量とバランスの取れたものであれば、飼料のエネルギー水準が異なっても枝肉構成割合は変化しないとしている。本試験は、モヤシサイレージの最大給与割合の検討を目的として、モヤシサイレージを高水準で配合飼料と代替しており、飼料中のTDNおよびCP含量が大幅に低下している点で神部³⁾と異なっており、飼料中の栄養水準が歩留まりに影響したことが示唆される。

経済性の検討では、モヤシサイレージの割合が増えると、飼料コストは低減されるが、枝肉成績では歩留まりが低下し、その結果、粗収益が減少した。モヤシサイレージ20%混合給与では、粗収益は対照区に比べ一頭当たり約960円増加した。また、官能評価試験においてもモヤシ20%区は対照区と同等の評価が得られた。これらの結果から、モヤシサイレージを混合する場合は、20%以下にすることが望ましいと考えられた。

また、尿中窒素の低減技術として、アミノ酸添加低C P飼料の給与等が報告されており⁴⁾、本試験でも、モヤシサイレージを利用したアミノ酸添加低C P飼料の給与により、肥育豚の尿中窒素含有率の低減が確認できた。今回は、含有率の調査にとどまったことから、汚水処理における負荷量の軽減等についてはさらなる調査が必要である。

以上より、肉豚におけるモヤシサイレージの利用は、混合割合を20%以下にすることで利益向上が期待できるとともに、地域内未利用資源の利用促進に貢献できるものと考えられる。

文 献

1) 後藤 良恵, 廣瀬 正純, 2014, もやし屑の発酵による家畜への飼料化事業, 大分県産業技術開

令和 2 年度試験成績報告書：49(2020)

発センター平成 26 年度研究実施結果報告書

2) 中央畜産会，2009，日本標準飼料成分表，2009 年版

3) 神部昌行，中井博康，池田敏雄，安藤四郎，小堤恭平，千国幸一，前田昭二，高橋正也，1990，飼料のエネルギー水準が肉豚の発育および肉量・肉質に及ぼす影響，日豚会誌 27 卷 1 号

4) 農研機構，2020，養豚におけるアミノ酸バランス改善飼料の設計と給与効果 標準作業手順書，第 1 版