

農林水産省生産局 令和5年度飼料自給率向上総合緊急対策事業

新飼料資源活用推進事業 実績報告書

令和6年3月

エコフィールド・新飼料普及促進協議会

目次

1. 事業概要.....	3
(1) 目的.....	3
(2) 実施主体.....	3
(3) 推進体制.....	3
2. 事業内容.....	3
(1) 新飼料生産実証.....	3
(2) 新飼料生産技術の普及.....	3
3. 事業成果.....	4
(1) 新飼料生産実証.....	4
(2) 新飼料生産技術の普及.....	15
(3) その他の事業成果.....	15
4. 事業成果のまとめ.....	16

1. 事業概要

(1) 目的

飼料用タンパク源の供給不足が懸念される中で、これまで国内では飼料資源としての商業的利用実績がないアメリカミズアブの幼虫を飼料原料として養豚用飼料に使用できるようにするため、アメリカミズアブを原料とした新飼料の生産実証を行い、その結果を踏まえた新飼料生産技術の普及に必要な対策を講じる。

(2) 実施主体

事業実施主体名	エコフィード・新飼料普及促進協議会
所在地	神奈川県相模原市中央区田名塩田一丁目 17 番 13 号
代表者	代表機関代表者 高橋 巧一

(3) 推進体制

下記の本協議会構成員による検討会議を適宜開催し、本取組を推進する。

- ・新飼料資源に係る民間企業：株式会社生物技研
- ・飼料製造事業者：株式会社日本フードエコロジーセンター
- ・畜産農家：株式会社フードエコロジーファーム

2. 事業内容

事業実施期間 令和5年8月2日～令和6年3月31日

(1) 新飼料生産実証

- ①新飼料生産・利用に必要な対策
- ②新飼料生産実証に必要な器具・機材の導入
- ③新飼料資源を活用した飼料の製造実証
- ④家畜への給与実証

(2) 新飼料生産技術の普及

- ①(1)の実証の結果を踏まえた調査・分析
- ②新飼料生産技術の普及啓発に必要な対策

3. 事業成果

(1) 新飼料生産実証

①新飼料生産・利用に必要な対策

・検討会議の開催

第一回 令和5年8月9日(水) 14:00~16:00

会場：株式会社日本フードエコロジーセンター 会議室

会場参加者：(株)生物技研 中野江一郎 (株)日本フードエコロジーセンター 高橋巧一、高部和幸、北野真保

Web参加者：(株)フードエコロジーファーム 佐藤公一郎

議事内容：実証調査の詳細確認

第二回 令和6年2月26日(月) 14:00~16:00

会場：株式会社生物技研 会議室

会場参加者：(株)生物技研 中野江一郎 (株)日本フードエコロジーセンター 高橋巧一、高部和幸、北野真保

Web参加者：(株)フードエコロジーファーム 佐藤公一郎

議事内容：実証調査報告、事業評価

・関係者打ち合わせ

事業の進捗状況に応じて適宜実施した。

・各種実証データの収集・処理・分析

新飼料資源の生産実証および新飼料資源を活用した飼料の製造実証に関する各種データを収集し、処理・分析を実施した。

②新飼料生産実証に必要な器具・機材の導入

ミズアブの油脂を分離し飼料原料としての価値を高める検証を行うため、搾油機を購入した。

購入した搾油機を用いて各種実証を行った。(実証結果は③ウ)を参照のこと)



図1. 搾油機 (S100-400/サン精機)

③新飼料資源を活用した飼料の製造実証

新飼料資源としてのミズアブの活用の方向性を検討するため、「ミズアブ飼育用飼料」、「液状飼料化」「ミズアブ乾燥」の三項目について、実証を行った。

なお、第一回検討会議において、参加メンバーから「飼育用の飼料については、事前調査においてエコフィードを主体とした飼料での生産が望ましいことがある程度見込めているため、今回の実証においてはポイントとして乾燥および搾油の工程についてより詳しく調査をしていきたい」という意見があり、検討の結果一部事業内容を変更して実施することとした。

ア) ミズアブ飼育用飼料の実証

【実施内容】

(株)生物技研内のミズアブ飼育施設にて、(株)日本フードエコロジーセンターが製造している液体状のエコフィード（FE 飼料 B）を主原料に、水分含量調整と蛋白質増量を目的として乾燥オカラを利用して飼育を実施した。

上記による飼育（試験区）とミズアブ飼育のベンチマークであるチキンフィードによる飼育（対照区）の比較を、a.飼育成績、b.幼虫（乾燥）の成分分析、c.幼虫と飼育残渣（糞、飼料残渣）の分離などの観点から行った。

【結果】

a. 飼育成績

- ・対照区では、朝採卵した 1g の卵を利用して飼育を開始すると 12 日目に約 4.5kg（200mg/幼虫 1 頭）の幼虫を生産することができるのに対し、試験区では若干飼育スピードが若干遅く、13 日目で約 4.5kg の幼虫を生産することとなった。

b. 幼虫の成分分析（表 1）

- ・乾物率及び粗蛋白質は対照区と同等の結果であった。
- ・粗脂肪は対照区に比べ若干低い結果となった。

表 1. ミズアブ幼虫の成分分析結果

項目	単位	対照区 (チキンフィード)	試験区 (FE飼料B+オカラ)
乾物率	%	89.3	81.0
蛋白質	DM%	37.1	41.0
粗脂肪	DM%	46.0	32.2

c. 幼虫と残渣の分離

ミズアブ幼虫の飼育においては成長後に振動ふるい機を用いて幼虫と残渣を分離する必要がある、残渣の分離が容易な状態になるように飼育することが重要である。

- ・対照区・試験区ともに残渣の状態は水分含量も少なく、粒子も比較的細かく、振動ふるい機での分離も問題なく行えた。
- ・残渣の量は対照区と同程度であった。

【考察】

FE 飼料 B+乾燥オカラ給餌によるミズアブ飼育は、対照区であるチキンフィード飼育とほぼ同等の成績であり、技術的な観点では実用化の可能性が高いと考えられる。

イ) 液状飼料化の実証

【実施内容】

(株)日本フードエコロジーセンターでは、食品循環資源を利用してリキッド発酵飼料 (FE 飼料 B) を製造しているが、粗蛋白質を補完する目的で大豆粕を原料として 1 トンあたり 10 kg 添加している。

今回の実証では当初、この大豆粕の代替原料として乾燥ミズアブを活用する計画としていた。実施にあたり、事前に(株)生物技研より提供されたミズアブの成分分析結果を用いて、大豆粕の代替としてミズアブを使用する際の必要量を算出したところ、表 2 のとおり、1 試験区 (10 頭) に対し 1 か月の給与実証を実施するために必要なミズアブの使用量は 100.5 kg であることが分かった。

表 2. FE 飼料 B への大豆粕添加量とミズアブ代替必要量の算出

主要成分(現物中)						
原料	水分	DM	粗蛋白	粗脂肪	粗繊維	粗灰分
大豆粕	10.0%	90.0%	45.9%	2.9%	5.6%	6.0%
ミズアブ	68.2%	31.8%	13.7%	14.4%	1.9%	3.0%
FE飼料1tあたり的大豆粕添加量				10.0 kg		
うち現物中粗蛋白量				4.6 kg		
上記代替に必要なミズアブ量				33.5 kg		
FE飼料の1日あたり給餌量				10.0 kg		
1試験区(10頭)1か月給餌量				3000 kg		
上記製造に必要なミズアブ量				100.5 kg		

この結果について、ミズアブ飼育実証を行う(株)生物技研にヒアリングを行ったところ、現状の生産体制では現物で日量 1.5 kg 程度の生産能力のため、本事業の期間内では実証を行うための物量の確保が難しいことが分かった。

これを受けて第 1 回検討会議において、現状の生産体制におけるミズアブ生産量で対応可能な実証方法の検討を行った結果、体づくりの観点から良質な蛋白源を必要とする離乳直後の子豚に対し、現状給与している高価な餌付用・人工乳配合飼料「ゆめミルク (日本養豚事業協同組合)」の代替としての活用の可能性をさぐることを目的とした給与実証を行うのが望ましいとの結論に至り、改めて配合設計等を検討することとした。

「ゆめミルク」は主に哺乳期～離乳期における餌付用を主な目的として供給されている配合飼料で、その段階に応じて 3・5・6・7・10 の 5 段階の商品が設定されている (図 2)。



図2. ゆめミルク商品概要 (日本養豚事業協同組合ホームページより)

また、同ホームページには種類別の給与体系や主要成分量に関する情報も掲載されている。(図3)

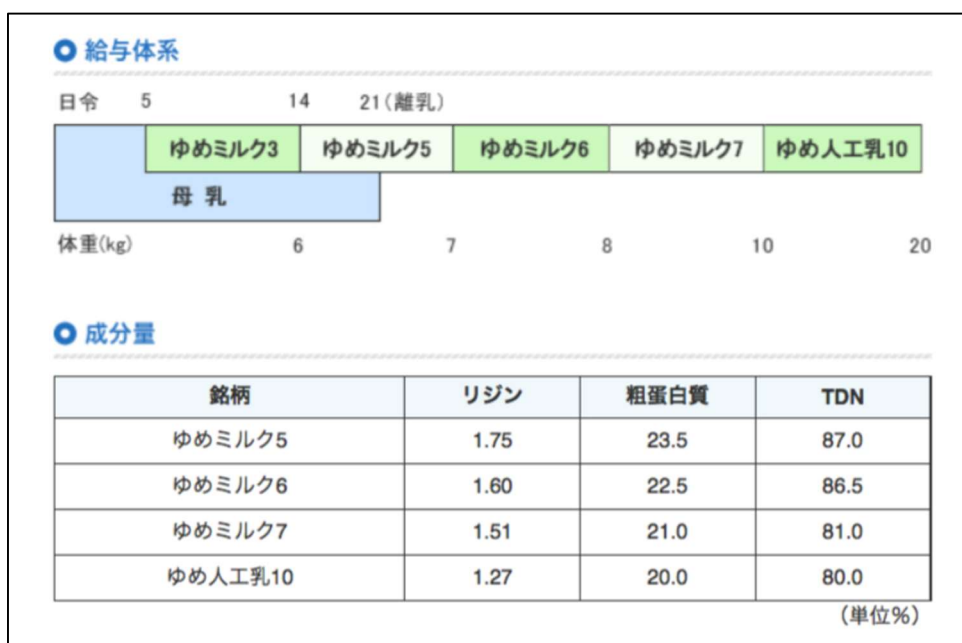


図3. ゆめミルクの給与体系と主要成分量 (同ホームページより)

現状、フードエコロジーファームでは離乳後の10日間、「ゆめミルク5」を給与している。そこで今回は、「ゆめミルク5」の6割程度のコストで入手可能な「ゆめミルク7」に置き換えたうえで、不足する蛋白量を補完するためミズアブを配合して給与する実証を行うこととした。

なお、表2のとおり大豆粕とミズアブでは水分と粗脂肪分に大きな乖離があるため、使用するミズアブは乾燥したものと乾燥後脱脂したものを準備することとし、区画は以下の通りとした。

- ・対照区 : ゆめミルク5
- ・試験区1 : ゆめミルク7 + 乾燥ミズアブ
- ・試験区2 : ゆめミルク7 + 脱脂ミズアブ

そのうえで、両試験区に給与する飼料の配合量を算出し、成分分析を行った。



図4. 乾燥ミズアブ



図5. 脱脂ミズアブ

a. 配合量の算出

ウ) ミズアブ乾燥実証のミズアブ幼虫の成分分析結果と図3のゆめミルク5および7の成分値を参照し、ゆめミルクの給与量を同量とした際、粗蛋白質の量がゆめミルク5と同等になるために必要なミズアブの添加量を算出した。

なおミズアブの状態は、幼虫を乾燥させたもの（乾燥ミズアブ）と乾燥ミズアブを搾油した後のかす（脱脂ミズアブ）の2種類である。乾燥ミズアブは粗蛋白質・粗脂肪ともに多く含み、脱脂ミズアブは粗脂肪が少なく粗蛋白質のみに特化したものとなっている。

b. 成分分析

a.の算出結果をもとに3区画にて給与実証を行うにあたり、成分分析を行った。

【結果】

a. 配合量の算出

表3の赤字の通りとなり、確実に補填できるよう、以下の通り添加量を設定した。

- ・試験区1：ゆめミルク7＋乾燥ミズアブ10%
- ・試験区2：ゆめミルク7＋脱脂ミズアブ7.5%

表3. 離乳子豚期飼料へのミズアブ添加量算出

給与区	給与飼料	頭数	日数	給与量 (g/頭/日)	粗蛋白 (%現物中)	蛋白量 (g/頭/日)	必要量 (kg/全頭/ 全日)	添加率
対照区	ゆめミルク5	10	10	400	23.5	94.0	40	
試験区1	ゆめミルク7	10	10	400	21	84.0	40	
	乾燥ミズアブ	10	10	30.2	33.1	10.0	3.0	7%
試験区2	ゆめミルク7	10	10	400	21	84.0	40	
	脱脂ミズアブ	10	10	19.2	52.1	10.0	1.9	5%

b. 成分分析

上記にて設定した量のミズアブを添加した各飼料の成分分析の結果は表4の通りである。

- ・試験区1は対照区と同様の成分となった。
- ・試験区2は対照区に比べ粗脂肪が2%ほど少なかった。
- ・安全性分析（ゼアラレノン、デオキシニバレノール、メラミン及びシアヌル酸）については全て基準値未満であった。

表4. 飼料の違いによる成分の比較

項目	単位	対照区	試験区1	試験区2
乾物率	%	90.5	89.9	90.2
粗蛋白質	DM%	24.2	24.2	24.3
粗脂肪	DM%	8.2	8.1	6.5
ナトリウム	DM%	0.80	1.01	0.89
リン	DM%	0.78	0.72	0.74
カルシウム	DM%	0.80	1.01	0.89
リジン	DM%	1.56	1.48	1.55
オレイン酸	DM%	28.5	26.6	29.2
リノール酸	DM%	37.5	31.3	36.0

【考察】

上記結果、また安全性に関する分析をもとに、離乳子豚期の飼料として問題がないことが分かったため、④のとおり給与実証を行うこととした。

なお乾燥ミズアブは硬く、脱脂ミズアブは柔らかいことから、子豚への給与にあたり乾燥ミズアブには事前の粉碎が必要と分かった。

ウ) ミズアブ乾燥実証

【実施内容1】

ミズアブを飼料原料とするためには、保存性や搾油工程のための前処理として乾燥させる必要がある。そのため乾燥条件の検討し、搾油作業や成分分析などにおいて比較を行った。

乾燥処理には乾燥野菜やドライフルーツなどを作製するための食品乾燥機を利用した。温度は乾燥機の設定の最高温度である60℃とし、乾燥時間を2条件（8時間と24時間）として比較を行った。搾油機はエキスペラー型の搾油機（S100-400/サン精機）を利用した。

【結果】

a. 乾燥条件の検討

- ・8時間と24時間で乾燥後のミズアブの外観上の違いは概ねなかった。
- ・成分分析の結果、8時間では水分含量が19%程度（乾物率81%）であったのに対し、24時間では5%程度（乾物率94.4%）であった。（表5）

表5. 乾燥処理時間の違いによる乾燥ミズアブの成分比較

項目	単位	8時間	24時間
乾物率	%	81.0	94.4
粗蛋白質	DM%	41.0	37.8
粗脂肪	DM%	32.2	38.7

b. 搾油作業

- ・水分含量が高い8時間の乾燥では良好な油脂を得ることが難しかった。(図2, 3)
- ・24時間乾燥では良好な油脂が得られ、成分分析の結果、粗脂肪が90%以上であった。(表6)
- ・搾油後の搾りかす(脱脂ミズアブ)は蛋白質含量が50%以上であった。(表7)

表6. 乾燥処理時間の違いによるミズアブ油脂の成分結果

項目	単位	24時間
乾物率	%	98.6
粗蛋白質	DM%	3.8
粗脂肪	DM%	92.0

表7. 乾燥処理時間の違いによる脱脂ミズアブの成分比較

項目	単位	8時間	24時間
乾物率	%	90.1	88.6
粗蛋白質	DM%	57.8	44.1
粗脂肪	DM%	14.3	27.3



図6. 油脂(8時間乾燥)



図7. 油脂(24時間乾燥)

【考察】

60°Cでの乾燥の場合、良好な搾油を行うためには24時間程度乾燥させる必要がある。また、水分含量を5%程度にすれば、市販のエクスペラー型の搾油機で比較的容易に搾油可能なことがわかった。

【実施内容2】

乾燥ミズアブの市場流通を想定し、流通および給与が容易となるよう、2種類の加工テストを行った。

a. ペレット飼料化

ペレット飼料の原料の50%を乾燥ミズアブに置換し、ペレタイザーを用いてペレット化を行い、成分の比較を行った。

b. パウダー化

商品性を向上させることを目的として殺菌粉末化処理のテストを行った。加熱処理は3条件(150°C、175°C、200°C)で行った。なお処理自体は外部委託で行った。

【結果】

a. ペレット化

- ・乾燥ミズアブを簡易的に粉碎し、市販飼料と混合することで比較的容易にペレット化可能であった。
- ・市販品と比較すると乾燥ミズアブ50%のテスト品は粗蛋白質含量が5%程度低く、脂質は12%程度高かった。(表8)

表8. 乾燥ミズアブペレット化加工品の成分結果

項目	単位	市販飼料	市販飼料 +乾燥ミズアブ
乾物率	%	89.8	92.6
粗蛋白質	DM%	55.8	48.8
粗脂肪	DM%	11.9	24.6

b. パウダー化

- ・賦形剤としてセルロースを30%程度入れることで良好なパウダーを得ることができた。
- ・3種類の加熱条件による成分の相違はみられなかった。(表9)

表9. 乾燥ミズアブパウダー化加工品の加熱処理温度の違いによる成分の比較

項目	単位	150°C処理	175°C処理	200°C処理
乾物率	%	96.5	96.6	96.3
粗蛋白質	DM%	25.4	26.4	26.5
粗脂肪	DM%	26.0	25.9	27.0

【考察】

a. ペレット飼料化

ペレット飼料の作製には加工工程の負荷がほとんどかからず、実用性が高いと考えられる。

b. パウダー化

非常に良好なミズアブパウダーを作製することができた。しかしながら、賦形剤を30%程度投入していることから、蛋白質含量が低下している。賦形剤を用いないパウダー化が可能であれば、飼料原料としては非常に扱いやすいものになると考えられ、引き続き調査していくこととした。

④家畜への給与実証

- ・飼料給与実証

(株)フードエコロジーファームへの委託にて、ミズアブを使用した離乳期用飼料を豚に給与した際の給与実績や増体成績などの各種データを取得するため、2023年9月1日~2024年2月29日の期間にて給与実証を行った。

・給与実証に関する各種データの収集・処理・分析

上記の実証において得られた各種データを収集し、処理・分析を実施した。

【実証内容】

以下の区画にて、各10頭前後の離乳直後の子豚にそれぞれの飼料を10日間給与し、嗜好性や異常の観察、定期的な体重測定による増体量の比較を行った。※イ)液状飼料化の実証を参照

- ・対照区 : ゆめミルク5
- ・試験区1 : ゆめミルク7 + 乾燥ミズアブ10%
- ・試験区2 : ゆめミルク7 + 脱脂ミズアブ7.5%

a. 給与量および嗜好性

1頭の1日あたりの給与量を以下の通り設定し、1区画ごとに頭数に応じて給与した。なおミズアブ添加飼料の給与期間中は原則継ぎ足しとし、残滓の割合を記録することで嗜好性を観察した。

- ・対照区 : ゆめミルク5…400g
- ・試験区1 : ゆめミルク7…400g 乾燥ミズアブ…40g
- ・試験区2 : ゆめミルク7…400g 脱脂ミズアブ…30g



図8. 給与中の写真

b. 体重測定

全頭を以下の日に測定し、ステージごとの体重および日別増体量（日増体重）を比較した。

測定日

- ①給与開始時、②開始 5 日後、③給与終了時（開始 10 日後）④終了 30 日後、
⑤終了 60 日後（肥育開始）、⑥終了 30 日後、⑦終了 60 日後、⑧終了 90 日後

ステージ

- ・ 離乳子豚期（23~33 日齢）：①～③
- ・ 子豚期（33~63 日齢）：③～④
- ・ 肥育前期（63~123 日齢）：④～⑥
- ・ 肥育後期（123~183 日齢）：⑥～⑧



図 9. 体重測定中の写真（給与開始時）



図 10. 体重測定中の写真（肥育後期）

c. そのほか観察

毛並みや健康状態などの観察を随時行った。

【結果】

a. 給与量および嗜好性（表10, 11）

- ・試験区1：対照区と比較して残滓量に大きな相違はなかった。脂肪分を含むためか、塊になりやすいと分かった。
- ・試験区2：1~2日目において食いの悪い個体が多かった。

表10. 平均給与量の比較

区画	予定量	単位	給与開始～5日目	給与5日目～10日目	達成率
対照区	6.00	kg/日	5.6	5.8	95.0%
試験区1	4.84	kg/日	3.8	4.8	88.8%
試験区2	4.80	kg/日	3.4	3.6	72.9%

表11. 平均残滓量の比較

区画	単位	給与開始～5日目	給与5日目～10日目	給与期間中平均
対照区	kg/日	0.7	0.3	0.51
試験区1	kg/日	0.6	0.5	0.54
試験区2	kg/日	1.0	0.5	0.73

b. 体重測定（表12, 13）

試験区1

- ・平均体重：子豚期（⑥以前）では対照区と概ね同程度であったが、肥育期（⑥）に入り対照区より体重が優れた個体が見られ、平均体重も多かった。
- ・日増体重：給与終了後から肥育期後半まで（③～⑧）、対照区より0.1kgほど多かった。

試験区2

- ・平均体重：概ね対照区と同等であった。
- ・日増体重：離乳子豚期（①～③）において対照区より若干であるが少なかった。子豚期（③）以降は概ね対照区と同等であった。

表12. 日齢ごとの平均体重の比較

区画	単位	①開始時	③終了時	⑥終了90日後	⑧終了150日後
	日齢	23	33	123	183
対照区	kg	5.8	7.9	32.9	77.1
試験区1	kg	5.3	7.0	40.0	80.0
試験区2	kg	4.7	6.1	33.2	72.0

表13. ステージごとの日増体重の比較

区画	単位	①～③ 離乳子豚期	③～④ 子豚期	④～⑥ 肥育前期	⑥～⑧ 肥育後期
	日齢	23～33	33～63	63～123	123～183
対照区	kg	0.21	0.25	0.29	0.74
試験区1	kg	0.17	0.35	0.37	0.67
試験区2	kg	0.13	0.26	0.32	0.65

c. そのほか観察

試験区 1, 2ともに健康状態の異常などは見られなかった。

【考察】

・乾燥ミズアブ（試験区 1）

対照区に比べて全体を通して増体が良くなったことから、子豚期に必要な粗蛋白質や脂質をミズアブの添加によって十分に補填することができ、さらに子豚期の増体の良好さが肥育期の成績にも繋がったと考えられる。

給与にあたり事前の粉碎が必要な点について、継続的な生産・給与のためには、ウ) ミズアブ乾燥実証のとおりパウダー化やペレット化などから最適な処理方法を検討していく必要があると考える。

・脱脂ミズアブ（試験区 2）

一般的に離乳直後は飼料が大きく変わることから食いつきが悪くなるとされているが、特に脱脂したミズアブで給与開始時の嗜好性が低い点について引き続き原因を調査する必要があると考えられる。また、脱脂ミズアブでは脂肪分が少ないうえ、初期の嗜好性が低いことから、離乳直後に必要な栄養成分の摂取量が少なくなり、結果として日増体重にも影響が出たと考えられる。肥育期には大きな相違はなく生育していることから、添加量や主となる配合飼料を再検討することで問題なく使用が可能と考えられた。

以上より、乾燥・脱脂ミズアブいずれも養豚用飼料としての活用は十分可能と考えられ、ミズアブの生産や加工に関する現実的な調査をしていくことで継続的な飼料利用が実現可能に近づくと考える。

（2）新飼料生産技術の普及

①（1）の実証の結果を踏まえた調査・分析

新飼料の生産に係る各種実証の結果を、本報告書に取りまとめた。

②新飼料生産技術の普及啓発に必要な対策

本報告書を協議会メンバーの 2 社（生物技研、日本フードエコロジーセンター）のホームページに掲載することとした。

（3）その他の事業成果

今回は給与実証の開始時期が遅れたため、予定していた肉質分析を実施することが出来なかった。それを受けて、ミズアブの生産体制が安定し多量に生産可能となった場合を想定し、乾燥ミズアブを 5% 混合したリキッド飼料（FE 飼料 B）の成分分析を行った。

結果は表 1 4 の通りであり、現状提供している飼料成分と大きな相違はなかった。

乾燥ミズアブの場合には粗脂肪を多く含むという点に注意し、引き続き調査していくこととする。

表 1 4. ミズアブ添加リキッド発酵飼料の分析結果

項目	単位	FE飼料B 表示票記載値	FE飼料B +ミズアブ
乾物率	%	18.0	16.6
粗蛋白質	DM%	14.0	14.6
粗脂肪	DM%	9.0	11.4

4. 事業成果のまとめ

(1) ミズアブの養豚用飼料原料としての利用価値について

今回の事業において成分分析及び給与実証を行った結果、乾燥ミズアブについては粗脂肪と粗蛋白の含有量が多く、粉碎工程が必要ではあるものの特に子豚期への給与に好適であることが確認できたほか、脱脂ミズアブについては粗蛋白源としての活用の可能性が十分にあることが確認できた。

(2) ミズアブの養豚用飼料原料としての生産性について

現状、飼料用蛋白源として使用されている原料は主として大豆粕であり、ミズアブは大豆粕の代替原料として使用することが想定されるため、商業利用を実現するためには現状の大豆粕と比べて安定的かつ安価で流通できる生産性の確保が求められる。この視点において、飼料用原料としてのミズアブの生産実証を行った結果、ミズアブの飼料についてもエコフィードを主体とした低コスト化が前提となることが改めて明らかとなった。くわえて、ミズアブ幼虫分離後の残渣の活用、生育環境の維持および乾燥に必要な熱源の確保、搾油工程で得られる油脂の有効活用など、単体の事業として成立させるためには乗り越えなければならない課題が多く、逆にこれらの点については食品リサイクル業との親和性が高いことから、食品リサイクル事業者との連携により実現の可能性が高まると考えられることが分かった。

以上