

高畜試研報

NO.22

2023

ISSN 0289-5196

Bulletin

of the

Kochi Prefectural Livestock Experiment Station

No.22

高知県畜産試験場研究報告

第22号

高知県畜産試験場

高知県高岡郡佐川町

令和5年3月

Kochi Prefectural Livestock Experiment Station
(Sakawa-cho, Kochi-ken, Japan)

March 2023

高知県畜産試験場研究報告

第22号

令和5年3月

目次

| | |
|---------------------------------------|----|
| 土佐あかうしにおける「おいしさ」の特徴及び要因解析・・・・・・・・・・ | 1 |
| 濱田 和希、中西 慶太、山岡 昭彦 | |
| 土佐和牛のオレイン酸による指標化の検討・・・・・・・・・・ | 7 |
| 秋澤 克哉、中西 慶太、高岡 和広、山岡 昭彦 | |
| 土佐はちきん地鶏の未利用資源を活用した生産技術・・・・・・・・・・ | 10 |
| 尾野由佳、藤原理央、山田博之*、恒石望太郎、池上和己 | |
| ユズ精油抽出残渣の利用拡大と給与豚肉のブランド力強化の検討・・・・・・・・ | 22 |
| 山口瑞穂、平井啓一、南明博 | |

**Bulletin of
The Kochi Prefectural Livestock
Experiment Station
Vol.22**

March 2023

CONTENTS

| | |
|--|----|
| Analysis of characteristics and factors of deliciousness in Japanese TOSA AKAUSHI beef..... | 1 |
| Kazuki Hamada,Keita Nakanishi and Akihiko Yamaoka | |
| Investigation of consideration for indexing of oleid acid of TOSA WAGYU beef | 7 |
| Katsuya Akizawa, Keita Nakanishi, Kazuhiro Takaoka and Akihiko Yamaoka | |
| Research for Production skill using unused resorces of TOSA HACHIKIN JIDORI..... | 10 |
| Yuka Ono,Rio Fujihara,Hiroyuki Yamada,Boutaro Tsuneishi and Kazumi Ikegami | |
| Examination about expanding the use of YUZU oil manufacture extraction residual and enhancement of branding the pig which ate the residual substance..... | 22 |
| Mizuho Yamaguchi, Keiichi Hirai and Akihiro Minami | |

土佐あかうしにおける「おいしさ」の特徴及び要因解析

濱田 和希 中西 慶太 山岡 昭彦

Analysis of characteristics and factors of deliciousness in Japanese TOSA AKAUSHI beef

Kazuki Hamada, Keita Nakanishi and Akihiko Yamaoka

要 約

褐毛和種高知系（以下「土佐あかうし」）牛肉について、消費者アンケート、成分分析、分析型官能評価を用いて、「おいしさ」の特徴を把握するとともに、その要因について検討した。また、「おいしさ」の 3D マップ化及びワードクラウド技法を用いたイメージ化を行い、わかりやすい表示方法を検討した。

消費者アンケートから、黒毛和種は「やわらかい」「とろける」といった食感に関する評価が多い一方、土佐あかうしでは「あっさりした」「おいしそう」など味や香りに関する評価が多くあり、次いで「歯ごたえのある」「やわらかい」といった食感の評価も見られ、評価のバリエーションに富んでおり複雑な味わいであることがわかった。

成分分析において、土佐あかうしは黒毛和種と比較して一般成分では粗脂肪含量は低く、蛋白質含量及び水分含量が有意に高い。脂肪酸組成では有意差は認められず糖質関連及びペプチド濃度においては有意に高い。アミノ酸は甘味、うま味、苦味の全てにおいて有意に高い値を示した ($P < 0.05$)。また、有意差のあった成分のうちグリコーゲンを除く成分間には相関があり、粗脂肪含量が高いほどその他の成分含量は低くなった。

分析型官能評価の結果より作成したクラスター分析及び知覚特性マップから、土佐あかうしは黒毛和種に近いグループに属しているが、黒毛和種よりも味、香り、食感が強いことから、品種として差別化が可能である。

はじめに

従来、上質と評価される牛肉は、視覚的に脂肪交雑（霜降り）が入ったものが主流だったが、近年の消費者ニーズは赤身志向や、脂肪の質への関心の高まりなど多様化、深化しており、それに伴い牛肉本来の「おいしさ」に注目が集まりつつある。土佐あかうしは、枝肉格付において A2~A5 ま

で幅広く分布しており、流通および調理関係者からは赤身肉の「おいしさ」についてもバラツキがあるとの声が挙がっている。しかし、「おいしさ」を構成する要因は多岐にわたり、いまだ説明されていないのが現状であり、検証が必要であった。

そこで、土佐あかうしの「おいしさ」を指標化することで「おいしさ」の特徴を把握するとともに、その要因について検討した。また、土佐あか

うしの産肉特性を広くPRして、販売促進に繋げるために3Dマップ化及びワードクラウド技法を用いてイメージ化を行い、消費者にわかりやすい表示方法を検討した。

材料及び方法

1 ワードクラウド

統計処理ソフト「R」(version3.5.2)、word cloud 及び RColour Brewer パッケージを使用し、消費者による食味アンケートで選択された単語並びに自由記載の単語を、評価された頻度に従って大きさ及び色を区別して表現した。

サンプルは土佐あかうしと黒毛和種で、等級はそれぞれA3及びA4とした。リブロースを5mmの厚さにスライスして、直径5cmに型抜きしたものを、表面を焦がさずに中まで火を通すために、180℃のホットプレートで両面を各70秒づつ焼くこととした¹⁾。パネリストは高知県立農業大学の学園祭来場者122名(男性49名、女性73名)を対象として実施した。

2 成分分析

県内の食肉市場において、と畜後2~3日後の土佐あかうし108頭の枝肉からロース部分を100gずつ採材し、真空パック後-25℃で冷凍保存したものを分析した。なお、採材対象の性別及び等級を固定すると、十分なサンプル数が確保できないことからランダムとした。黒毛和種については、去勢肥育牛9頭を上記同様に採材し、分析をおこなった。分析については、一般社団法人家畜改良事業団(以下、家畜改良事業団)に依頼した。

3 知覚特性マップ

土佐あかうしの第6-7肋間断面部の胸最長筋

を採取して、日本女子大学にて分析型官能評価を実施した後、家畜改良事業団の協力によりクラスター分析及び官能評価から得られた推定値をグラフ上に表示する知覚特性マップを作成した。

結果および考察

1 ワードクラウド

今回、食味アンケートに用いた供試牛肉の出荷月齢およびBMSNo.は土佐あかうし及び黒毛和種において、それぞれの県内平均となるものを選んだ(表1)。また、評価項目は味・香り・食感についてそれぞれ15項目ずつとし、自由記載欄を設けた(図1)。

表1 食味アンケートに用いた牛肉サンプル

| 品種 | 性別 | 部位 | 出荷月齢 | BMSNo. |
|----|----|-----|------|--------|
| 褐 | 去勢 | ロース | 30 | 4 |
| 黒 | 去勢 | ロース | 30 | 7 |

サンプル:

評価用紙

性別: 男性・女性
世代: 10代・20代・30代・40代・50代・60代以上
設問1当ではまる項目番号すべてに○を記入してください(複数回答可)。

| 味 | | | 香り | | | 食感 | | |
|----|---------|----|---------|----|---------|----|--|--|
| 1 | あっさりした | 1 | 脂臭い | 1 | 脂っぽい | | | |
| 2 | 後味が良い | 2 | 甘い | 2 | 硬い | | | |
| 3 | 甘い | 3 | 甘酸っぱい | 3 | がさがした | | | |
| 4 | うま味 | 4 | おいしそう | 4 | ごわついた | | | |
| 5 | こってりした | 5 | 獣臭 | 5 | 噛み切りにくい | | | |
| 6 | 脂っぽい | 6 | 牛くさい | 6 | 乾いた | | | |
| 7 | しつこい | 7 | 香ばしい | 7 | 口当たりの良い | | | |
| 8 | 淡泊な | 8 | 牧草臭 | 8 | とろける | | | |
| 9 | 濃厚な | 9 | さわやかな | 9 | クリーミーな | | | |
| 10 | 深みがある | 10 | 濃厚な | 10 | しっとり | | | |
| 11 | バランスが良い | 11 | バターのような | 11 | 歯ごたえのある | | | |
| 12 | フレッシュな | 12 | フルーティーな | 12 | パサパサした | | | |
| 13 | 水っぽい | 13 | 華やかな | 13 | 水っぽい | | | |
| 14 | 独特な | 14 | 独特の | 14 | やわらかい | | | |
| 15 | 無味 | 15 | 弱い | 15 | 滑らかな | | | |

設問2 上記以外に牛肉サンプルの印象を自由に記入してください。

図1 評価アンケート用紙

作成したワードクラウドから、黒毛和種では「やわらかい」「とろける」等の食感に関する評価が大部分を占めた。一方で土佐あかうしでは「あっさりした」「おいしそう」といった味や香りに関する評価が多く見られ、次いで「歯ごたえのある」「やわらかい」といった食感に関する評価が見られるなど、評価の幅が広がった(図2)。このことから、土佐あかうし牛肉はバランスの取れた食味性であることが示された。

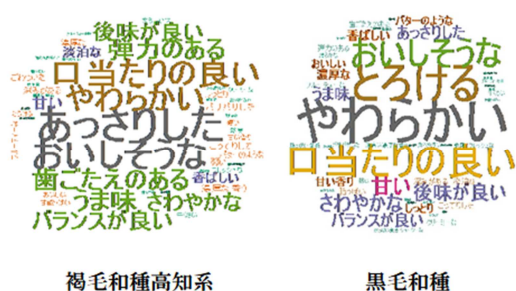


図2 ワードクラウドによるイメージ図

2 成分分析

一般成分について、土佐あかうしは黒毛和種と比較して粗脂肪含量が有意に低く、蛋白及び水分含量は有意に高い結果となった(図3)。

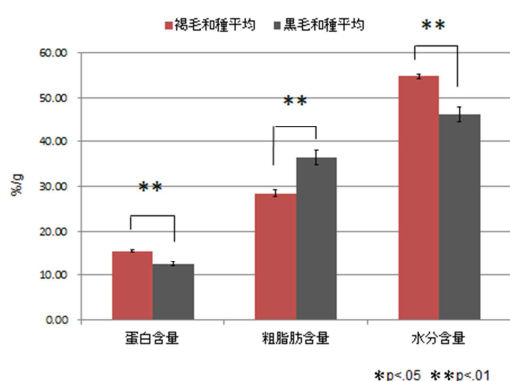


図3 一般成分の比較

脂肪酸組成の割合は、土佐あかうしと黒毛和種との間に差は無かった(図4)。

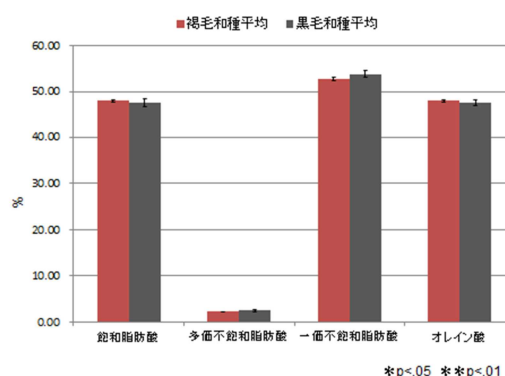


図4 脂肪酸組成の比較

糖質関連とペプチドの比較では、いずれも土佐あかうしが有意に高くなった(図5)。グルコースやグリコーゲンといった糖質は味にコクを与え、まろやかにする働きがあると考えられている。また、加熱することで臭いの成分に変化し、焼いた時の良い香りに影響すると考えられている。ペプチドは構成するアミノ酸の種類や含有量によって味に変化を与え、濃度が高くなるほど味が濃くなる。これらのことが、食味アンケートにおいて、土佐あかうしの味や香りが評価されていたことに繋がったと考えられる。

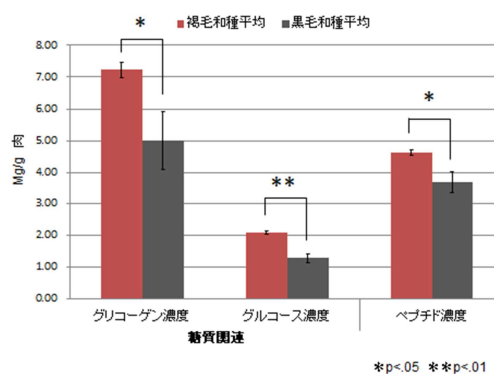


図5 糖質関連及びペプチド濃度の比較

アミノ酸の比較では、甘味・うま味・苦味の全てで土佐あかうしが有意に高い結果となった。甘味を構成するアミノ酸にはグルタミン、トレオニ

ン、アラニン、プロリン、リジンが含まれており、このうちリジンでは有意差が認められなかった。うま味を構成するアミノ酸はグルタミン酸・アスパラギン酸が含まれており、グルタミン酸は土佐あかうしが黒毛和種の2倍以上高いが、アスパラギン酸では差がなかった。もう一つのうま味成分であるイノシン酸は、熟成の過程で分解され消費者の手に届く頃にはほとんど失われることから、今回は測定していない。苦味を構成するアミノ酸はヒスチジン、アルギニン、バリン、イソロイシン、ロイシン、フェニルアラニン、トリプトファンからなり、このうちロイシンとトリプトファンで有意差は認められなかった（図6）。

土佐あかうしは各種アミノ酸含有量が高く、これらの豊富なアミノ酸により複雑なうま味を形成していると考えられる。

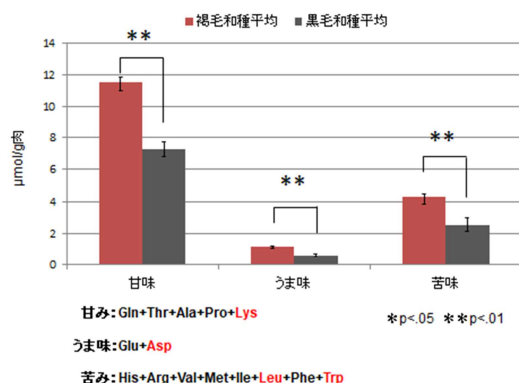


図6 アミノ酸の比較

相関を見てみると、粗脂肪含量とグリコーゲン濃度以外のその他の成分との間に負の相関があった。このことから、サシが入りすぎると味の感じ方に関与するアミノ酸やペプチド濃度が低くなり、肉のうま味を感じにくくなることが考えられる。また、グリコーゲンと他の成分との間に相関が見られなかった原因として、グリコーゲンはと畜直後、急速に分解が始まり、48~72時間後には64%程度まで減少することが知られている²⁾。グリコーゲンの分解は温度や、と畜時のストレスなどの影響を受けるため、個体毎にばらつきが生じたことが考えられる（表2）。

3 知覚特性マップ

分析型官能評価により味・香り・食感について7段階の評価を行い、クラスター分析を行った結果、土佐あかうしは輸入牛肉よりも黒毛和種に近いグループに属するものの、黒毛和種とも異なる特徴を示している。土佐あかうしのみのクラスター分析では、大きく3つのグループに分けられ、赤みの強いグループと香りの強いグループが存在しており、これが土佐あかうしの味に関する評価が分かれる原因であると考えられる（図7、8）。

表2.一般成分と糖質関連及びペプチド濃度の相関

| | 粗脂肪含量 | 蛋白含量 | 水分含量 | グリコーゲン濃度 | グルコース濃度 | ペプチド濃度 |
|----------|---------|--------|--------|----------|---------|--------|
| 粗脂肪含量 | 1 | | | | | |
| 蛋白含量 | -.927 * | 1 | | | | |
| 水分含量 | -.903 * | .796 * | 1 | | | |
| グリコーゲン濃度 | -.104 | .135 | .065 | 1 | | |
| グルコース濃度 | -.559 * | .626 * | .481 * | .314 * | 1 | |
| ペプチド濃度 | -.615 * | .639 * | .506 * | .732 * | .720 * | 1 |

* p < .05

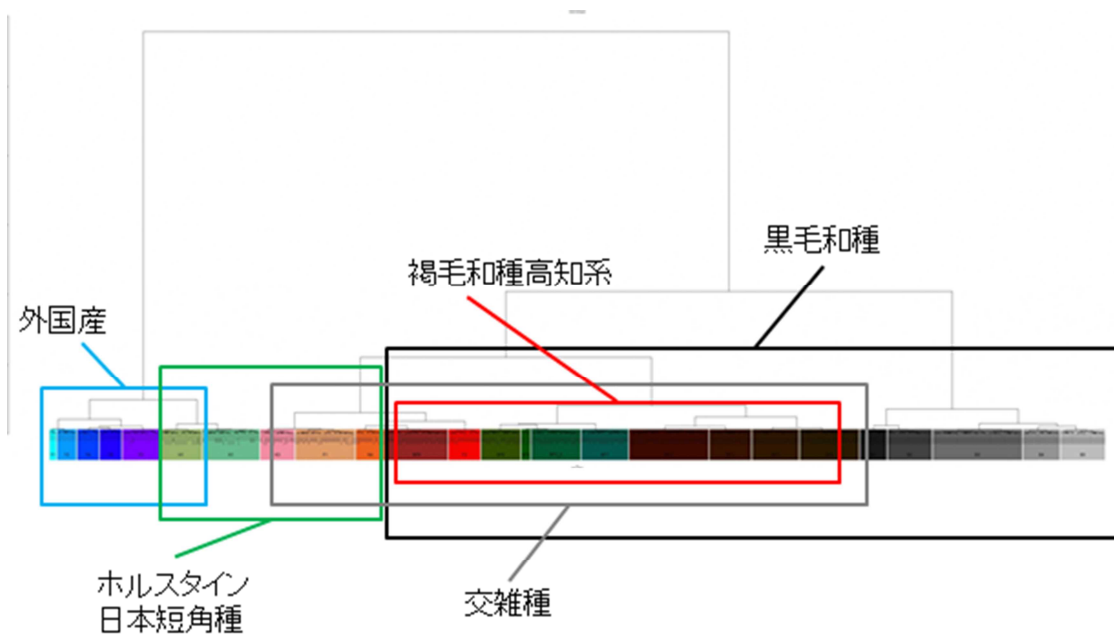


図7 全品種のクラスター分析結果

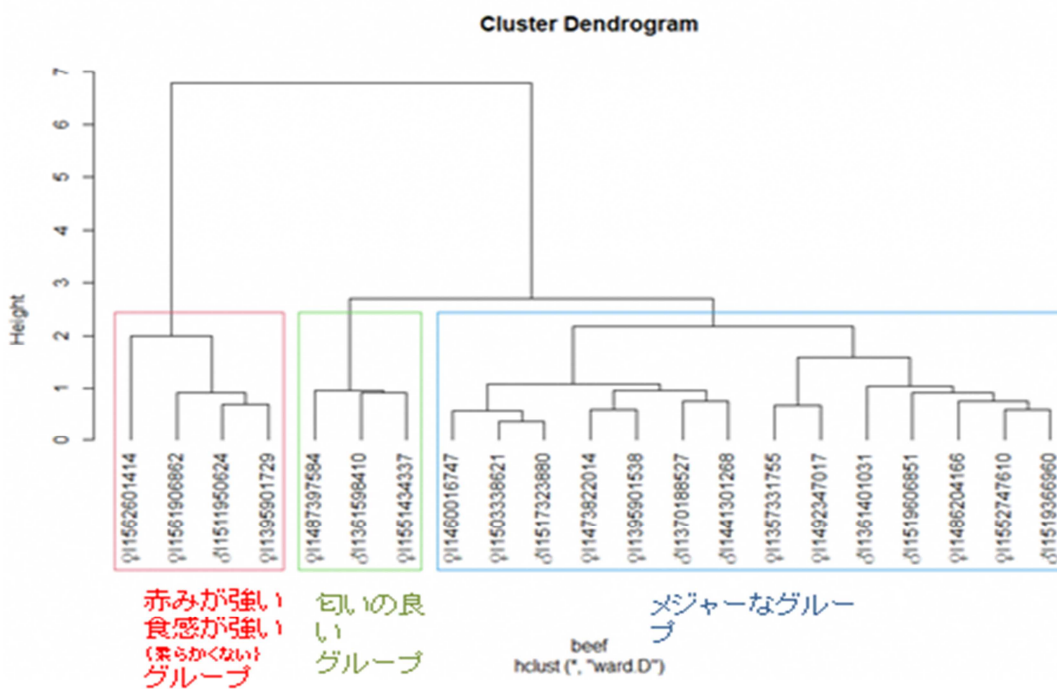


図8 土佐あかうしのみのクラスター分析結果

知覚特性マップは、X軸が食感、Y軸が味、Z軸が香りをそれぞれ表している。土佐あかうしの食感外国産よりも弱く黒毛和種よりも強い。味の強さは交雑種やホルスタイン並で黒毛和種よりも高い位置に分布している。香りは黒毛和種よりもやや強くなっている（図9）。しかし、肉によって食味性にバラツキがあるのでマップを参考にして品質の均一化や特異な位置を示したものはその要因を探り、固定化することで新たな特徴付けや食味性の多様化への対応を可能としたい。

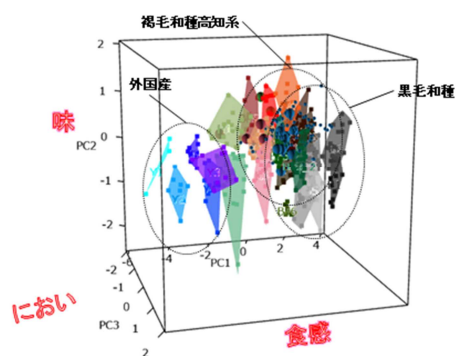


図9 正面から見た知覚特性

謝辞

本研究に際して、成分分析及び知覚特性マップの作成にご協力いただいた一般社団法人家畜改良事業団佐々木整輝様、小林正人様をはじめ皆様に対し感謝の意を表します。

引用文献

- 1) 高岡和広ら (2021) 土佐あかうしの産肉特性に関する研究
- 2) 小松智彦ら (2010) 黒毛和種の熟成過程におけるグリコーゲンおよび単糖類含量の変化

土佐和牛のオレイン酸による指標化の検討

秋澤克哉 中西慶太 高岡和広* 山岡昭彦

Investigation of consideration for indexing of oleic acid of TOSA WAGYU beef

Katsuya Akizawa, Keita Nakanishi, Kazuhiro Takaoka
and Akihiko Yamaoka

要 約

本県ブランドである「土佐和牛(県内で生産された褐毛和種高知系及び黒毛和種)」のオレイン酸について、枝肉市場での取引前に非破壊的、かつ迅速に測定(近赤外分光分析装置)して実態を明らかにするとともに肉質の経済的指標としての利用を検討。また「土佐和牛」の脂肪の質の育種改良に繋げるため、オレイン酸を用いた育種価評価を算出した。結果、土佐和牛の内、オレイン酸数値については黒毛和種の方が、褐毛和種に比べ、有意に高かった。しかし、一価不飽和脂肪酸では、雌牛では差が確認できなかった。

はじめに

国内の和牛肉は、これまで脂肪交雑が重視され、脂肪交雑を高める育種改良が進められてきた。この結果、国内の和牛の脂肪交雑の能力は大きく向上し、公益社団法人日本食肉格付協会の定める「A5」ランクの牛肉が多く産出されるようになった。しかし、近年、脂肪交雑だけでなく、オレイン酸などの「脂肪の質」が全国的に注目されている。オレイン酸とは不飽和脂肪酸(以下、MUFA)の1つであり、その含量が多いと、脂肪の融点が低く、口どけの良い風味豊かな牛肉になると言われており、ブランド牛の指標としている生産地も多い。²⁾³⁾⁴⁾ このため、和牛の新たな価値観として、MUFAの数値等を基に「脂肪の質」の評価が全国的に導入され始めており、「脂肪の質」の育種改良や給与飼料の検討など、飼養管理方法についても研究が行われている。¹⁾⁵⁾

「脂肪の質」の評価方法については、近赤外分光分析装置を用いたオレイン酸を含むMUFAの測定が行われ始めているが、県内産和牛肉の大規模な調査は実施されたことがなく、脂肪の

質については不明な点が多い。⁶⁾

そこで、県内で生産された肥育牛のオレイン酸及びMUFAの測定を行い、黒毛和種と褐毛和種高知系の差を調査するとともに、測定値を用いて褐毛和種高知系における脂肪酸育種価を算出することで、今後の育種改良に繋げる。

材料及び方法

1 筋間脂肪の採取及び脂肪酸測定用検量線の作成

平成31年度4月から令和元年7月までに県内で肥育、高知県広域食肉センター(以下、センター)に出荷された褐毛和種高知系58頭を対象に、第6-7肋間断面の筋間脂肪を採取、ガスクロマトグラフィー(以下、GC)による脂肪酸割合を測定、近赤外スペクトルの推定値と照合して、富士平工業㈱に脂肪酸測定用の検量線の作成を依頼した。

2 近赤外測定

県内で肥育され、平成31年4月から令和3年8月の期間に、センターに出荷された和牛1,691頭

* 西部家畜保健衛生所

(黒毛和種 779 頭、褐毛和種高知系 912 頭) を対象とした。近赤外測定装置として食肉脂質測定装置 (相馬光学 S-7040) を用いて、筋間脂肪を採取した同部位で吸光度の測定を 2 回行い、その平均値から近赤外測定値を求めた。

3 脂肪酸組成の育種価評価

褐毛和種高知系について、平成 31 年度から令和元年度 10 月の期間に、センターに出荷された肥育牛 147 頭の近赤外測定値を用いて、(公社) 全国和牛登録協会に、脂肪酸組成の育種価評価の算出を依頼した。

結果

1 筋間脂肪の採取及び脂肪酸測定用検量線の作成について

脂肪酸測定用に作成した検量線と GC によるオレイン酸含有割合との相関係数は 0.803 であった。また、飽和脂肪酸割合との相関係数は 0.861、一価不飽和脂肪酸割合との相関係数は 0.835 であった。

2 近赤外測定結果

品種別のオレイン酸割合の平均値を比較した結果、褐毛和種高知系で 51.2% (去勢 50.6%、雌 52.0)、黒毛和種で 52.6% (去勢 52.0%、雌 53.6%) であり、オレイン酸については黒毛和種の方が褐毛和種高知系より高い結果となった (図 1)。

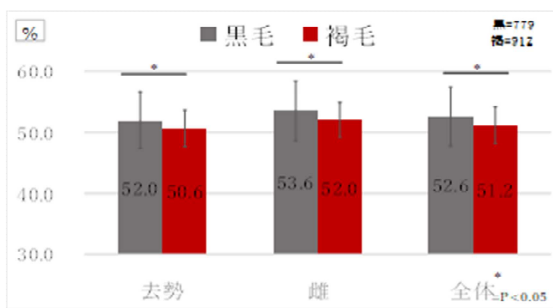


図1 褐毛和種高知系と黒毛和種のオレイン酸割合

3 脂肪酸組成の育種価評価

褐毛和種高知系の遺伝率については、オレイン酸 0.526、飽和脂肪酸 0.497、一価不飽和脂肪酸 0.486 であった。この数値は、枝肉 6 形質の遺伝率と同程度であり、育種改良に利用できることが考えられた (表 1)。また育種価間の相関

においては、オレイン酸・MUFA に対し、歩留・BMS との弱い負の相関が確認できた (図 2)。

| | ロース芯 | バラ厚 | 皮下脂肪 | 歩留 | BMS | オレイン酸 | SFA | MUFA |
|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 枝肉重量 | 0.51 | 0.64 | 0.39 | 0.09 | 0.21 | 0.05 | -0.03 | 0.04 |
| ロース芯 | | 0.57 | -0.02 | 0.76 | 0.39 | -0.15 | 0.17 | -0.17 |
| バラ厚 | | | 0.13 | 0.54 | 0.52 | -0.17 | 0.20 | 0.20 |
| 皮下脂肪 | | | | -0.57 | -0.13 | 0.12 | -0.11 | 0.11 |
| 歩留 | | | | | 0.49 | -0.24 | 0.26 | -0.26 |
| BMS | | | | | | -0.23 | 0.26 | -0.26 |
| オレイン酸 | | | | | | | -0.99 | 0.99 |
| SFA | | | | | | | | -1.00 |
| MUFA | | | | | | | | |

図2 育種価間の相関 全国和牛登録協会参照

考察

土佐和牛枝肉のオレイン酸割合並びに MUFA について測定した結果、オレイン酸については、黒毛和種の方が褐毛和種に比べて高い数値を示した。次に MUFA については、品種間の雌では差が確認できなかったものの、全体で比較すると黒毛和種の方が高い結果となった。今回の調査で、「脂肪の質」の育種改良について、遺伝率の数値が枝肉 6 形質の遺伝率、並びに黒毛和種の「脂肪の質」の遺伝率と同等の数値であり、この育種価を用いて褐毛和種高知系の「脂肪の質」の改良は可能であることが示唆された。一方で、育種価間の相関においては、オレイン酸・MUFA に対し、歩留・BMS との弱い負の相関が確認できたため、脂肪酸の育種改良のみに着目して改良を行うと、歩留と BMS に影響が出る可能性が示唆された。また、黒毛和種においては、飼育環境や飼料内容がオレイン酸及び MUFA に関係しているという報告もあることから、今後、褐毛和種高知系の脂肪酸についても飼養管理が与える影響について調査する。⁵⁾ 土佐和牛の脂肪酸組成については、おおよその数値が判明したことから、オレイン酸及び MUFA の測定値を基に「土佐和牛」の脂肪酸に関する指標を設定することが可能と考えられた。

表 1 脂肪酸組成育種価分析による遺伝的パラメーター

| | オレイン酸 | 飽和脂肪酸 | 一価不飽和脂肪酸 |
|------|-------|-------|----------|
| 遺伝分散 | 4.07 | 6.20 | 5.99 |
| 残差分散 | 3.67 | 6.28 | 6.33 |
| 遺伝率 | 0.526 | 0.497 | 0.486 |

参考文献

- 1) 横田祥子, 杉田春菜, 大友良彦, 須田義人, 鈴木啓一, 黒毛和種牛肉における脂肪酸組成と枝肉形質および肉質形質との遺伝的関係. 東北畜産学会報 60 (3) : 80~85 2011
- 2) 井上慶一, 庄司則章, 小林正人. 黒毛和種肥育牛の脂肪融点, 脂肪酸組成および格付形質間の遺伝的関係. 日本畜産学会報, 79(1) : 1-8. 2008.
- 3) 小林正人, 庄司則章, 黒毛和種牛肉の脂肪の質. 東北畜産学会報 60 (3) : 65~73. 2011
- 4) 長野県. 信州プレミアム牛肉認定要領
- 5) 浅田勉, 角田成幸. 米ぬか給与が黒毛和種去勢牛の産肉性および枝肉脂肪の脂肪酸組成に及ぼす影響 (第 2 報). 群馬畜試研報 17, 19-35.. 2010
- 6) 濱田和希, 高岡和広. 土佐あかうしにおける「おいしさ」の特徴及び要因解析 2020

土佐はちきん地鶏の未利用資源を活用した生産技術

尾野由佳 藤原理央 山田博之* 恒石望太郎 池上和己

Research for Production skill using unused resources of TOSA HACHIKIN JIDORI

Yuka Ono, Rio Fujihara, Hiroyuki Yamada*, Boutarou Tsuneishi
and Kazumi Ikegami

要 約

高知県の特産鶏である土佐はちきん地鶏の付加価値向上及び飼育コストを削減するため、魚粉及び蒸留水資材、飼料用米の利用について検討を行った。魚粉の添加割合は生産性やコスト・肉質を考慮すると3%が妥当であった。蒸留水資材の利用については、大きな差が確認できなかった。また、飼料用米の利用について検討したところ、くず米の利用が生産性・コスト・肉質のバランスが取れていた。一方、粳米については肉質に優れ、飼料として有効だと考えられたが、安価に入手可能なルートの確保が課題として残った。

はじめに

土佐はちきん地鶏は、土佐九斤（雄）と大型シャモ（雌）の交雑種であるクキンシャモ（雄）と、白色プリマスロック（雌）の三元交雑種である。高知県では、在来種38品種のうち、8品種が原産とされている地鶏大国である。土佐はちきん地鶏は、高知県原産の日本鶏をベースとした、産業規模で飼育可能な高品質肉用鶏の作出を目的として平成18年度に開発された。

育成率が高く、穏やかな性格で飼いやすい鶏であり、飼育期間75～90日で体重が約3kgになるという特徴がある。肉質は脂肪分が少なく、旨味成分であるグルタミン酸やイノシン酸、甘味成分であるアラニンなどがブロイラーに比べて多い¹⁾。

土佐はちきん地鶏は平成28年度には、年間約70,000羽が肉用鶏として生産されており、県内外に流通している。今後の生産拡大、増産に向けて、流通を強化する必要がある、他の肉用鶏との差別化が求められている。また、近年の飼料の高騰を踏まえ、生産コストの削減についても検討する必要がある。

高知県では、ユズやショウガ、ヒノキが生産され

ており、これらの資源を用いて精油を生産している。精油は蒸留により生産され、精油生産の際には、ユズなどの資材を窯で煮出し、蒸気を精油と蒸留水にわけることにより、精油を抽出している。精油抽出時に産出された蒸留水（以下蒸留水とする）は、現状では利用されず、1日に約1.8t廃棄されている。

また、飼料価格の高騰に伴い、大部分を輸入に依存しているトウモロコシの代替飼料として、飼料用米の利用が推進されている。飼料用米は配合飼料に比べ安価であり、玄米・粳米ともに鶏の飼料として有用であると考えられている。肉用鶏の飼料として、飼料用米をトウモロコシに置き換えた場合、玄米においては全量、粳米においては半量代替しても差し支えないとの報告もある²⁻³⁾。

そこで、これらの未利用資源を飼料として活用することで、土佐はちきん地鶏の付加価値向上や生産コストの削減を目指す。蒸留水の活用にあたってはメチオニンを多く含む魚粉を同時に給与し、生産性及び肉質の向上を目指す。また、飼料用米の給与による生産性及び肉質への影響について調査し、低コスト生産と肉質の向上を目指す。

*高知県立農業大学校

材料と方法

1 魚粉の添加割合の検討

供試鶏として、土佐はちきん地鶏を各区 50 羽用いて試験を行った。試験区分は表 1 のとおりとした。土佐はちきん地鶏飼育マニュアルに従い、飼育密度は 8 羽/m²とした。1～21 日齢までは肥育前期飼料（CP 22%以上、ME 3,100kcal 以上、魚粉を含まない）を給与した。22～83 日齢は肥育後期飼料（CP 18%、ME 3,250kcal 以上、魚粉 2～3%含有）に、魚粉を 3%、5%、8%の割合で置き換えて給与した。生産性調査として、育成率、体重、飼料要求率（以下 FCR）、プロダクションスコア（以下 PS）、解体調査を行った。また、肉質は遊離アミノ酸総量、脂肪酸組成、分析型官能評価で評価した。サンプルは食鳥処理後、4℃で一晩保管し、その後は-80℃で保管した。供試部位はムネ肉とした。肉質調査、分析型官能評価についてはビューローベリタスエフイーエーシー株式会社に依頼し、遊離アミノ酸は 24 種類を HPLC 法で、脂肪酸組成はガスクロマトグラフ法で分析した。また、分析型官能評価についてはうまみ、あまみ、風味について、慣行区を基準として 5 段階評価を行った。

表 1 魚粉の添加割合の検討における試験区分

| 試験区分 | 肥育前期 | 肥育後期 |
|--------|------|-----------|
| 慣行区 | 通常飼料 | 通常飼料 |
| 魚粉 3%区 | 通常飼料 | 魚粉 3%添加飼料 |
| 魚粉 5%区 | 通常飼料 | 魚粉 5%添加飼料 |
| 魚粉 8%区 | 通常飼料 | 魚粉 8%添加飼料 |

2 蒸留水給与の生産性及び肉質への影響

1) 蒸留水資材の香り成分の調査

今回の試験においては、ユズ、ショウガ、ヒノキの蒸留水を供試資材として用いた。まず、それぞれの蒸留水に含まれる香り成分について、日本食品分析センターに分析を依頼した。ユズについてはリモネンを、ショウガについては、シトラール、1,8-シネオールを、ヒノキについては、 α -ピネンについて調査した。それぞれについてガスクロマトグラフィ質量分析法にて分析を行った。

2) 蒸留水資材を給与した場合の土佐はちきん地鶏への影響

魚粉に蒸留水資材を給与した場合の生産性及び肉質への影響について調査した。試験区分を表 2 のとおりとした。蒸留水資材はユズ、ショウガ、ヒノキを用いた。肥育前期の飼料は通常飼料（肥育前期用飼料）を給与した。

表 2 蒸留水給与試験 試験区分

| | 肥育前期 | | 肥育後期 | |
|-------------------|-------------|---------------|-------------|--|
| | 飲料水 | 飼料 | 飲料水 | |
| 慣行区 | 水道水 | 通常飼料 | 水道水 | |
| 魚粉 3%区 | 水道水 | 魚粉 3% 添加飼料 | 水道水 | |
| 魚粉 5%区 | 水道水 | 魚粉 5% 添加飼料 | 水道水 | |
| 魚粉 3%ユズ 21区 | ユズ蒸留水 | 魚粉 3% 添加飼料 | 水道水 | |
| 魚粉 5%ユズ 21区 | ユズ蒸留水 | 魚粉 5% 添加飼料 | 水道水 | |
| 魚粉 5%ユズ 83区 | ユズ蒸留水 | 魚粉 5% 添加飼料 | ユズ蒸留水 | |
| 魚粉 5%ヒノキ 21区 | ヒノキ 蒸留水 | 魚粉 5% 添加飼料 | 水道水 | |
| 魚粉 5%ヒノキ 83区 | ヒノキ 蒸留水 | 魚粉 5% 添加飼料 | ヒノキ 蒸留水 | |
| 魚粉 5%ショウ ガ 21区 | ショウガ 蒸留水 | 魚粉 5% 添加飼料 | 水道水 | |
| 魚粉 5%ショウ ガ 83区 | ショウガ 蒸留水 | 魚粉 5% 添加飼料 | ショウガ 蒸留水 | |

※肥育前期には肥育前期用飼料を給与

※肥育後期飼料（通常飼料）は魚粉 2～3%含有

調査項目は蒸留水資材の飲水量と、生産性調査として、育成率、体重、FCR、PS、解体調査を行った。また、肉質調査として遊離アミノ酸総量、脂肪酸組成、分析型官能評価を実施した。

3 飼料用米（くず米及び粳米）の給与における土佐はちきん地鶏への影響

1) くず米の置き換え割合の検討

供試資材としてくず米を用い、試験区分は表 3 のと

おりとした。肥育期間は83日間とし、調査項目は、生産性については育成率、体重、FCR、PS、解体調査、生産コストとした。また、肉質調査については色調、遊離アミノ酸総量、脂肪酸組成、食感について調査した。

表3 くず米の置き換え割合の検討

| 試験区分 | 肥育前期 | 肥育後期 |
|---------|------|--------------|
| 慣行区 | 通常飼料 | 通常飼料 |
| くず米10%区 | 通常飼料 | くず米10%置き換え飼料 |
| くず米20%区 | 通常飼料 | くず米20%置き換え飼料 |

2) 粳米の利用についての検討

くず米に加え、粳米を利用した場合の土佐はちきん地鶏の生産性及び肉質について調査した。試験区分は表4のとおりとした。調査項目は、1)と同様とした。

表4 粳米の利用についての検討

| 試験区分 | 肥育前期 | 肥育後期 |
|---------|------|--------------|
| 慣行区 | 通常飼料 | 通常飼料 |
| くず米20%区 | 通常飼料 | くず米20%置き換え飼料 |
| 粳米20%区 | 通常飼料 | 粳米20%置き換え飼料 |

結果

1 魚粉の添加割合の検討

1) 生産性調査

育成率について図1に示す。魚粉の添加割合を変えても、育成率に差は認められなかった。

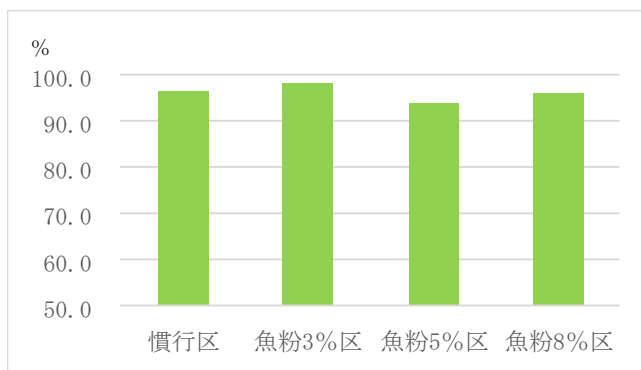


図1 魚粉の添加割合による育成率への影響

魚粉の添加による生産性調査の結果を表5に示す。出荷時体重は魚粉3%区、魚粉5%区で有意に慣行区よりも大きい結果となった。またFCRは魚粉の添加割合を増やすほどに改善され、魚粉8%区がもっとも優れた。肉用鶏の生産性の指標とされるPSについては魚粉3%区、8%区で高かった。

表5 魚粉の給与割合による生産性への影響

| | 平均体重 | ♂ | ♀ | FCR | PS |
|------|-------------|-------------|-------------|------|---------|
| 慣行区 | 3.26±0.61 a | 3.79±0.40 a | 2.79±0.30 a | 2.57 | 147.697 |
| 魚粉3% | 3.41±0.68 b | 4.01±0.43 b | 2.86±0.29 c | 2.58 | 157.218 |
| 魚粉5% | 3.10±0.57 c | 3.67±0.34 | 2.69±0.27 c | 2.41 | 145.653 |
| 魚粉8% | 3.10±0.59 | 3.75±0.37 | 2.71±0.23 | 2.27 | 157.739 |

*縦列異符号間に有意差あり

ab:p<0.01 ac:p<0.05

また、各区の飼育に係る飼料費を算出した結果を図2に示した。

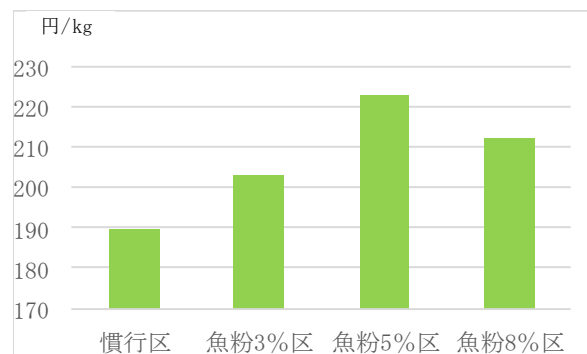


図2 魚粉添加割合による飼料費への影響

飼料費は、土佐はちきん地鶏が生体重1kgあたりにつき、規定の金額で取引されることから、生体重1kgあたりの飼料費として算出した。魚粉の添加割合が高くなることにより飼料費は高くなるため、魚粉3%区がもっともコストが抑えられたが、魚粉8%区については飼料要求率が低下したことから、魚粉5%区よりコストが抑えられる傾向がみられた(図2)。

解体調査における正肉歩留まりを調査した結果、雄については、正肉歩留まりは変化がなかった。雌については、やや増加する傾向を示したが、有意差は確認できなかった(図3)。

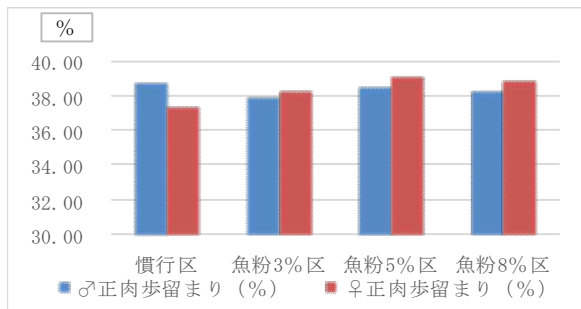


図3 魚粉の添加割合における歩留まりへの影響

2) 肉質調査結果

遊離アミノ酸量、脂肪酸組成については、慣行区を1とした比率（対慣行区比）で示した（図4、図5）。うまみ呈味アミノ酸は魚粉3%区、5%区で、慣行区よりも高い傾向を示し、特定機能性アミノ酸量は魚粉の添加割合が増えるに従い、増加した。また、特定機能性アミノ酸（カルノシン、アンセリン）については、魚粉3%区及び5%区において、慣行区よりも有意に増加した（図4）。

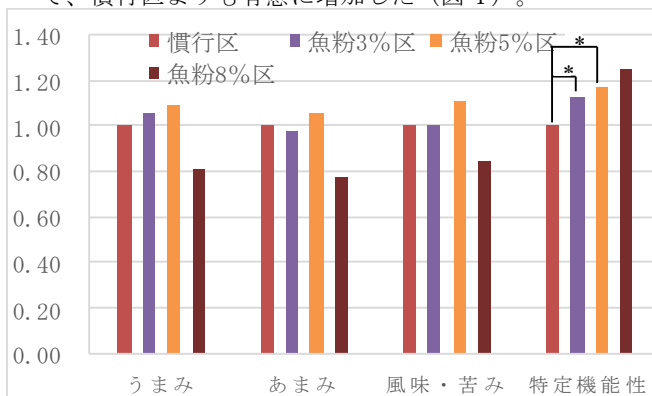


図4 魚粉の添加割合による遊離アミノ酸量の変化 (対慣行区比) * : p<0.05

脂肪酸組成を調査した結果、n-3系多価不飽和脂肪酸（以下、 ω 3脂肪酸）の割合について、魚粉3%区、5%区で、慣行区に比べ有意に増加した（図5）。

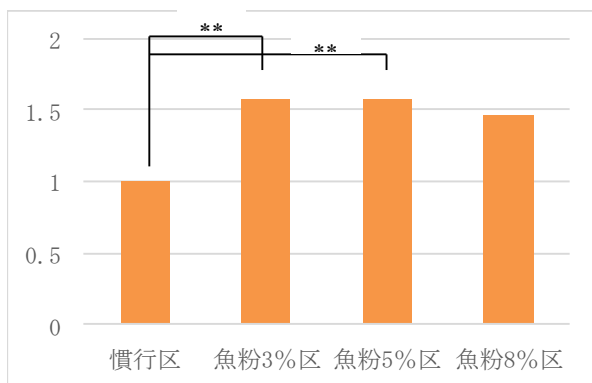


図5 魚粉の添加割合における ω 3脂肪酸の変化 (対慣行区比) ** : p<0.01

さらに、ムネ肉について分析型官能評価を実施した結果、慣行区に比べ、魚粉5%区はうまみが、魚粉8%区はあまみと風味が有意に弱かった（表6）。

表6 魚粉の添加割合によるムネ肉の食味への影響

| | うまみ | あまみ | 風味 |
|-------|-------|-------|-------|
| 慣行区 | 3.0 a | 3.0 a | 3.0 a |
| 魚粉3%区 | 2.9 | 2.8 | 2.8 |
| 魚粉5%区 | 2.5 b | 3.2 | 2.8 |
| 魚粉8%区 | 3.2 | 2.8 b | 2.6 b |

縦列異符号間に有意差あり (ab:p<0.05)

2 蒸留水給与の生産性及び肉質への影響

1) 蒸留水資材の香り成分の調査

ユズの蒸留水からはリモネンが0.79mg/100g、ショウガの蒸留水からはシトラールが25ppm、1,8-シネオールが10ppm、ヒノキの蒸留水からは α -ピネンが0.31mg/100gが検出された。

2) 蒸留水資材を給与した場合の土佐はちきん地鶏への影響

(1) 蒸留水資材の飲水量

各週齢における飲水量の推移は、慣行区（水道水）に比べ、肥育前期はユズの嗜好性が優れたが、肥育後期には、ヒノキが嗜好性に優れ、ユズ、ショウガについてはやや嗜好性が劣る結果となった（図6）。

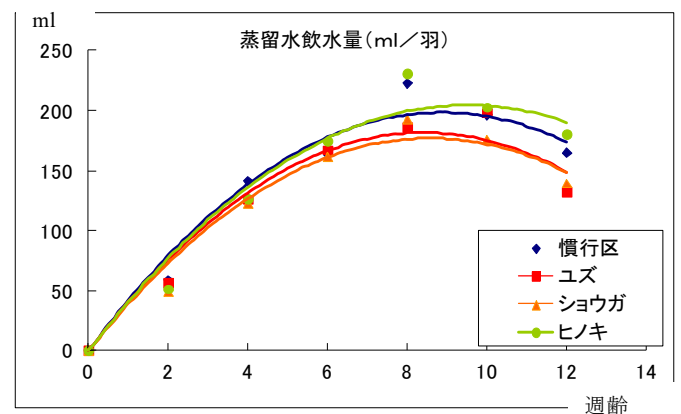


図6 蒸留水資材の飲水量 (ml/羽・日)

(2) 蒸留水資材給与の生産性調査

蒸留水資材を給与した場合の育成率は、ショウガ及びヒノキについて低い傾向が見られた。ユズについては慣行区と同等だった(図7)。

生産性調査の結果、蒸留水の給与の有無にかかわらず、魚粉5%添加した試験区において、慣行区に比べ体重が小さかった。また、蒸留水の給与による体重への影響は、雌において、ショウガを給与した場合の体重は、給与期間にかかわらず、魚粉5%区と比べ、有意に体重が小さかった。

一方、魚粉3%区、魚粉3%ユズ21区においては、慣行区に比べ、有意に体重が大きくなった。

FCRについては、魚粉5%添加した試験区において低い傾向が見られたが、有意差は確認できなかった。また、FCRはユズ、ショウガの蒸留水資材を給与した場合、給与期間が長くなるほど高くなった。

PSについては魚粉3%区、魚粉5%ユズ21区、魚粉5%ヒノキ83区で高い傾向を示した。一方、ショウガを給与した試験区ではPSが低い傾向を示した(表7)。

飼料費については、魚粉3%区がもっとも安くなり、魚粉3%ユズ21区がもっとも高くなった。また、魚粉5%ヒノキ21区も慣行区より安くなる傾向が見られた。さらに、ユズ、ショウガの蒸留水資材の給与期間が長くなるほど、飼料費も高くなる傾向を示した(図8)。

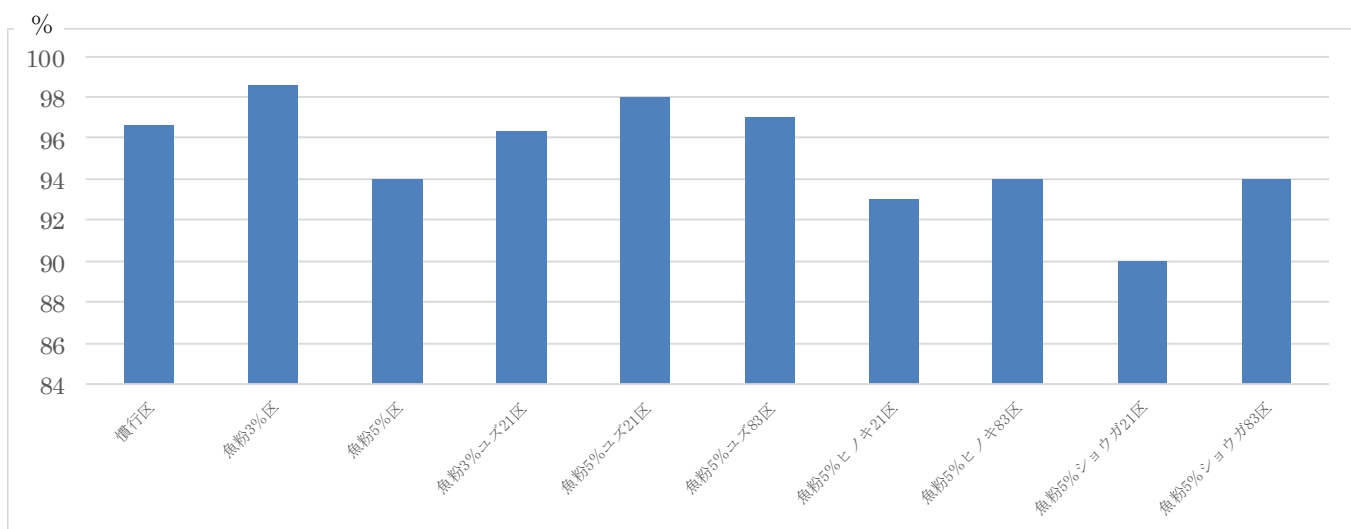


図7 蒸留水資材の給与による育成率への影響

表7 蒸留水資材の給与による生産性への影響

| | 平均体重 | ♂体重 | ♀体重 | FCR | PS |
|-------------|-------------|-------------|--------------|------|---------|
| 慣行区 | 3.26±0.61 a | 3.79±0.40 a | 2.79±0.30 a | 2.55 | 149.078 |
| 魚粉3%区 | 3.41±0.68 b | 4.01±0.43 b | 2.86±0.29 c | 2.58 | 157.218 |
| 魚粉5%区 | 3.10±0.57 c | 3.67±0.34 d | 2.69±0.27 cd | 2.41 | 145.653 |
| 魚粉3%ユズ21区 | 3.40±0.66 b | 3.98±0.39 b | 2.86±0.32 | 2.63 | 149.684 |
| 魚粉5%ユズ21区 | 3.21±0.62 | 3.78±0.31 e | 2.65±0.21 b | 2.39 | 160.491 |
| 魚粉5%ユズ83区 | 3.13±0.58 | 3.69±0.36 | 2.69±0.25 c | 2.42 | 156.381 |
| 魚粉5%ヒノキ21区 | 3.15±0.63 | 3.72±0.38 | 2.65±0.29 b | 2.47 | 146.971 |
| 魚粉5%ヒノキ83区 | 3.16±0.62 | 3.75±0.40 | 2.71±0.27 | 2.34 | 158.459 |
| 魚粉5%ショウガ21区 | 3.02±0.61 c | 3.60±0.22 c | 2.47±0.21 be | 2.41 | 142.433 |
| 魚粉5%ショウガ83区 | 2.97±0.56 b | 3.53±0.33 b | 2.55±0.25 bf | 2.44 | 141.274 |

*縦列異符号間に有意差あり

ab:p<0.01 ac:p<0.05 de:p<0.01 df:p<0.05

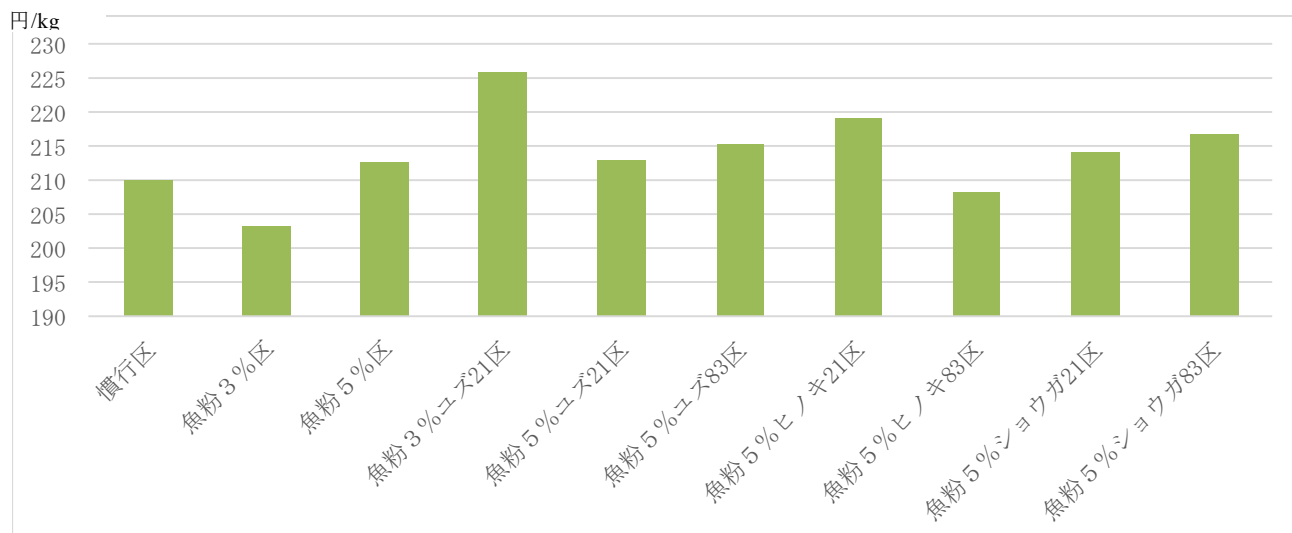


図8 蒸留水資材の給与による飼料費への影響

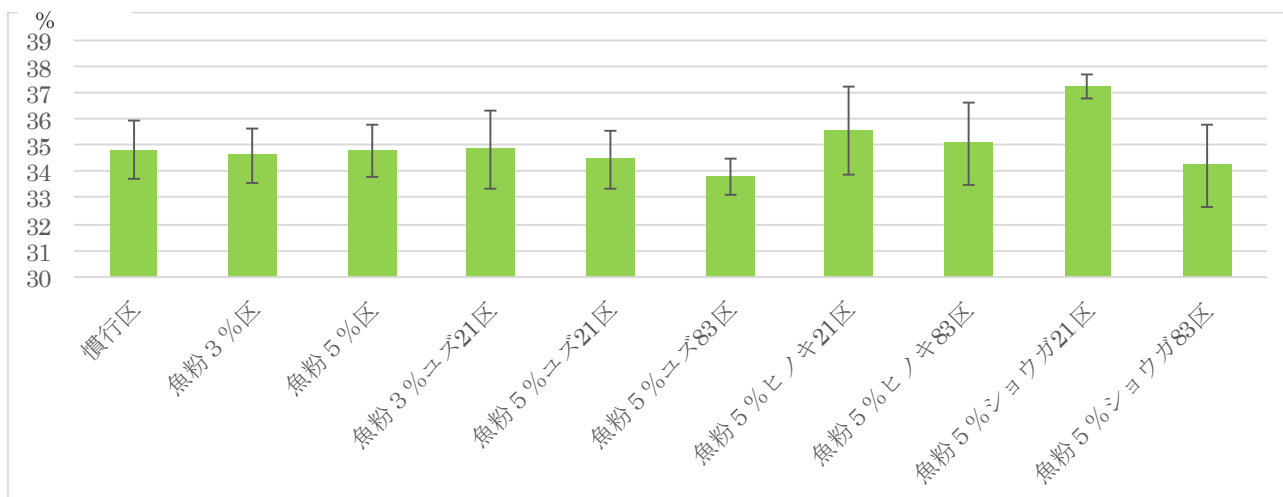


図9 蒸留水資材の給与による正肉歩留の変化

解体調査の結果、正肉歩留まりは、ショウガを肥育前期に飲ませた試験区でやや高い傾向が見られたが、その他については大きな差はみられなかった(図9)。

(3) 蒸留水資材給与の肉質調査

遊離アミノ酸総量については、魚粉給与により特定機能性アミノ酸量(カルノシン、アンセリン)が増加した。蒸留水資材の給与による影響を調査したところ、ユズは旨味呈味アミノ酸、甘味呈味アミノ酸、遊離アミノ酸総量が多い傾向を示した。ショウガは旨味呈味アミノ酸、風味呈味アミノ酸が多く、遊離アミノ酸総量も多い傾向を示す一方、特定機能性アミノ酸量が少なかった。

さらに、ヒノキについては全体的にアミノ酸量が

変わらず、他の蒸留水資材に比べ、少ない傾向を示した(図10)。

脂肪酸のうち、 ω 3脂肪酸の割合を調査したところ、ムネ肉では魚粉3%ユズ21区において、もっとも高い値を示し、次いで、ショウガ給与区で高い結果を示した。いずれの試験区においても、慣行区に比べ、 ω 3脂肪酸の割合は多い傾向にあった。特に魚粉3%区、5%区、魚粉3%ユズ21区では ω 3脂肪酸は有意に増加した(図11)。また、ムネ肉で有意差のあった魚粉3%区、魚粉3%ユズ21区のモモ肉の脂肪酸組成について調査した結果、両区とも慣行区より、 ω 3脂肪酸の割合が有意に高く、魚粉3%区よりも魚粉3%ユズ21区の ω 3脂肪酸の割合が高かった(図12)。

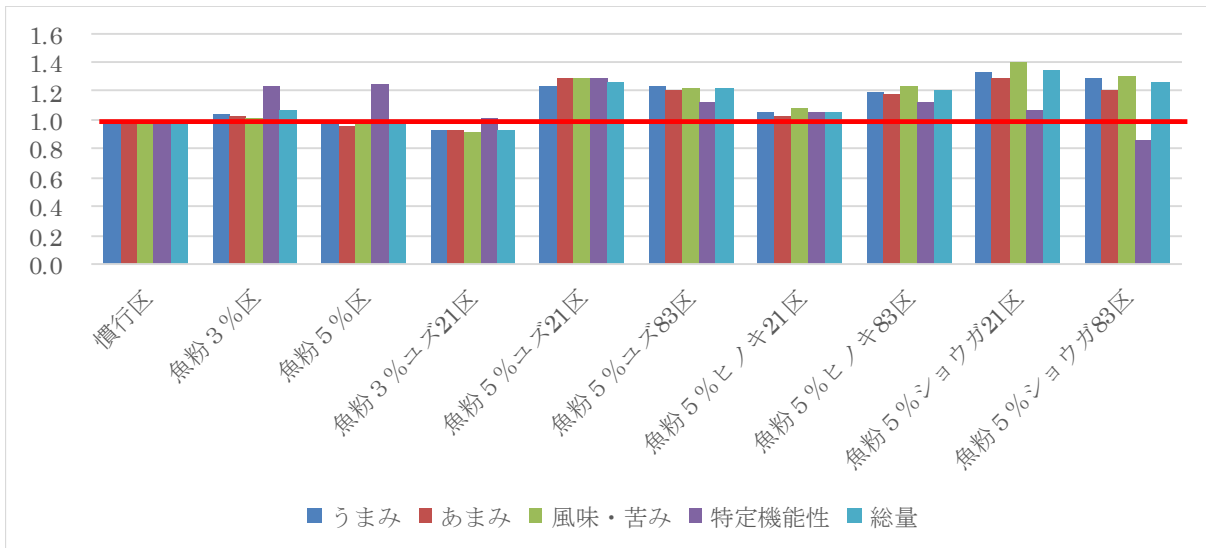


図 10 蒸留水資材給与による遊離アミノ酸の変化

* 供試部位：ムネ（対慣行区比）

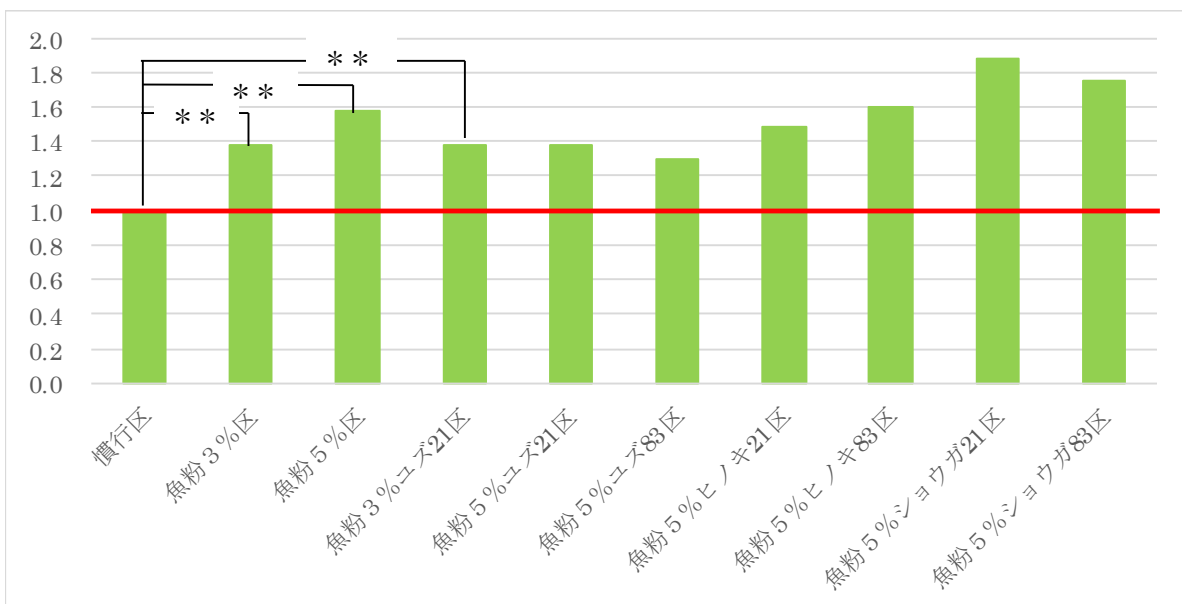


図 11 蒸留水資材給与による ω 3脂肪酸の変化

* 供試部位：ムネ（対慣行区比）

** : $p < 0.01$

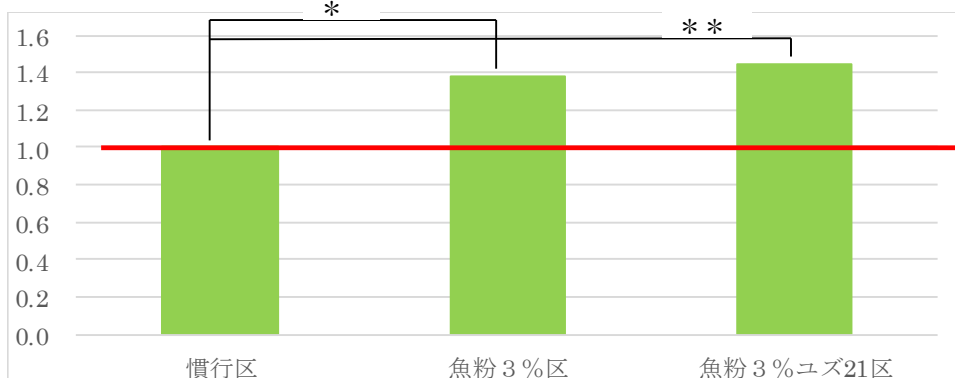


図 12 蒸留水資材給与による ω 3脂肪酸の変化

* 供試部位：モモ（対慣行区比）

* : $p < 0.05$, ** : $p < 0.01$

表 8 蒸留水資材給与による食味の影響

* 供試部位：ムネ

| | 慣行区 | 魚粉 3% 区 | | 魚粉 3% | 魚粉 5% | 魚粉 5% | 魚粉 5% | 魚粉 5% | 魚粉 5% | 魚粉 5% |
|-----|-------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|-----------|-----------|
| | | 魚粉 3% 区 | 魚粉 5% 区 | ユズ 21 区 | ユズ 21 区 | ユズ 83 区 | ヒノキ 21 区 | ヒノキ 83 区 | ショウガ 21 区 | ショウガ 83 区 |
| うまみ | 3.0 a | 2.9 | 2.5 c | 3.1 | 2.7 | 3.3 | 2.9 | 2.7 | 2.6 c | 2.8 c |
| あまみ | 3.0 a | 2.8 | 3.2 | 2.9 | 2.7 | 2.8 | 2.9 | 2.7 | 2.8 | 2.4 b |
| 風味 | 3.0 a | 2.8 | 2.8 | 2.9 | 2.6 b | 2.8 | 2.7 | 3.0 | 3.0 | 2.8 |

表 9 蒸留水資材給与による食味の影響

異符号間に有意差あり (ab:p<0.01 ac:p<0.05)

| | 慣行区 | 魚粉 3% 区 | 魚粉 3% ユズ 21 区 |
|-----|-----|---------|---------------|
| うまみ | 3.0 | 3.2 | 3.4 |
| あまみ | 3.0 | 3.2 | 3.1 |
| 風味 | 3.0 | 3.1 | 3.0 |

* 供試部位：モモ

ムネ肉を用いて、官能評価を実施した結果、魚粉 5% 区、魚粉 5% ショウガ 21 区、魚粉 5% ショウガ 83 区でうまみが、魚粉 5% ショウガ 83 区であまみが、魚粉 5% ユズ 21 区で風味が有意に弱かった (表 8)。また、モモ肉においては、魚粉 3% 区、魚粉 3% ユズ 21 区で、有意差は見られなかったものの、うまみとあまみが強い傾向を示した (表 9)。

表 10 給与資材の成分分析結果 (原物)

| | 水分 | 粗蛋白 | 粗脂肪 | 可溶性無 窒素物 | 粗線維 | 粗灰分 | TDN |
|-----|------|-----|-----|-------------|-----|-----|------|
| くず米 | 13.2 | 7.1 | 3.2 | 73.1 | 1.9 | 1.4 | 83.2 |
| 粳米 | 12.4 | 6.1 | 2.1 | 67.3 | 8.6 | 3.4 | 67.0 |

表 11 飼料用米を用いたときの生産性調査結果

| | 育成率 (%) | 平均体重 | ♂体重 | ♀体重 | 飼料要求率 | | PS | | 飼料費 (円/kg) | |
|-----------|---------|-----------|-----------|-----------|-------|------|--------|--------|------------|--------|
| | | | | | 春季 | 秋季 | 春季 | 秋季 | 春季 | 秋季 |
| 慣行区 | 97.0 | 3.36±0.60 | 3.91±0.36 | 2.86±0.24 | 2.51 | 3.17 | 156.21 | 123.91 | 230.00 | 301.20 |
| くず米 10% 区 | 96.0 | 3.35±0.65 | 3.95±0.41 | 2.85±0.22 | 2.48 | — | 156.15 | — | 214.00 | — |
| くず米 20% 区 | 97.0 | 3.36±0.70 | 4.00±0.41 | 2.78±0.29 | 2.56 | 3.44 | 152.24 | 114.15 | 199.80 | 273.20 |
| 粳米 20% 区 | 98.0 | 3.21±0.65 | 3.89±0.36 | 2.74±0.29 | — | 3.53 | — | 107.39 | — | 351.70 |

*飼料費：前期 128.15 円/kg 後期 89.76 円/kg、くず米 20 円/kg、粳米 133 円

された。一方で、粳米は入手できたものが高価だったため、飼料費が高くなった（表 11）。

解体調査の結果については、雌雄ともにくず米 20%区においてムネ肉重量が有意に小さく、粳米 20%区において筋胃重量が有意に増加した。また、くず米 20%区において腹腔内脂肪量が有意に増加した（表 12）。

表 12 飼料米給与による解体調査結果

| | ムネ(g) | モモ(g) | 正肉歩留 (%) | 筋胃重量 (g) | 腹腔内脂肪量(g) |
|------------|---------|-------|----------|----------|-----------|
| 慣行区 | 625.8 a | 809.3 | 38.1 | 48.7 a | 98.7 a |
| くず米 10%区 | 619.0 | 801.7 | 40.7 | 46.0 | 128.7 |
| ♂ くず米 20%区 | 569.3 b | 802.8 | 36.4 | 47.7 | 168.7 b |
| 粳米 20%区 | 602.3 | 784.7 | 40.0 | 67.3 c | 102.3 |
| 慣行区 | 427.3 a | 561.3 | 36.8 | 33.3 a | 152.7 |
| くず米 10%区 | 411.0 | 547.7 | 37.3 | 34.3 | 185.7 |
| ♀ くず米 20%区 | 407.5 b | 553.3 | 35.7 | 37.3 | 152.0 |
| 粳米 20%区 | 439.7 | 550.3 | 40.5 | 47.7 b | 118.0 |

*縦列異符号間に有意差あり

ab:p<0.05 ac:p<0.01

表 13 飼料用米を給与した場合の肉色の変化

| | ムネ | | | |
|----|-------|---------|---------|--------|
| | 慣行区 | くず米 10% | くず米 20% | 粳米 20% |
| L* | 48.61 | 50.54 | 49.18 | 47.43 |
| a* | -3.69 | -0.80 | -3.43 | -4.43 |
| b* | 4.14 | 7.88 | 4.87 | 3.52 |

| | モモ | | | |
|----|-------|---------|---------|--------|
| | 慣行区 | くず米 10% | くず米 20% | 粳米 20% |
| L* | 47.58 | 46.87 | 46.23 | 48.50 |
| a* | 4.65 | 5.33 | 5.47 | 3.75 |
| b* | 7.87 | 9.62 | 8.11 | 7.72 |

飼料用米を給与した場合の肉色の変化については、20%までの配合では、肉色の変化はみられなかった（表 13）。

3) 肉質調査結果

(1) 遊離アミノ酸量

各区の遊離アミノ酸量については、ムネ肉において、風味呈味アミノ酸の増加がみられ、遊離アミノ酸総量も多い傾向がみられた（図 13）。一方、モモ肉においては、粳米給与区で旨味呈味アミノ酸量、甘味呈味アミノ酸量、風味呈味アミノ酸量、特定機能性アミノ酸量、アミノ酸総量のすべてにおいて多い傾向を示した（図 14）。

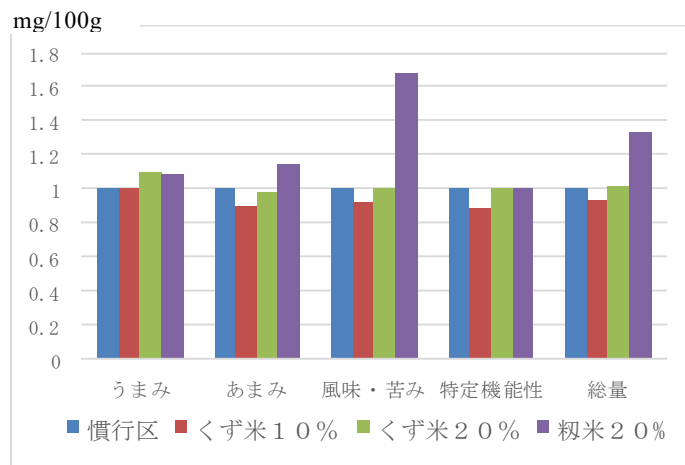


図 13 ムネ肉における遊離アミノ酸量

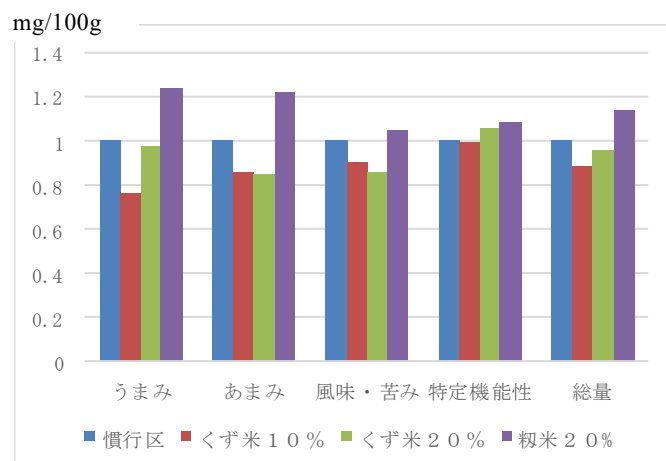


図 14 モモ肉における遊離アミノ酸量

(2) 脂肪酸組成

飼料用米の配合によるオレイン酸への影響については、くず米及び粳米の給与によって、ムネ肉においてオレイン酸が増加した（図 15）。一方、モモ肉においては、くず米給与区ではオレイン酸が減少

し、粳米給与区では増加した（図 16）。

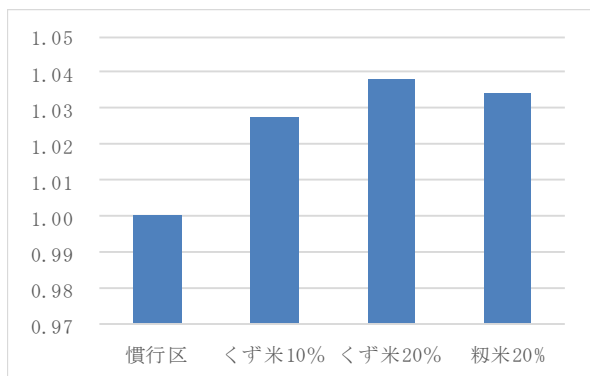


図 15 ムネ肉におけるオレイン酸の変化
(対慣行区比)

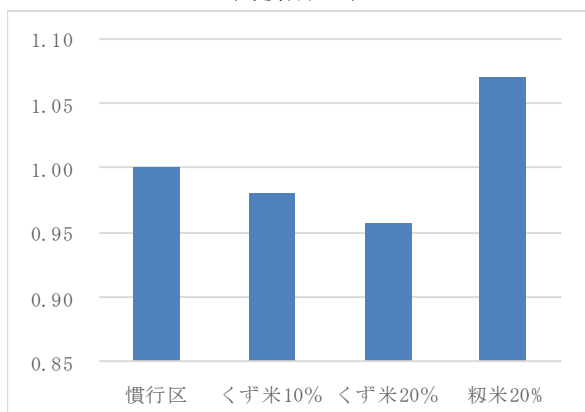


図 16 モモ肉におけるオレイン酸の変化
(対慣行区比)

(3) 官能評価結果

分析型官能評価を実施した結果、ムネ肉において粳米 20%区でうまみ及び風味が有意に強くなった。また、有意差はみとめられなかったものの、ぐず米の給与により、うまみが強くなる傾向がみられた（表 14）。一方、モモ肉では、ぐず米 10%給与区において、歯ごたえが有意に強くなり、粳米 20%区では有意に柔らかくなった（表 15）。

表 14 飼料用米給与によるムネ肉の官能評価結果

| | ムネ | | | |
|------|-------|---------|---------|--------|
| | 慣行区 | ぐず米 10% | ぐず米 20% | 粳米 20% |
| うまみ | 3.0 a | 3.2 | 3.4 | 3.8 b |
| あまみ | 3.0 | 2.8 | 3.0 | 2.6 |
| 風味 | 3.0 a | 2.6 | 2.8 | 4.0 b |
| 歯ごたえ | 3.0 | 2.0 | 2.8 | 2.8 |

*異符号間に有意差あり (ab:p<0.05)

表 15 飼料用米給与によるモモ肉の官能評価結果

| | モモ | | | |
|------|-------|---------|---------|--------|
| | 慣行区 | ぐず米 10% | ぐず米 20% | 粳米 20% |
| うまみ | 3.0 | 3.0 | 2.6 | 3.0 |
| あまみ | 3.0 | 3.0 | 2.6 | 3.6 |
| 風味 | 3.0 | 3.2 | 2.8 | 3.4 |
| 歯ごたえ | 3.0 a | 3.6 b | 3.4 | 1.8 c |

*異符号間に有意差あり

(ab:p<0.05 ac:p<0.01)

考察

魚粉の給与割合を検討したところ、増体は魚粉3%がもっとも優れ、飼料要求率は魚粉の添加割合を増やすに従い、改善された。ブロイラー飼育における魚粉の添加割合は2～5%が妥当であるとの報告もある⁵⁾。当試験場で給与している飼料には、もともと魚粉が2%含まれており、3%魚粉を添加することにより、増体が向上したことはこの報告と合致している。また、飼料費を算出した結果、魚粉の給与により、飼料費が増加したが、魚粉3%区がもっとも飼料費が抑えられた。

肉質調査の結果、魚粉の添加により、特定機能性アミノ酸であるイミダゾールジペプチド（カルノシン、アンセリン）が有意に増加した。鶏肉中には他の食肉に比べ、イミダゾールジペプチドが多く含まれると言われる。笠原らの研究⁶⁾では、β-アラニン及びヒスチジンを添加した試験区において、ムネ肉またはモモ肉中のカルノシンまたはアンセリンが増加したと報告されている。魚粉には粗蛋白質が高く、ヒスチジンも多く含まれている⁷⁾。カルノシンはβアラニンとヒスチジンのジペプチドであり、アンセリンはカルノシンのヒスチジン部分がメチル化されたものである。これらから、魚粉の添加により、ヒスチジンが増加した結果、カルノシンやアンセリンといったイミダゾールジペプチドが増加した可能性が示唆される。

また、脂肪酸組成について調査したところ、魚粉の添加により、ムネ肉及びモモ肉においてω3脂肪酸が有意に増加した。また、ω3脂肪酸の増加は魚粉の添加割合が増えるに従って増加する傾向がみられた。魚粉の飼料への添加による脂肪酸組成の変化についての報告は多く、飼料から供給される魚油あ

るいは魚粉の量及び給与持続期間とともに筋肉及び脂肪組織中の ω 3脂肪酸の蓄積量が増加することが示されている⁸⁾。この ω 3脂肪酸の増加は給与量と正の相関が認められたとの報告があり⁸⁾、本研究でも同様の結果が得られている。一方で、魚粉を多給する(14%以上)ことにより、鶏肉を調理した際に、魚臭さが生じることが報告されている⁸⁾。本研究における1羽あたりの魚粉添加量は、魚粉3%区が213g、5%区が342g、8%区が473gであり、8%区において魚粉摂取量が多くなっている。分析型官能評価を行った結果、魚粉8%を添加(飼料中の魚粉配合割合は10%)した試験区において、風味の有意な低下が認められたことから、土佐はちきん地鶏では魚粉が10%でも魚臭さが見られた可能性が示唆された。

以上から、土佐はちきん地鶏の生産においては、魚粉の添加割合は3%が適していると考ええる。

次いで、未利用資源である精油抽出時に得られる各蒸留水資材(ユズ、ショウガ、ヒノキ)の利用について検討した。各蒸留水資材の嗜好性について、調査したが、肥育前期はユズがもっとも嗜好性に優れたが、肥育後期にはヒノキが嗜好性に優れた。ショウガについては嗜好性が劣り、飲水量が減った影響から育成率も低く、増体が有意に劣る結果となった。

蒸留水資材を給与した場合のムネ肉のアミノ酸はユズは、肥育前期のみ、及び肥育全期間の両方で多い傾向を示し、ヒノキは出荷全期間の給与で多かったが、肥育前期のみの給与では慣行区と変わらなかった。 ω 3脂肪酸は魚粉3%ユズ21区で有意に増加したが、その他の試験区では有意差は認められなかった。官能評価の結果、有意差は認められなかったものの、ムネ肉・モモ肉ともに、ユズの給与区においてうまみが強い傾向を示した。以上の結果から、蒸留水資材を給与するのであれば、ユズが適していると思われるが、実際に給与するためには輸送コストが加わってくることを考慮すると、蒸留水資材の給与の効果が弱いと考える。

最後に、飼料用米の給与についても検討した。給与資材の成分分析を行った結果、くず米は粗蛋白、粗脂肪が多く、粳米は粗繊維が多かった。飼料米を給与した場合の発育はくず米については慣行区と同

様であったが、有意差は見られなかったものの、粳米についてはやや劣る結果となった。粳米は粗繊維が多く、くず米に比べ消化しにくいいため、発育がやや悪くなった可能性が考えられる。赤木ら³⁾は、粳米をトウモロコシと半量代替しても発育に影響がないことを報告している。ただし、飼料の成分調整のために油脂を添加して給与している。このことから、油脂の調整を行えば、粳米でも慣行区と同等の発育が見込まれる可能性も考えられる。

また、飼料費については、くず米20%置き換えにより、平均約11%削減された。粳米については、入手できるものが高価であったため、飼料費の増加が認められた。粳米については、今後、安価に入手できるルートを確保することが課題であると考えられる。

さらに、飼料用米の給与による産肉性への影響についても調査した。ムネ・モモの正肉歩留まりは各区で差はみとめられなかったが、雌雄ともに粳米給与区において、筋胃重量が有意に増加した。佐伯ら⁹⁾は天草大王を用いた研究において、粳米の添加が増えるに従い、筋胃重量が増加したことを報告している。また、松井ら¹⁰⁾は粳米の物理的性質から筋胃での破碎動作が多くなり、筋胃重量が増加すると報告しており、池谷ら¹¹⁾も粳米を30%以上添加した区の雄で同様の結果が得られたと報告している。本研究でもこのような理由から、筋胃が発達し、筋胃重量の増加につながった可能性が考えられる。また、くず米を20%置き換えた試験区において雄の腹腔内脂肪量が有意に増加した。村上ら¹²⁾は腹腔内脂肪量は、摂取代謝エネルギー/摂取蛋白質の比と相関することを報告している。このことから、くず米による飼料の置き換えにより、相対的に蛋白質含有量が少なくなった結果、腹腔内脂肪量が増加したと示唆される。

さらに、飼料米を60%配合した飼料を給与することにより、肉の黄色み(b*)が減少することが報告されている¹³⁾。今回の試験では飼料用米の給与割合が20%と低かったこともあり、色調の変化は認められなかった。

肉質について調査したところ、脂肪酸のうちムネ肉においてオレイン酸が増加傾向を示した。トウモロコシに比べ、飼料用米はリノール酸が少なく、オレイン酸を多く含むといわれている。池谷ら¹¹⁾は、さつま地鶏においてムネ肉中のオレイン酸が増加傾

向を示し、リノール酸が減少することを報告している。一方で、モモ肉の皮下脂肪において玄米、粳米ともにオレイン酸が慣行区に比べ有意に増加したとの報告もある¹⁴⁾。本研究では、くず米においてはモモ肉筋肉中のオレイン酸は減少していたが、皮下脂肪にオレイン酸が多く含まれた可能性もあり、検証が必要だと考える。

官能評価の結果、ムネ肉において粳米給与区で、うまみ、風味が有意に強くなった。これはうまみ呈味アミノ酸、風味呈味アミノ酸やオレイン酸の増加に起因すると考えられる。一方、モモ肉では主に歯ごたえに差が認められた。森田ら¹⁵⁾は、玄米、粳米ともに給与割合が多くなるほど、柔らかくなる傾向がみられると報告している。今回の試験ではくず米10%給与区では慣行区に比べ有意に歯ごたえが強かったが、20%給与した場合には10%に比べ柔らかくなっており、粳米を給与した場合には、有意差も確認されている。

以上の結果から、機能性成分が増加するなど、付加価値の向上が可能な魚粉3%添加もしくは、飼料用米のうち入手しやすく、コスト削減も可能である飼料用米（くず米）の利用が、土佐はちきん地鶏の生産に利用可能であると考ええる。

謝辞

本研究に際して、蒸留水資材の提供をいただいた株式会社エコロジー四万十の皆様に深謝いたします。

参考文献

- 1) 土佐はちきん地鶏飼育マニュアル
- 2) 赤木友香・脇雅之・村野多可子 (2011) 丸粒飼料用米によるブロイラー給与技術の検討 日本畜産学会大会講演要旨 114th P85
- 3) 赤木友香・脇雅之・村野多可子 (2012) 丸粒飼料給与がブロイラーの発育に及ぼす影響 日本畜産学会大会講演要旨 115th P193
- 4) 赤木友香・脇雅之・溝井つかさ・村野多可子 (2013) 粉碎粳によるトウモロコシの全量代替がブロイラ

- 一の発育に及ぼす影響 日本畜産学会大会講演要旨 116th P127
- 5) 山根哲夫・中里孝之・中島泰治、大森祥司、小坂璋悟 (1982) ブロイラー飼料における魚粉の価値 日本家禽学会誌 19巻5号 P276-285
- 6) 笠原猛・小熊敦之・富久章子・板東成治・藤本武・西村敏英 (2012) β -アラニン及びヒスチジン濃度を高めた飼料を給与したブロイラーの育成成績及び鶏肉中アンセリン・カルノシン含量について 徳島県立農林水産総合技術支援センター畜産研究所研究報告 11号 P48-54
- 7) 日本飼養標準 (家禽) 2011
- 8) C. O. LESKANICH and R. C. NOBLE (2009) 鳥類の卵と肉の n-3 系多価不飽和脂肪酸の操作 (3) 畜産の研究 63巻10号 P994-1000
- 9) 佐伯裕里佳・大場憲子・大塚真史・家入誠二 (2011) 市販飼料への飼料用 (粳) 米の添加が肉用鶏 '天草大王' の生産性に及ぼす影響 熊本県農業研究センター研究報告 第18号 P36-43
- 10) 松井繁幸・池谷守司 (2011) 配合飼料中への粳米の混合がブロイラーの成長および肉質に及ぼす影響 静岡県畜産技術研究所中小家畜研究センター研究報告 4号 P.29-34 (2011-01)
- 11) 池谷幸恵・柴田昭一・紙屋徹士 (2014) 「さつま地鶏」への飼料用米給与技術の確立 鹿児島県農業開発総合センター研究報告 8号 P.53-57
- 12) 村上徹哉・津留崎正信 (1977) 給与飼料の代謝エネルギー水準/蛋白質含有比がブロイラーの腹腔内脂肪蓄積に及ぼす影響 福岡農総試研報 16 <https://farc.pref.fukuoka.jp/farc/kenpo/kenpo-16/16-26.htm>
- 13) 桑原三紀・久保田真敏・門脇基二・藤村忍 (2011) 飼料用米給与による食肉の品質特性の検討 日本畜産学会大会講演要旨 114th P.181
- 14) 平川達也・西尾祐介・笠正二郎 (2018) 「はかた地鶏」への飼料用米の最大量給与が発育、肉質に及ぼす影響 福岡県農林業総合試験場研究報告 4号 P.77-83
- 15) 森田幹夫・大窪敬子・須藤正巳・前田育子 (2011) 地鶏の飼料用米給与による生産技術の確立 茨城県畜産センター研究報告 44号 P.23-27

ユズ精油抽出残渣の利用拡大と給与豚肉のブランド力強化の検討

山口瑞穂 平井啓一 南明博*1

Examination about expanding the use of YUZU oil manufacture extraction residual and enhancement of branding the pig which ate the residual substance

Mizuho Yamaguchi, Keiichi Hirai and Akihiro Minami

要 約

事前に行った試験でユズ精油抽出残渣(以下、ユズ残渣)が豚の飼料として有効活用できる可能性が見られた。肥育豚への給与では最大10%の給与が可能であり、発育や飼料要求率についても一般の配合飼料で肥育した肉豚と同等であった。また豚肉の脂肪部からはユズ残渣の香り成分であるリモネンが検出され、ビタミンA, Eの増加も認められた。また官能評価試験ではユズ残渣を給与した豚肉が好まれる傾向が見られた。さらに繁殖母豚への給与試験では最大20%の給与が可能であり、血中ビタミンA, Eの上昇が認められた。分娩前～離乳後までユズ残渣を給与した母豚では体重減少率の減少、糞便スコアの改善、無排便日数の減少などの繁殖成績の改善が認められた。

はじめに

高知県ではユズの生産が盛んであり、農林水産省平成29年産特産果樹生産動態調査では収穫量第一位である。ユズの多くは加工品として利用され、ユズ果汁搾汁後の残渣である果皮の大半は焼却処分が行われていた。しかし近年、果皮から抽出した精油の需要が高まり、その原料としての利用が増えてきた。これを受け、県内企業が県(高知県工業技術センター)と共同で精油の「減圧型連続抽出・乾燥装置」を開発し、高品質な精油の精製が可能となった¹⁾。これにより抽出残渣である果皮は水分量が減り減容化され、従来より扱いやすくなったため、その有効利用が期待されている。

養豚農家では、飼料価格の高騰、安価な輸入豚肉との競合などにより、厳しい経営を強いられている。また、全国的に銘柄化やブランド化が進み、競争は年々激しさを増している。そのため養豚農家は従来より生産効率の高い飼料、付加価値の高い豚肉の生産を必要としている。

そこで、当該においてユズ精油抽出残渣の飼料価

値を検討し、さらに新たなブランド豚の開発を視野に入れ、ユズ残渣添加飼料を給与した肥育豚の発育成績の調査、肉質分析などを行い地域資源の有効利用と付加価値の高い豚肉生産技術の開発に取り組むこととした。平成28～30年度に行った試験研究においてユズ残渣には機能性の高い成分が含まれており、保存性も良く、豚の嗜好性・発育への影響も少なく、飼料として活用できることがわかった。また肥育期間、血清中のビタミンA及びEの濃度が有意に高くなり、ロース肉中のビタミンA, E量の増加も確認された。

今後、さらにユズ精油の生産拡大が進みユズ残渣が増加することが考えられる。そこで飼料としての利用拡大に向けてさらにその価値を高め、また特色豊かで付加価値の高いブランド豚の確立に取り組むため、肥育豚への適正なユズ残渣添加割合の検討、ユズの香り成分の豚肉への移行の確認、官能評価によるユズ残渣添加豚肉の特性の調査、さらに、繁殖母豚へのユズ残渣添加の有用性について検討を行った。

材料及び方法

*1 西部家畜保健衛生所

1. 肥育豚への給与試験

1) 試験区分

①供試豚として同腹の90日齢のLWDを用い、各3頭ずつの群飼とした。対照区には市販の配合飼料にフスマを添加した飼料を、試験区には対照区の飼料にユズ残渣を5%添加した飼料を給与した。

②供試豚として同腹の76日齢のLWDを用い、各5頭ずつの群飼とした。対照区には市販の配合飼料にフスマを添加した飼料を、試験区には慣らし期間として対照区の飼料にユズ残渣を5%添加した飼料を1週間、その後7%添加した飼料を1週間給与し、その後10%を添加した飼料を肥育終了まで給与した。

2) 試験方法

それぞれの試験開始日齢から各区の平均体重が100kgに達するまで制限給餌を行った。試験期間中は毎週体重測定、隔週で採血を実施した。試験期間と雌雄、頭数、試験内容を表1に示す。

表1 試験実施期間と内訳

| 試験期間 | 去勢 | 雌 | 添加割合 | 開始日齢 | 備考 |
|--------------------|----|---|------|------|---------|
| R1.11.11 ~ R2.1.15 | 1 | 2 | 5% | 90日齢 | |
| R2.7.28 ~ R2.10.13 | 2 | 3 | 10% | 76日齢 | |
| R3.6.11 ~ R3.8.5 | 2 | 3 | 10% | 76日齢 | |
| R3.10.27 ~ R4.1.3 | 0 | 4 | 5% | 90日齢 | 官能評価試験用 |

3) 調査項目

(1) 発育成績

一日あたりの増体量、採食量から飼料要求率、飼料効率を求めた。

(2) 肉質分析

試験豚のロース肉の脂肪酸組成の分析を行った。また色差、PCSの測定も行った。さらに試験区と対照区のロース肉を筋肉部と脂肪部にわけ、それぞれのビタミンA及びビタミンEの測定、ユズの香り成分であるリモネン・ミルセンの分析を行った。

(3) 血中ビタミンの測定

隔週で採血した血清を用いて、血中のビタミンA及びビタミンEの測定を行い、経時的变化を調査し t 検定を行った。

(4) 官能評価試験の実施

5%ユズ残渣添加豚肉と対照区豚肉を用いて、畜産試験場職員42名をパネリストとし、嗜好型官能評価試験2点法を行った。3mm厚にスライスしたロース肉を4cm×5cm(内脂肪1cm)に成型し、1.5%の食塩水に10分間浸漬後、1Lのお湯で60秒間茹で調理を行い、

自然放冷で提供した。質問項目として香り、脂のさっぱり感、ジューシーさ、味、全体についてどちらがより好ましいかの二択を設定した。結果について二項検定、カイ二乗検定を行った。

同様の嗜好型官能評価試験を10%ユズ残渣添加豚肉と対照区豚肉を用いて行った。パネリストは畜産試験場職員46名と農大在校学生2名、教員1名の計49名であった。設問項目は香り、口中香、脂のさっぱり感、ジューシーさ、味、全体の好ましさとした。

さらに5%ユズ残渣添加豚肉、10%ユズ残渣添加豚肉、対照区豚肉の3種類の豚肉を用いて、嗜好型官能評価試験評点法及びCATA法を行った。畜産試験場職員、家畜保健衛生所職員、畜産振興課職員、その他関係者計49名をパネリストとして用いた。豚肉の調理法は同様とし、香り、味、食感、全体の好ましさを6段階で評点、さらに20個の語彙の中から当てはまるものを選択させた。結果を混合モデル分析、コレスポンデンス分析、ペナルティ分析を行い解析した。

2. 繁殖豚への給与試験

2-1 廃用前の繁殖母豚への給与試験

廃用予定の繁殖母豚3頭を用いてユズ残渣給与試験を行った。慣らし期間を設けユズ残渣を5%添加した配合飼料から始め、1週間毎にユズ残渣添加量を5%ずつ増やし、最終的に10%、15%、20%ユズ残渣を添加し4週間給与を行った。1週間毎に採血、血中のビタミンA、Eの測定を行った。

2-2 繁殖母豚への給与試験

供試豚として当場の繁殖母豚5頭を用いて給与試験を行った。分娩予定日3週間前から給与を開始し、慣らし期間として5%ユズ残渣を添加した飼料を1週間、その後は10%ユズ残渣を添加した飼料を離乳後最初の発情まで給与し試験区とした。一般配合飼料のみを給与した際のデータを対照区とした。本試験では以下の項目の調査を行った。

〈母豚〉

- ・分娩1週間前体重
- ・離乳時体重
- ・体重減少率
- ・分娩時間
- ・妊娠期間
- ・総産仔数
- ・死産数

- ・子豚生時体重
- ・初乳Brix値
- ・食滞日数
- ・糞便スコア
- ・無排便日数
- ・分娩時BCS
- ・離乳時BCS
- ・分娩時P2
- ・離乳時P2
- ・発情回帰日数
- ・試験期間中の血清中ビタミンA, E
- 〈子豚〉
- ・哺育開始頭数
- ・離乳開始頭数
- ・離乳率
- ・生後2週齢一腹総体重
- ・試験期間中の血清中ビタミンA, E

結果

1. 肥育豚への給与試験

1) 発育成績

発育成績を表2に示した。それぞれの項目は各回の平均を示してある。いずれも有意な差は見られなかったが、令和元年と令和3年の試験において飼料効率の低下が認められた。

2) 肉質分析

脂肪酸組成を表3に示した。全ての試験区で脂肪酸組成に有意な差は認められなかった。

色差とPCSについても試験区と対照区に有意差は見られなかった。

またロース肉中のビタミンA濃度は10%脂肪部を除き全てで対照区より高い値か同等であった。ビタミンE濃度は5%、10%ともに対照区より高い値か同等であった（図1-4）。

表2 肥育給与試験の発育成績

| | R1年試験 | | R2年試験 | | R3年試験 | |
|-----------|-------|---------|-------|----------|-------|----------|
| | 対照区 | 試験区(5%) | 対照区 | 試験区(10%) | 対照区 | 試験区(10%) |
| 1日増体量(kg) | 0.96 | 0.95 | 0.96 | 0.95 | 0.90 | 0.94 |
| 採食量/日(kg) | 3.32 | 3.06 | 2.61 | 2.63 | 2.28 | 2.23 |
| 飼料要求率 | 3.47 | 3.21 | 3.01 | 3.04 | 2.54 | 2.36 |
| 飼料効率 | 0.29 | 0.31 | 0.33 | 0.33 | 0.39 | 0.42 |

表3 脂肪酸組成(ロース肉)

| | ユズ5% | | ユズ10% | |
|---------------|------|------|-------|------|
| | 対照 | 対照 | 対照 | 対照 |
| 飽和脂肪酸 | 42.2 | 42.7 | 44.9 | 44.5 |
| デカン酸 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| ラウリン酸 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| ミリスチン酸 | 1.3 | 1.4 | 1.4 | 1.4 |
| ペンタデカン酸 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| パルミチン酸 | 24.7 | 25.2 | 26.3 | 25.8 |
| ヘプタデカン酸 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.6 |
| ステアリン酸 | 15.2 | 15.1 | 16.2 | 16.2 |
| アラキジン酸 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| 不飽和脂肪酸 | 57.8 | 57.3 | 55.1 | 55.5 |
| 一価不飽和脂肪酸 | 47.3 | 47.7 | 45.2 | 44.7 |
| パルミトレイン酸 | 1.9 | 2.1 | 2.1 | 2 |
| ヘプタデセン酸 | - | - | 0.5 | 0.5 |
| オレイン酸 | 44.5 | 44.7 | 41.7 | 41.2 |
| イコセン酸 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 1 |
| 多価不飽和脂肪酸 | 10.5 | 9.6 | 9.9 | 10.8 |
| ω6脂肪酸 | 9.8 | 9.0 | 9.2 | 10.1 |
| リノール酸 | 8.9 | 8.0 | 8.4 | 9.2 |
| イコサジエン酸 | 0.5 | 0.5 | 0.4 | 0.5 |
| イコサトリエン酸 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| アラキドン酸 | 0.3 | 0.4 | 0.3 | 0.3 |
| ω3脂肪酸 | 0.7 | 0.6 | 0.7 | 0.7 |
| αリノレン酸 | 0.5 | 0.4 | 0.5 | 0.5 |
| ドコサペンタエン酸 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| DHA | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |

5%ユズ残渣給与試験ではロース肉中リモネン、ミルセンは検出されなかった。10%ユズ残渣給与試験では脂肪中からリモネン0.03~0.04mg/100gが検出された(表4)。

3) 血中ビタミンの測定

血中ビタミンの試験期間中の推移を図5-10に示す。いずれの試験区でも対照区より高い値で推移しており、特にビタミンEについて全ての試験区で試験区が有意に高い期間が見られた。

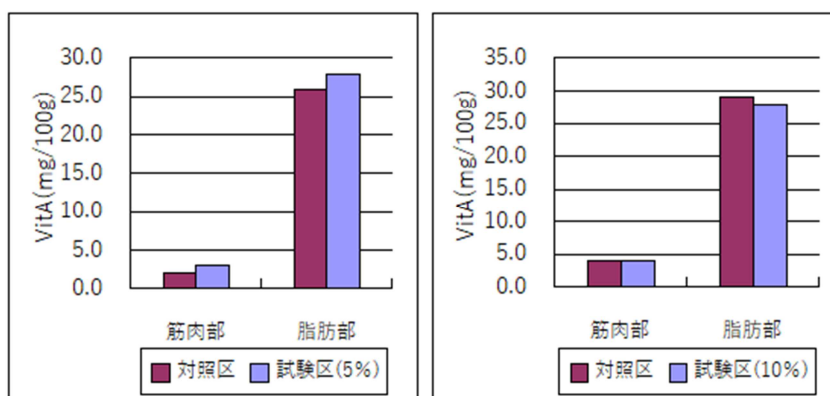


図 1-2 ビタミン A 含量(ロース肉)

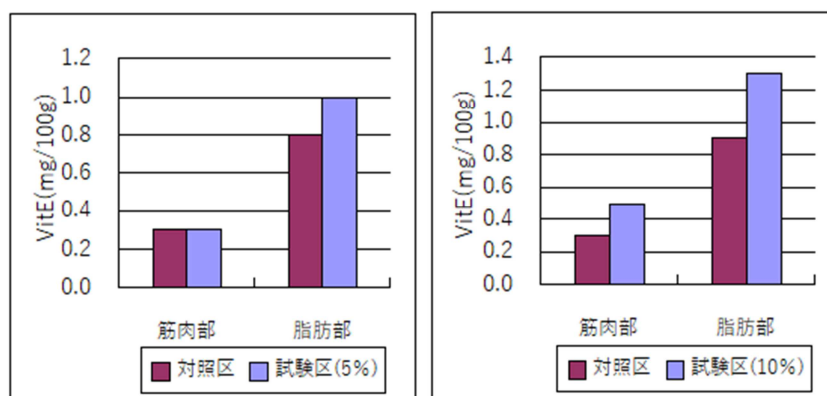


図 3-4 ビタミン E 含量(ロース肉)

表 4 リモネン・ミルセン含量(ロース肉)

| | R1年試験 | | | | R2年試験 | | | | R3年試験 | | | |
|-----------------|-------|-----|---------|-----|-------|-----|----------|-----|-------|-----|----------|-----|
| | 対照区 | | 試験区(5%) | | 対照区 | | 試験区(10%) | | 対照区 | | 試験区(10%) | |
| | 脂肪部 | 筋肉部 | 脂肪部 | 筋肉部 | 脂肪部 | 筋肉部 | 脂肪部 | 筋肉部 | 脂肪部 | 筋肉部 | 脂肪部 | 筋肉部 |
| リモネン(d-リモネンとして) | ND | ND | ND | ND | ND | ND | 0.03 | ND | ND | ND | 0.04 | ND |
| ミルセン | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND |

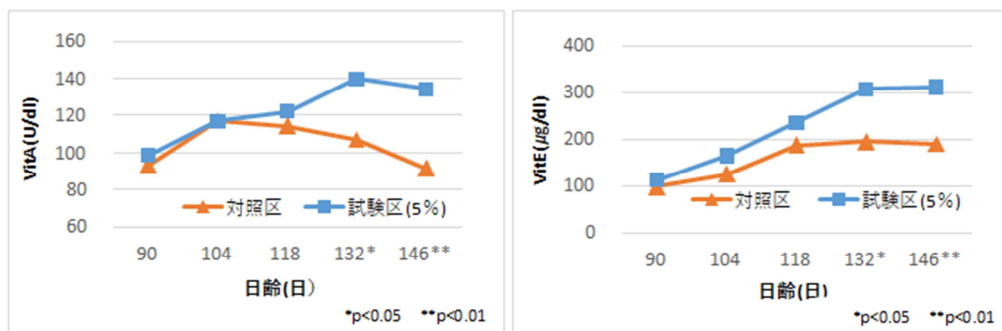


図 5.6. 血中ビタミン濃度の推移(令和元年度)

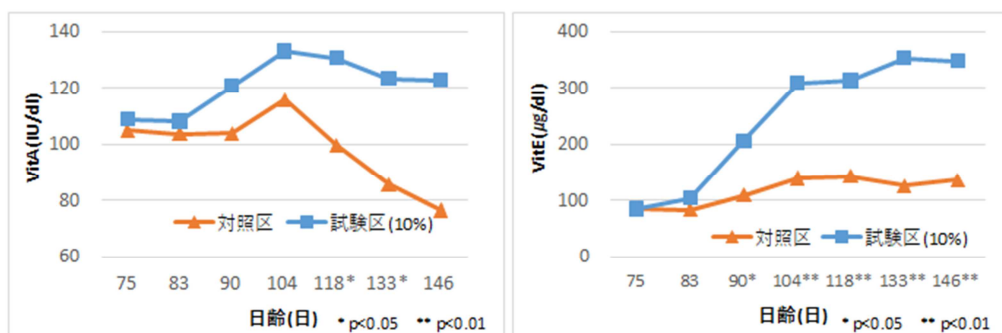


図 7.8. 血中ビタミン濃度の推移(令和 2 年度)

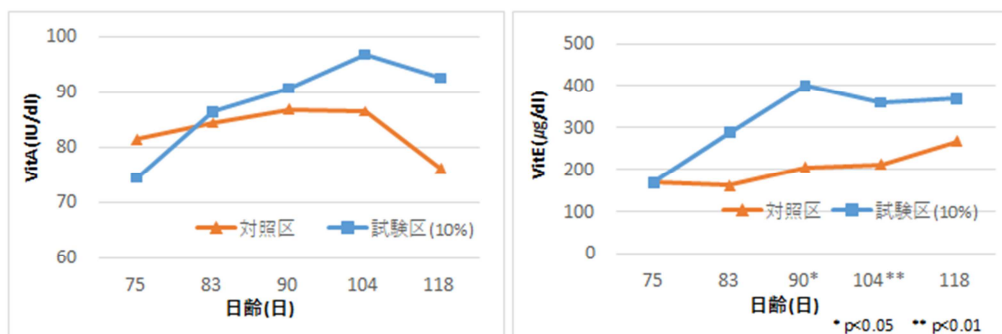


図 9.10. 血中ビタミン濃度の推移(令和 3 年度)

4) 官能評価試験の実施

5%ユズ残渣給与豚の官能評価試験では味の好ましさ、全体的な好ましさについてユズ残渣給与豚が有意に好まれる結果となった(表5)。また全体的な好ましさと味の好ましさには相関関係が認められた。

表 5.官能評価二項検定結果(5%)

| 項目 | パネリスト数 | | P値 |
|----------|--------|-----|----------|
| | 試験区 | 対照区 | |
| 香りの好ましさ | 24 | 18 | 0.0804 † |
| 脂のさっぱり感 | 22 | 20 | 0.1168 |
| ジューシーさ | 25 | 17 | 0.0579 † |
| 味の好ましさ | 26 | 16 | 0.0379 * |
| 全体的な好ましさ | 27 | 15 | 0.0224 * |

* =P<0.05 †=P<0.1

一方10%ユズ残渣給与豚の官能評価試験では脂のさっぱり感ではユズ残渣給与豚が有意となったが、味や香り、全体的な好ましさにおいては対照豚が有意に好まれる傾向が見られた(表6)。

表 6.官能評価二項検定結果(10%)

| 項目 | パネリスト数 | | P値 |
|------------|--------|-----|----------|
| | 試験区 | 対照区 | |
| 香りの好ましさ | 21 | 28 | 0.0694 † |
| 口中の香りの好ましさ | 23 | 26 | 0.1036 |
| 脂のさっぱり感 | 33 | 16 | 0.0059 * |
| ジューシーさ | 21 | 28 | 0.0694 † |
| 味の好ましさ | 21 | 28 | 0.0694 † |
| 全体的な好ましさ | 21 | 28 | 0.0694 † |

* =P<0.05 †=P<0.1

5%、10%、対照区のロース肉で行った官能評価では香り、食感、全体の好ましさにおいて5%より10%のロースが有意に好まれる結果となった(図11-14)。またコレスポンデンス分析の結果、10%のロース肉は軟らかく、ジューシーと感じられる傾向があることが示唆される(図15・16)。またペナルティ分析の結果、一般の消費者はジューシー、爽やかな香り、甘い香りで軟らかい豚肉を有意に好み、雑味がある、ぱさつく、固い豚肉を好まない結果となった(図17)。

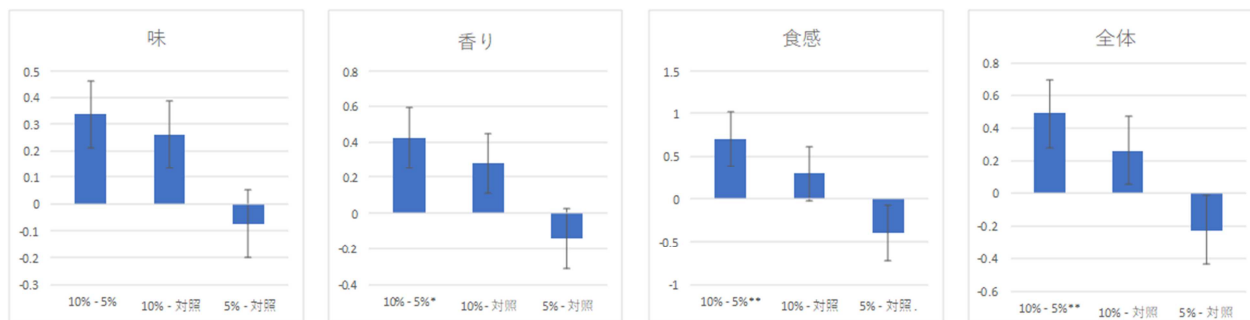


図 11-14.官能評価評点法結果

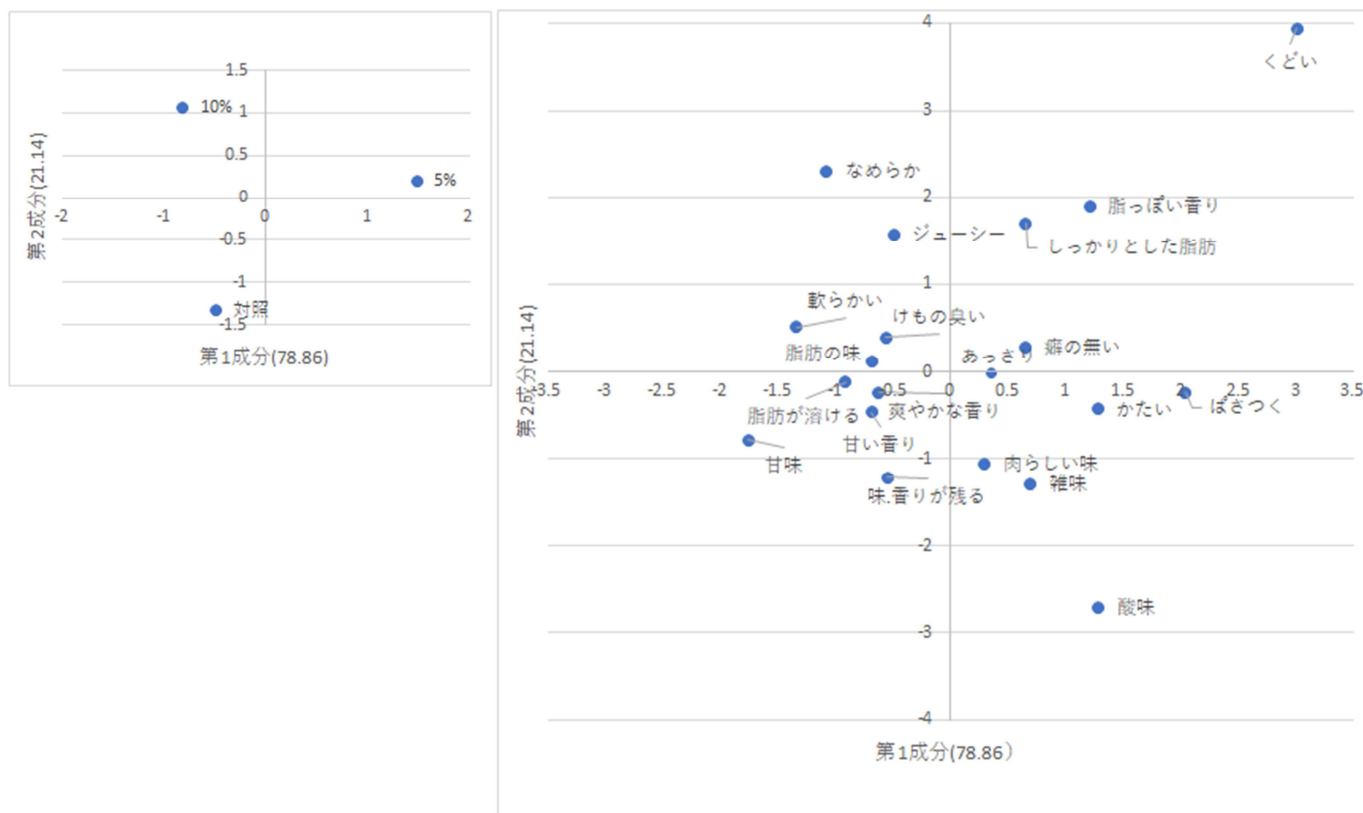


図 15-16.官能評価コレスポンデンス分析結果

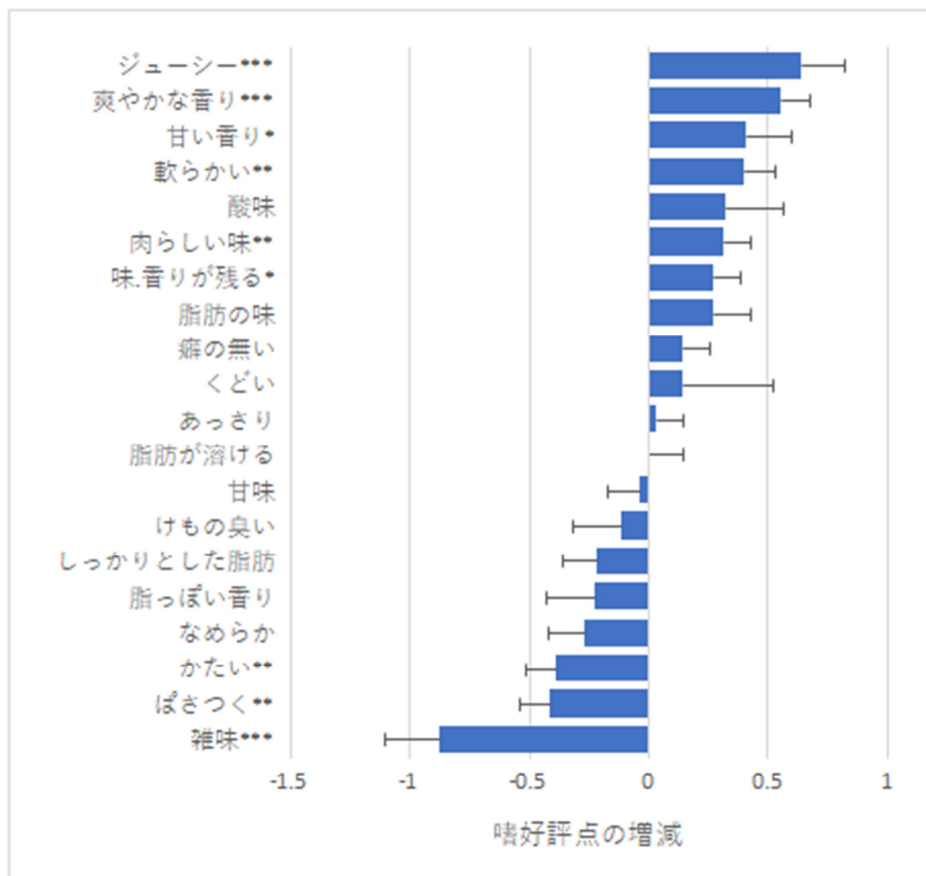


図 17.官能評価ペナルティ分析結果

2. 繁殖母豚への給与試験

2-1 廃用前の繁殖母豚への給与試験

慣らし期間を設けることによって、20%までのユズ残渣給与が可能であった。試験期間中のビタミンA, Eの測定結果を図18・19に示す。いずれの母豚でもビタミンA, Eの上昇が見られたが、給与割合による差は認められなかった。

2-2 繁殖母豚への給与試験

繁殖成績を表7に示す。試験区において、体重減少率の減少、糞便スコアの改善、無排便日数の減少、離乳時のP2の上昇が有意に認められた。また有意差はなかったが、分娩時間の短縮、食滞日数の減少、離乳時のBCSの改善、離乳率の上昇が認められた。また母豚と娩出された子豚の血中ビタミン濃度の推移には差が見られなかった(図20-23)。

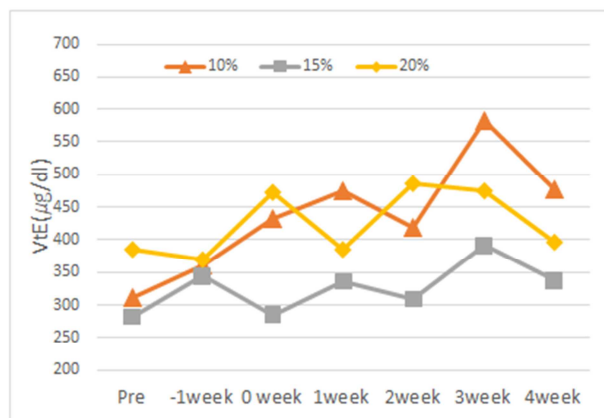
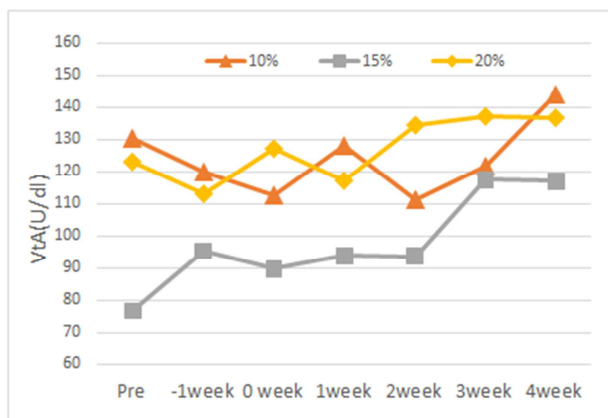


図 18・19 廃用繁殖母豚の血中ビタミン濃度の推移

表 7 繁殖成績

| | 対照区 | | 試験区 | |
|----------------|-------|-------|-------|--------|
| | 平均 | 標準誤差 | 平均 | 標準誤差 |
| 分娩移動時体重(kg) | 276.4 | ± 5.3 | 257.2 | ± 12.4 |
| 離乳時体重(kg) | 234.3 | ± 4.8 | 237.6 | ± 9.6 |
| 母豚体重減少率*(%) | 15.16 | ± 1.8 | 7.40 | ± 2.0 |
| 分娩時間(hr) | 4:30 | | 2:55 | |
| 妊娠期間(日) | 117 | ± 0.5 | 118.4 | ± 0.8 |
| 総産仔数 | 18 | ± 1.4 | 16 | ± 0.9 |
| 死産数 | 2 | ± 0.5 | 2.6 | ± 1.4 |
| 子豚生時体重(kg) | 1.40 | ± 0.1 | 1.22 | ± 0.1 |
| Brix値 | 27.38 | ± 0.9 | 24.9 | ± 1.3 |
| 食滯日数(日) | 2.2 | ± 1.1 | 0.4 | ± 0.4 |
| 糞便スコア** | 1.32 | ± 0.1 | 2.01 | ± 0.1 |
| 無排便日数**(日) | 21.4 | ± 2.4 | 5.2 | ± 2.8 |
| 分娩時BCS | 2.5 | ± 0.0 | 2.4 | ± 0.2 |
| 離乳時BCS | 1.9 | ± 0.1 | 2.3 | ± 0.2 |
| 分娩時P2 | 16.6 | ± 0.7 | 13.4 | ± 0.9 |
| 離乳時P2* | 11.9 | ± 0.6 | 12.6 | ± 1.2 |
| 発情回帰日数*(日) | 5.2 | ± 0.4 | 6.2 | ± 0.2 |
| 哺育開始頭数 | 15 | ± 1.5 | 13 | ± 1.6 |
| 離乳時頭数 | 13.4 | ± 1.3 | 11.4 | ± 1.2 |
| 離乳率(%) | 89 | ± 3.9 | 92 | ± 2.8 |
| 生後2週齢一腹総体重(kg) | 53.84 | ± 5.1 | 47.28 | ± 4.7 |

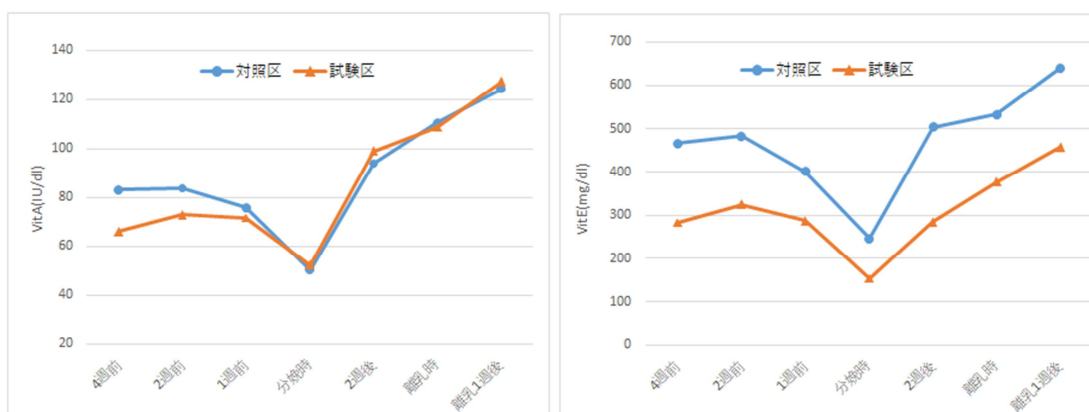


図 20・21. 繁殖母豚の血中ビタミン濃度推移

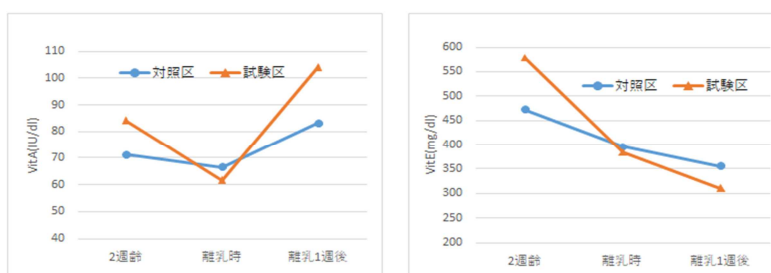


図 22・23 子豚の血中ビタミン濃度の

考 察

肥育豚へのユズ残渣給与試験では、慣らし期間を設けることで10%までユズ残渣を添加した配合飼料を給与することが可能となった。発育成績は対照区、5%区、10%区で差はなくユズ残渣の給与が発育に影響を及ぼさないことが確認できた。肉質分析の結果では対照区、ユズ残渣給与区で前回の試験のような差は認められなかった。

ロース肉中、特に脂肪でビタミンA及びビタミンEの移行が認められた。ビタミンEには抗酸化作用があり、豚肉の酸化が抑制され、保存期間中の生肉の彩度、品質が保たれることがわかっている⁵⁾⁶⁾。ビタミンEの抗酸化作用で肉の品質が保たれた結果、官能評価での高評価につながった可能性も考えられる。また10%ユズ残渣を添加した豚肉では脂肪部からリモネンが検出された。リモネンは柑橘類に含まれる主要な香り成分であり、ストレス抑制、血行促進、抗菌作用などの効果があるとされる。今回の試験で有意な結果は見られなかったが、肥育期間中の豚の成育に好影響を及ぼす可能性が示唆される。

肥育期間中、豚の血中ビタミン濃度は試験区で有意に高い値で推移した。ビタミンEは抗酸化作用、生体膜の保護、内分泌機能の維持などの生理作用に関与し、抗ウィルス作用といった生体防御反応にも重要な役割を担っている⁷⁾⁸⁾。ビタミンEが不足すると、免疫力低下につながり、病気にかかりやすくなることが考えられる。また、豚ではビタミンEの欠乏で肝細胞壊死による浮腫や心筋変性(マルベリーハート)による突然死が起こることが知られている⁹⁾。ユズ残渣給与によるビタミンE補給は、免疫力低下抑制や欠乏症予防につながり、病気に強い豚の飼育が期待できる。

官能評価試験の結果はばらつきはあるものの、ユズ残渣を給与した豚肉が好まれる結果となった。ユズ残渣を給与した豚肉は消費者が好むジュシーで爽やかな香りのする軟らかい豚肉になる可能性が示唆され、ブランド力強化の一助となると考えられる。

繁殖母豚へのユズ残渣の給与試験では個体差があるものの血中ビタミン濃度の上昇が認められた。分娩4週間前から離乳後1週間という限定的な期

間の給与で繁殖成績の改善が認められたことから、ユズ残渣の繁殖母豚への給与の有効性が認められた。ユズ残渣に含まれる粗繊維が糞便スコアの改善を促し、健康でより安全な分娩を行える結果となったと考えられる。繁殖母豚の血中のビタミンA, Eには差が認められなかったが、2週齢の子豚のビタミンA, Eが試験区よりも高かったことから、乳汁中から子豚への移行があった可能性が示唆された。今回の試験は供試母豚5頭という少ない数であったため、個体差も大きかったと考えられる。

ユズ残渣の肥育豚への給与は、ユズ収穫量全国第一位の高知県らしさを前面に押し出したうえで、旨みがありジュシーで保存性も高い豚肉、病気に強い豚の飼育をサポート、という複数の付加価値をつけることができ、ブランド豚開発の可能性を広げる。さらに、飼料にユズ残渣を添加することで費用効果が得られ、生産コスト低減が実現する。また繁殖母豚への給与により、健康で安全な繁殖を期待できる。

参考文献

- 1) 村井ほか(2015)：地域資源循環につながる国産柑橘加工技術の刷新 マイクロ波を利用したバイオマス再資源化装置の開発，高知県工業技術センター2014研究開発&研究支援成果報告書，No. 10，p. 28-29.
- 2) 木全誠ほか(2006)：豚肉の理化学的成分と官能検査との関係，日豚会誌，38(2).
- 3) 入江正和(1992)：豚における脂肪の質、特に給与飼料の影響に関する研究，日豚会誌，29(2).
- 4) 高田直子ほか(2007)：豚育成過程における血中ビタミンE濃度の推移，日豚会誌，44(4).
- 5) 仁木鋭雄(1988)：ビタミンEの抗酸化作用，ビタミン，62(11).
- 6) 三津本充(2007)：抗酸化ビタミンE給与による食肉の品質保持技術の開発，畜産技術，627(8).
- 7) 吉田実(1985)：ビタミンの畜産への応用，ビタミンE—基礎と臨床—，医歯薬出版.
- 8) Araceli PINELLI-SAAVDEDRA(2003)：VitaminE in immunity and reproductive performance in pigs，Reprod. Nutr. Dev. 43，p. 397-408.
- 9) 柏崎守編(1999)：豚病学—生理・疾病・飼養—(第四版)，近代出版.

編集委員長 日高 洋介（場長）

副委員長 松崎 克彦（技術次長）
今村 幸弘（研究企画課長）

委員 山岡 昭彦（大家畜課長）
平井 啓一（中小家畜課長）

事務局（研究企画課）
恒石 望太郎（企画調整担当チーフ）

高知県畜産試験場研究報告 第22号

令和5年3月27日 発行

発行者 高知県畜産試験場

〒789-1233 高知県高岡郡佐川町中組1247

電話 0889-22-0044 FAX 0889-22-3960
