

家畜改良センター 技術マニュアル

豚、鶏へのエコフィードの給与および
畜産物の特性に関する調査

独立行政法人 家畜改良センター

目 次

はじめに	1
I エコフィードの特徴と条件	
1. エコフィードとは	2
2. エコフィードの利点、欠点	2
3. エコフィードとしての選定条件	2
4. エコフィードの種類、処理および加工	2
5. 飼料安全上の留意点	3
II ユバ製造粕および未利用モヤシの飼料への調整と給与方法	
1. ユバ製造粕	
(1) 入手先および原料の状態	4
(2) 調整方法	4
(3) 給与方法	5
2. 未利用モヤシ	
(1) 入手先および原料の状態	6
(2) 調整方法	6
(3) 給与方法	7
III ユバ製造粕、未利用モヤシの給与試験	
1. 原材料の一般化学成分および分解率の調査	8
2. ユバ製造粕の給与試験	
(1) 育成豚への給与試験	9
(2) 繁殖豚への給与試験	9
(3) 産肉鶏への給与試験	10
(4) 産卵鶏への給与試験	11
3. 未利用モヤシの給与試験	
(1) 肥育豚への給与試験	12
IV 考察	14
参考文献	15
おわりに	17

はじめに

現在、穀物価格が高騰する中、穀物飼料の輸入依存度を下げることが国内の飼料費の削減、ひいては飼料自給率の向上につながります。このため、輸入飼料原料依存から脱却して、国内飼料自給率を向上させるための未利用飼料資源を利用した飼養技術の確立が急務となっています。こうしたなか、家畜改良センターでは、今後の技術普及を支援するため、製造過程で生じたユバ製造残さおよび商品として販売されずに未利用となったモヤシを用いた豚および鶏への飼料給与試験を行い、畜産物等の特性について調査を行いました。

本稿では、これらの調査事例で得られた知見から、エコフィード飼料への調整方法、給与方法および畜産物の特性等について紹介します。

平成 28 年 3 月

独立行政法人 家畜改良センター

I エコフィードの特徴と条件

1. エコフィードとは

エコフィード (ecofeed) とは、環境にやさしい (ecological) や節約する (economical) 等を意味する「エコ (eco)」と飼料を意味する「フィード (feed)」を併せた造語である。

畜産において、食品製造副産物 (醤油粕や焼酎粕等、食品の製造過程で得られる副産物) や余剰食品 (売れ残りのパンやお弁当等、食品としての利用がされなかったもの)、調理残さ (野菜のカットくずや非可食部等、調理の際に発生するもの)、農場残さ (規格外農産物等) を材料として利用して製造された家畜用飼料をいう。

2. エコフィードの利点、欠点

国内における食品の製造工程では多くの食品残さが生じている。食品残さは価格が安いこと、人への食品としての安全性が確保されていることなどが利点である。しかし、一般の穀物飼料と比較した場合、栄養成分に偏りがあること、水分含量が高いこと、保存性が悪いこと、運搬に手間と費用がかかること、また畜産現場が必要とする時期や量に必ずしも供給が伴わないことなど課題も多く、これらの条件を総合して選定する必要がある。

3. エコフィードとしての選定条件

従来の飼料と比較して運搬、調製、貯蔵にかかるコストが安く、飼料としての安全性が確保され、栄養価も勘案して経済的に優れていることが絶対的な条件であり、さらに発育性や畜産物としての付加価値があればより望ましい。素材の栄養価は、食品単体の場合では比較的容易に類推可能である。一方、加工製品では構成している原材料の各栄養成分からおおむね推察できるが、可能であれば導入を検討する段階で事前に化学分析および人工消化試験等を行うことが望ましい。

4. エコフィードの種類、処理および加工方法

エコフィードの原材料となる食品残さ等のなかには、栄養分が豊富で水分量が多く、短時間で腐敗する性質のものが多いため、これらを飼料として利活用するためには、給与可能な時間の厳守や保存性の向上、家畜の嗜好性を高めるような処理および加工が必要となる。

飼料化のための食品残さ等のおもな加工方法は、乾燥、サイレージ化、リキ

ッドフィーディング化などがある。各加工方法に適した原材料は、乾燥には弁当等の余剰食品や厨房から排出される野菜くずや残飯、サイレージ化には豆腐粕、ビール粕、果実粕等の粕類、リキッドフィーディング化には高水分な食品残さ、野菜くず、余剰食品や厨房から排出される残飯等が向いている。

5. 飼料安全法上の留意点

牛海綿状脳症（BSE）の発生防止の徹底を図るため、動物由来たん白質等の飼料利用が制限されている。食品製造過程で発生する豚および家禽に由来する動物性たん白質は、他の動物由来たん白質の製造工程と分離されていること等に関して農林水産大臣の確認を受けているものであれば、豚及び鶏用の飼料用途への利用が可能である（BSE対策のため、動物由来たん白質・油脂について、畜種別に分別管理された原料を用いて畜種別の専用ラインで製造されることを、農林水産大臣が確認する制度。かまぼこ工場等水産食品工場から排出される鶏卵を含む魚介類のすり身も含む。）

返品された在庫品等の製品や、スーパー等で弁当や惣菜等の製造過程で排出される加工残さに含まれる動物性たん白質は、大臣確認を受けることなく、豚および鶏用の飼料用途への利用が可能である。

Ⅱ ユバ製造粕および未利用モヤシの飼料への調整と給与方法

1. ユバ製造粕

(1) 入手先および原料の状態

- ・ユバ製造所（ユバ製造残さとして液体で入手。水分含量 89.5%）

(2) 調整方法

1) 液状給与の場合

- ・給与量に見合ったコンテナボックス等に通常の濃厚飼料給与量の乾物相当量で 10%にあたるユバ製造粕と 90%にあたる濃厚飼料を入れ、むらがないようによく混合する（写真 1－4）。

注意事項：豚への給与では、冷蔵で 7 日間保存が可能（飼料としては 7 日過ぎても給与可能であるが、7 日を過ぎると乳酸発酵が始まる）。また、ユバ製造粕の産出量には変動があるので事前にユバ製造粕の入手量を把握し、給与計画を立てる必要がある。



写真 1. 冷蔵保存のユバ製造粕を取り出す



写真 2. 濃厚飼料とユバ製造粕を計量



写真 3. 濃厚飼料にユバ製造粕を加える



写真 4. 濃厚飼料とユバ製造粕を混和

2) 乾燥後給与の場合

- ・乾燥器を用いて 85℃でユバ製造粕の重量が一定になるまで乾燥させる。
- ・乾燥後はジブロック等に入れて室温下で密封保存する。

注意事項：乾燥処理は入手後ただちに行う。室温下の密閉状態で8か月間は品質に変化がない。

(3) 給与方法

1) 育成豚

- ・乾物の 10%がユバ製造粕由来になるように調整し、混合後なるべく早期に給与する（写真5）。

注意事項：調整後は劣化、変質を避けるため、なるべく早く給与する。嗜好性等を観察する。また、残飼は完全に取り除く（写真5－7）。



写真 5. 調整した飼料は早く給与する



写真 6. 嗜好性等を観察する



写真 7. 残飼を取り除く

2) 肉用鶏および採卵鶏

- ・ 給与前にコーヒー豆粉砕機で粉砕する。
- ・ 乾物の 10%がユバ製造粕由来になるように調整しよく混合後（写真8）、給与する。

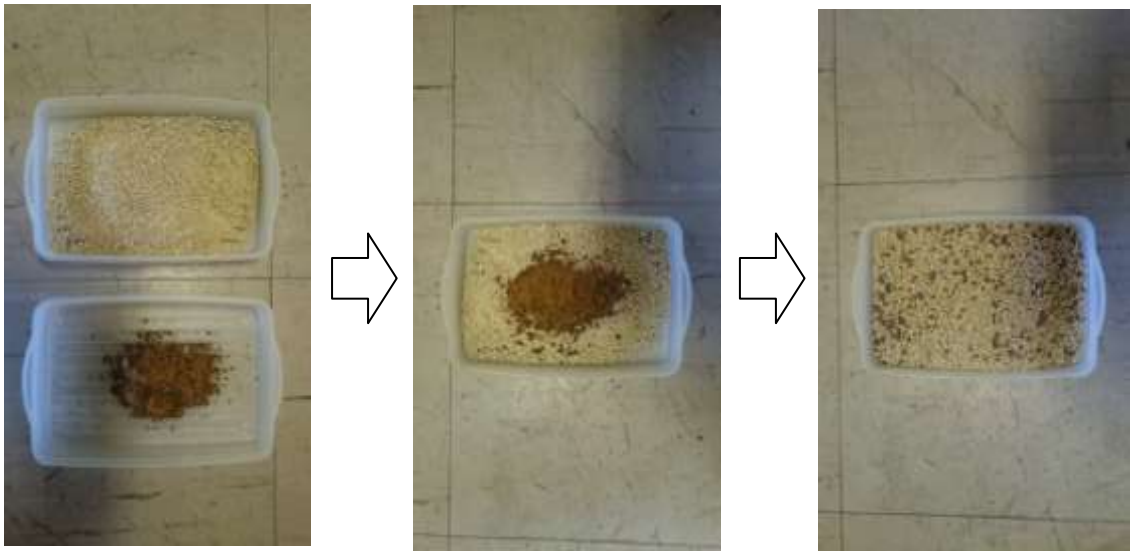


写真 8. 通常飼料 90%とユバ製造粕 10%を良く混和する
(信州大学農学部 食料生産科学科食資源利用学 鏡味教授 提供)

2. 未利用モヤシ

(1) 入手先および原料の状態

- ・ モヤシ製造所（製造過程で過剰に生産され、商品とならなかったもの）
- ・ 小売店等（売れ残った商品）

注意事項：腐敗したもの、カビの生えたものは使用しない。変動するモヤシの廃棄量を踏まえて生産量と給与量を適宜、調整する必要がある。

(2) 調整方法

- ・ 未利用モヤシを水と混和後、ミキサーで粉砕し細節液状化して3～5日乳酸発酵させる(乳酸菌無添加、ホエイ、パン残さ、製麺残さ等他があればとともに混入)。
- ・ 発酵槽は 500 リットル程度のコンテナボックス等を用い、水分含量が 85%程度となるようにし、リキッドフィーディングできる状態にする。

注意事項：保存ができないため、調製は毎日行い、調整後は完全給与とする。

(3) 給与方法

肥育豚

- 飼料全体に対して2%の割合で未利用モヤシ飼料が含まれるように調整する。
- 従来 of 給与方法により、リッキドフィーデング飼料として残飼が生じない量を自由採食させる。

Ⅲ ユバ製造粕、未利用モヤシの給与試験

1. 原材料の一般化学成分および分解率の調査

試験に先立ち、ユバ製造粕および未利用モヤシの一般化学成分とともに酵素処理および豚の小腸液を用いた人工消化試験により分解率を調査した。

[材料と方法]

一般化学成分として、粗タンパク、粗脂肪、粗繊維、粗灰分、可溶無窒素物（NFE）の5項目を分析した。また、人工消化試験には、胃液内のタンパク質分解酵素であるペプシン、アミノ酸特異性が低くペプチド結合を無差別に切断する強いタンパク質分解能をもつアクチナーゼを用いた。

[結果]

ユバ製造粕は、栄養成分として重要な粗タンパク質が46%程度であり、大豆やビール酵母の一般的な40%程度に比べて高く、未利用モヤシでは22%程度とキャベツ、ニンジン、白菜等野菜残さの20%程度と同等であった。また、ペプシン処理による分解率は、ユバ製造粕および未利用モヤシで35%および41%と大豆の35%およびビール酵母の48%と同等であり、アクチナーゼ処理でも各々90%および62%と大豆の65%およびビール酵母75%と同等あるいはそれ以上の分解率であった。さらにブタ小腸液による人工消化試験では、ユバ製造粕および未利用モヤシで60%および41%と大豆の53%およびビール酵母の28%と比較して同等の消化率であった（表1）。

これらの結果から、ユバ製造粕および未利用モヤシはエコフィードとして通常飼料への一部代替に利用可能であり、給与試験への供試が可能と考えられた。

表1 一般化学成分および酵素処理・豚腸液による分解率（%）

	ユバ製造粕	未利用モヤシ
一般化学成分		
粗タンパク質	45.7	21.7
粗脂肪	15.0	2.1
粗繊維	0.8	28.3
粗灰分	17.3	2.3
NFE	21.2	45.6
分解率		
ペプシン処理	41.4	35.7
アクチナーゼ処理	89.7	62.1
ブタ小腸液	59.7	40.9

2. ユバ製造粕の給与試験

(1) 育成豚への給与試験

[材料と方法]

大ヨークシャー種 6 頭に対して、通常の飼料の一部をユバ製造粕で代替した飼料を給与した試験区と通常の飼料のみを給与した対照区で飼料摂取量、増体量および飼料効率を比較した。

- ・試験区（3 頭）：35 日齢から 80 日齢までの 45 日間、ユバ製造粕（液状）で通常飼料の 10%置き換えた飼料を給与した。
- ・対照区（3 頭）：通常の飼料を試験区と同時期に同期間給与した。

[結果]

試験区は、対照区と比較して採食量、増体量ともにやや高い値を示し、また飼料効率は同等であった。これらのことから、ユバ製造粕は濃厚飼料の一部代替として利用可能であることが示された（表 2）。

表 2 育成豚へのユバ製造粕給与が増体等に及ぼす影響

	試験区	対照区
飼料採取量 (kg)	88.3	80.5
増体量 (kg)	39.4	36.5
飼料効率	0.45	0.45

(2) 繁殖豚への給与試験

[材料と方法]

大ヨークシャー種およびデュロック種の繁殖豚計 6 頭に分娩日をはさんでユバ製造粕を通常の飼料の一部と代替して給与した試験区と通常の飼料のみを給与した対照区で発情回帰日数を比較した。

- ・試験区（3 頭）：ユバ製造粕（乾燥）を分娩前と分娩後の各 10 日間にわたり 50 g/日給与し、その後離乳までの 18 日間は 25 g/日を通常の飼料の一部を置き換えて給与した。
- ・対照区（3 頭）：通常の飼料を試験区と同時期に同期間給与した。

[結果]

試験区および対照区の分娩後の発情回帰日数に差はなかった（表 3）。このことから、ユバ製造粕は通常飼料の代替効果があり、ユバ製造粕の給与が豚の繁殖機能に悪影響を与える可能性は少ないと考えられた。

表3 繁殖豚へのユバ製造粕給与が発情回帰日数に及ぼす影響

	試験区	対照区
発情回帰日数 (日)	11.0	10.0

(3) 産肉鶏への給与試験

[材料と方法]

雄雌各5羽、計10羽の横斑紋プリマスロックに対して、通常の飼料の一部をユバ製造粕で置き換えた飼料を給与した試験区と通常飼料のみを給与した対照区で筋肉量を比較した。

- ・試験区（5羽）：通常の飼料の10%をユバ製造粕（乾燥）で置き換えた飼料を64日間給与した。
- ・対照区（5羽）：通常の飼料を試験区と同時期に同期間給与した。

[結果]

試験区において、と体重の有意な増加がみられた。筋肉別にみるとムネ肉、モモ肉の重量が有意に多かった(表4)。また、内臓重量ではユバ粕給与区において、腹腔内脂肪及び筋胃重量が有意に多かった(表5)。

これらのことから、産肉鶏へのユバ製造粕給与により産肉成績が改善する可能性が示され、またユバ製造粕が栄養源となるほかに消化管の発達にも寄与することが推察された。

表4 産肉鶏へのユバ製造粕給与が産肉成績に及ぼす影響

(g)	試験区	対照区
と体重	2231.4 ^A	1975.6 ^B
手羽右	101.2 ^a	93.5 ^b
手羽左	102.1 ^a	94.5 ^b
ムネ肉	318.8 ^A	292.5 ^B
モモ肉右	297.8 ^A	270.8 ^B
モモ肉左	292.6 ^A	261.2 ^B
ササミ	86.1 ^a	77.0 ^b

^{A:B} 異なる符号間に有意差あり (P<0.01)

^{a:b} 異なる符号間に有意差あり (P<0.05)

表5 産肉鶏へのユバ製造粕給与が内臓重量に及ぼす影響

(g)	試験区	対照区
腹腔内脂肪	22.1 ^A	13.9 ^B
筋胃	33.2 ^A	28.2 ^B
肝臓	38.2	40.0
心臓	10.9	10.2

^{A:B}異なる符号間に有意差あり (P<0.01)

(4) 産卵鶏への給与試験

[材料と方法]

ジュリア系白色レグホーン8羽に対して、通常の飼料の一部をユバ製造粕で置き換えた飼料を給与した試験区と通常飼料のみを給与した対照区で産卵率および卵重を比較した。また、産卵性調査終了後に人工授精を行い、5日間に産卵された卵の有精卵率を比較した。

- ・試験区（4羽）：通常の飼料の10%をユバ製造粕（乾燥）で置き換えた飼料を28日間給与した。
- ・対照区（4羽）：通常の飼料を試験区と同時期に同期間給与した。

[結果]

試験区において、平均卵重は低下したものの産卵率が増加したため、試験期間中の全体卵重の増加がみられた(表6)。また、卵黄の色は、試験区の方が若干薄い傾向にあった(写真9)。この原因としては、通常の配合飼料の10%が置き換わったためにカロチン摂取量が対照区に比べ少なかったためと考えられる。一方、人工授精後の5日間に産卵された有精卵率は試験区で高い傾向にあった(表7)。

これらのことから、産卵鶏へのユバ製造粕給与が産卵成績および繁殖に与える悪影響は少ないと考えられた。

表6 産卵鶏へのユバ製造粕給与が産卵成績に及ぼす影響

	試験区	対照区
産卵率 (%)	84.9	76.7
平均卵重 (g)	53.0	56.7
全体卵重 (g)	1924.0	1816.0



写真 9. 対照区 (左: コントロール) と試験区 (右: ゆば) の卵
(信州大学農学部 食料生産科学科食資源利用学 鏡味教授 提供)

表 7 産卵鶏へのユバ製造粕給与が有精卵率に及ぼす影響

	試験区	対照区
総卵数 (個)	21	20
有精卵数 (個)	19	16
有精卵率 (%)	90.5	80.0

3. 未利用モヤシの給与試験

(1) 肥育豚への給与試験

[材料と方法]

リキッドフィーディングにより飼養している交雑種肥育豚において、通常の飼料の一部を未利用モヤシに置き換えた飼料を給与した試験区と通常の飼料のみを給与した対照区で出荷された豚肉の枝肉重量および格付成績の割合を比較した。

・試験区 (100 頭/ロット×4 ロット) : 通常の飼料の 2% を未利用モヤシ (液状) で置き換えた飼料を 4 か月間給与した。

・対照区（100頭／ロット×8ロット）：通常の飼料を試験区と同時期に同期間給与した。

[結果]

試験区の枝肉重量および産肉成績は、対照区と同等であった（表8）。また、試験区の4～9月期の6か月間の出荷成績をみたところ、各月の枝肉重量、上物率ともに変動が小さく、一定の水準で推移した（表9）。これらのことから、未利用モヤシはリキッドフィーディングにおいて利用可能であることが示された。

表8 肥育豚への未利用モヤシを原料とするリキッドフィードが産肉成績に及ぼす影響

	試験区	対照区
平均枝肉重量 (kg)	79.2	77.7
上物率 (%)	52.6	49.1
中物率 (%)	33.0	34.6
並物率 (%)	7.9	8.7
等外物率 (%)	6.6	7.7

表9 肥育豚への未利用モヤシを原料とするリキッドフィードによる産肉成績の安定性

	4月	5月	6月	7月	8月	9月
出荷頭数	601	684	532	584	581	594
平均枝肉重 (kg)	77.9	70.5	74.0	71.9	67.1	71.3
上物率 (%)	52.2	53.1	53.9	55.7	57.2	61.1
中物率 (%)	30.0	31.9	27.4	31.2	29.4	25.3
並物率 (%)	13.3	10.8	12.0	8.6	8.4	10.1
等外物率 (%)	4.5	4.2	6.6	4.6	5.0	3.5

IV 考察

本稿においては、単胃家畜における2種類の食品製造副産物を原材料として用いたエコフィード利用の可能性について検討した調査事例を中心に述べた。本調査結果から、各種食品製造副産物は単胃家畜において従来 of 給与飼料を代替することが可能であることが示された。代替率は10%程度では悪影響が生じることはなく、給与可能である。また、従来飼料との代替が可能であることのみならず従来飼料以上の給与効果があるものも示された。

エコフィードの選定においては事前に副産物の産生量の安定性（季節による変動）、持続性および保存性等について十分な調査が必要であり、給与量および給与方法を決定するための化学分析、人工消化試験等による栄養価等の評価も必要である。もっとも重要なことは、入手から給与までに要する経費、作業時間と畜産物の特性を通常飼料と比較して、経済的に負にならないことを試算および試行してからエコフィードによる飼養を導入する必要がある。本調査で行った評価プロセス、すなわち①原材料入手のための発生量等の調査、②原材料の化学分析と実験室内での消化性試験、③調整した飼料の家畜への給与試験、という一連の調査試験を行うことにより、効率的で失敗のないエコフィードの導入が可能であると考えられる。

参考文献

1. 未利用有機物資源の飼料利用ハンドブック (2000) 阿部亮、吉田宣夫、今井明夫、山本英夫. 紀伊國屋書店.
2. Manipulation of Rumen fermentation by the Yeast Effect of Dried Beer Yeast on the In vitro Degradability of Forages and Methane Production (2003) S. Ando, Y. Nishiguchi, K. Hayasaka, R. Morikawa, Y. Gamo, J. Takahashi. Asian-Australasian Journal of Animal Science 17: 68-72.
3. Effects of Strains of *Saccharomyces cerevisiae* and Incubation Conditions on the in vitro Degradability of Yeast and Roughage (2004) S. Ando, Y. Nishiguchi, K. Hayasaka, Y. Yosshihara, J. Takahashi, H. Iefuji. Asian-Australasian Journal of Animal Science 18: 354-357.
4. Effects of *Candida utilis* Treatment on the Nutrient Value of Rice Bran and the Effect of *Candida utilis* on the Degradation of Forages *in Vitro* (2006) S. Ando, Y. Nishiguchi, K. Hayasaka, Y. Yoshihara, J. Takahashi, H. Iefuji. Asian-Australasian Journal of Animal Science 19: 806-810.
5. 酵母等醸造副産物の反すう家畜の飼料化に関する研究 (2008) 安藤貞, 家藤治幸. 農村工学会資源循環部会論文集, 第4号: 149-158.
6. Effect of yeast supplementation on in vitro ruminal degradability of selected browse species from Kenya (2010) Wambui C.C, T. Awano, S. Ando, S.A. Abdulrazak, T. Ichonohe. Journal of Food, Agriculture and Environment 8: 553-557.
7. ユバ製造粕の肉鶏への給与試験 (2014) 安藤貞、鏡味裕、石川実佳、田村芽依、橋谷田豊. 日本畜産学会第118回大会講演要旨.
8. 幹細胞キメラ鶏作出におけるユバ粕給与が及ぼす影響 (2015) 鏡味裕、安藤貞、今泉勇作、石川美佳、田村芽衣、大石勲、橋谷田豊. 日本畜産学会第119回大会講演要旨.
9. ユバ粕給与がニワトリの産卵成績に及ぼす影響 (2015) 安藤貞、鏡味裕、田村芽衣、石川美佳、橋谷田豊. 日本畜産学会第119回大会講演要旨.

謝 辞

調査試験に多大なるご協力を頂いた国立大学法人 信州大学農学部 食料生産科学科食資源利用学 教授 鏡味 裕博士、本調査試験の計画、実施、とりまとめ全般を統括し、また本稿の作成にあたりご指導、ご助言を賜った国立研究開発法人 国際農林水産業研究センター（JIRCAS）の安藤 貞博士（元家畜改良センター技術部技術第一課専門役）に厚く感謝申し上げます。

おわりに

国内では食品製造過程で排出される多種の副産物や売れ残った食品、食べ残した食品など、家畜が飼料として利用できる栄養源が大量に廃棄されている現状にあります。このため、今後より一層これらの食品循環資源を家畜飼料等に再利用する取組が必要です。本稿が国内飼料自給率の向上と食品循環資源の有効活用のため、エコフィード利活用の推進の一助となれば幸いです。

平成 28 年 3 月

独立行政法人 家畜改良センター
企画調整部管理課
繁殖技術チーム