

アントシアニン含有イモを活用した機能性成分の有効利用に関する研究 (1)

椛田 聖孝¹⁾, 芝田 猛²⁾, 村田 達郎³⁾, 多賀 直彦⁴⁾, 安田 伸⁴⁾, 松田 靖³⁾,
本田 憲昭⁵⁾, 荒木 朋洋⁴⁾

1) 農学部応用動物科学科, 2) 総合農学研究所, 3) 農学部応用植物科学科
4) 農学部バイオサイエンス学科, 5) 農学部農学教育実習場

I. 緒言

本プロジェクト研究は、ムラサキマサリを用いた高度循環型醸造に関する産官学研究を基に、さらなる進展を目指し、醸造時に生じる焼酎粕の包括的再利用を目的としている。そこで、初年度は、従来用いてきた、ムラサキマサリを含め、高アントシアニン含有イモの評価を総合的に行うため、まず、高色素含有イモ・6品種の栽培試験から行った。

「芋焼酎」と総称される焼酎の原料はサツマイモであり、これまでそのほとんどは農林水産省が開発し、昭和41年に命名登録された品種である‘コガネセンガン’（農林31号）が原料であった。本品種は、本来でんぷん原料用として開発されたが、醸造適性が高いことから焼酎原料として現在でも多く利用されている。しかし、近年の焼酎需要の維持・拡大を図るため、種質の多様化が求められるようになり、一般的に原料となっていたサツマイモ、イネ、ムギ類以外に、クリ、ニンジンなどでんぷんを含有する作物を原料とした焼酎が生産されるようになった。さらにサツマイモを原料とする芋焼酎では、使用する麹系統の変化とともに様々なサツマイモ品種を原料とすることで、これまでになかった香り、風味を持つものが生産されるまでになっている。特に色素を含有するサツマイモ品種を原料とすることでフルーティな香りと軽い口当たりを持つようになることから、女性用の焼酎として新たな市場開拓が可能となりつつある。

サツマイモ品種として農林系統番号が付いた農林認定品種（旧命名登録品種）だけでも67品種（農林1号～農林67号）あり、これら以外にも高系14号のような農林番号以前の登録品種や数多くの在来品種が存在する。そこで今回、本プロジェクトにおける紫芋焼酎の原料とした品種‘ムラサキマサリ’ならびに、‘ムラサキマサリ’同様、アントシアニンあるいはカロチンを含有する5つの色素含有品種の特徴、および2009年から3年間にわたり実施した栽培試験における各品種の収量比較を示す。さらに、紫芋焼酎粕からの機能性飲料開発のための、新たな固液分離法の確立および試作品の品質評価等を行った。

II-1. 高色素含有サツマイモ栽培試験

1. 実験に用いたサツマイモ 6 品種の特徴

① ヒタチレッド (農林 44 号)

カロチン含量の高い‘キャロメックス’を母本とし、多交配によって育成され、平成 5 年に命名登録された。

塊根の形状は紡錘形だが、そろいはあまり良くない。塊根の皮色は濃赤紫、肉色(塊根内部の色)は淡橙色である。早期肥大性が良く、早掘りではベニアズマより多収である。カロチンを生いもで 3.72mg/100g 含有し、加工食品用、栄養価の高い蒸し切干し用品種として期待される。

② アヤムラサキ (農林 47 号)

高アントシアンで塊根の外観・形状に優れる‘九州 109 号’と、低糖で外観良く多収の‘サツマヒカリ’の組合せにより育成され、平成 7 年に命名登録された。

塊根の形状は長紡錘形で、そろいは良くない。皮色は暗赤紫、肉色は濃紫である。塊根に含まれるアントシアン量の指標となる色価は‘九州 109 号’の約 1.5 倍であり、極めて高い。天然色素抽出、ペースト、パウダー、醸造等の加工用として開発された。

③ ジェイレッド (農林 49 号)

高でんぷん、かつ多収な‘シロユタカ’と、アメリカから導入した品種を交配親として育成され、平成 9 年に命名登録された。

塊根の形状は短紡錘形でそろいも良く、皮色は淡赤で肉色は橙である。カロチン含有量が高く、加工食品用として開発された。生イモのジュースは変色もなく、ニンジン臭も少ないことから野菜ジュースの原料として適する。

④ ムラサキマサリ (農林 54 号)

高アントシアニン品種である‘アヤムラサキ’と高収量で高でんぷんである‘シロユタカ’を交配親として作出され、平成 13 年に命名登録された。

塊根の形状は紡錘形でそろいが良く、交配親となった‘アヤムラサキ’より収穫が容易で加工適性も優れる。塊根の肉色は紫で、アントシアニン含量は‘アヤムラサキ’と同程度である。塊根収量はやや‘アヤムラサキ’を上回る。加工食品用品種として開発され、紫色のペースト、パウダーなどの加工用に適する。

⑤ パープルスィートロード (農林 56 号)

アントシアニン色素を有する‘九州 119 号’を母本とし、混合花粉による多交配により育成されたもので、平成 14 年に命名登録された。

塊根の形状はやや長い紡錘形で、形状、大小ともにそろいが良い。皮色は濃赤、肉色

はアントシアニン色素を含む紫だが、アントシアニン色素の色価は1程度で‘アヤマラサキ’よりかなり低い。育成地における上いも収量は‘ベニアズマ’の125~175%程度と多収である。食味は‘高系14号’並で、‘ベニアズマ’にやや劣るが、紫系統としては良食味である。

⑥ アケムラサキ（農林62号）

高アントシアンで加工適性が高い‘アヤマラサキ’を母、外観が優れるアントシアニン系統の‘丸系174号’を父とする交配組合せにより育成され、平成17年に命名登録された。

塊根の形状は長紡錘形、皮色は濃赤紫で肉色は紫である。母本とした‘アヤマラサキ’では塊根が長くなりやすく、くびれや曲りが生じることから加工特性の点で問題となり、これを解決するために開発された。アントシアニン含有量は‘アヤマラサキ’、‘ムラサキマサリ’より高く、菓子などの加工用として期待される。

2. サツマイモ栽培試験結果および考察

2009年から2011年の3年にわたり、東海大学農学部内の圃場において各サツマイモ品種の栽培試験を実施した。

前年度10月下旬に収穫し、15°Cの貯蔵庫内で貯蔵していた各サツマイモ品種の塊根を、各年度3月20日前後に温室内に伏せこみ、萌芽を誘導した。その後5月中旬に伸長した各品種の蔓先を30cm程度の長さで切り取り、これを挿し苗とした。学内の栽培圃場はあらかじめ10a(100m²)あたりN(窒素):P(リン):K(カリウム)をそれぞれ8kg:10kg:20kgとなるように施肥し、畝間80cmでビニルマルチによるマルチングを施した。このようにマルチングした畝に株間30cmで挿し苗を船底状になるように挿し、栽培した。各年度追肥、薬剤散布は実施しなかったが、2010年度に限り一度殺虫剤を施した。各年度10月の第4週に収穫し、各品種1株当たりの塊根重量、上イモ(50g以上の塊根)重を調査した。

各年度における誤差を排除するため、同一条件下で栽培した、もっとも一般的な青果用品種である‘ベニアズマ’をコントロール品種とした。本品種の塊根収量を100とし、この品種の収量に対する相対値で収量に及ぼす品種の影響を比較した。

各年度の相対とを算出し、その平均を求めた結果、図1に示されるように収量に及ぼす品種の差異が明らかとなった。

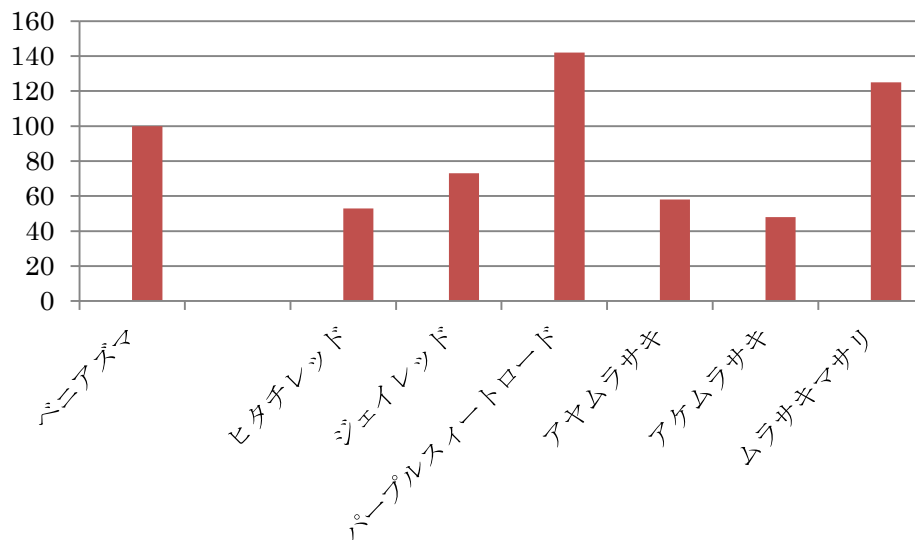


図1. ベニアズマに対するサツマイモ有色品種収量の相対値

このグラフ中に示した 6 品種のうち、カロチン含有品種は‘ヒタチレッド’、‘ジェイレッド’の 2 品種、アントシアニン含有品種は‘パープルスイートロード’、‘アヤムラサキ’、‘アケムラサキ’および‘ムラサキマサリ’の 4 品種である。カロチン含有品種はいずれもベニアズマに比べ 50~70%程度の収量となった。各年度で比較しても‘ベニアズマ’の収量を超えることはなく、本学農学部環境条件下ではこれらの品種はやや低収であることが明らかとなった。

また、4つのアントシアニン含有品種では 48~142%で変動し、収量に対する品種の影響が大きいことが明らかとなった。最も低収量となったのは‘アケムラサキ’であり、‘アヤムラサキ’が 58%とこれに次いだ。これに対し、育成地では‘ベニアズマ’の 125~175%程度と多収であることが報告されている‘パープルスイートロード’は本試験地でも 142%と多収であり、‘ムラサキマサリ’も 125%と‘ベニアズマ’を上回る収量が示された。また、各年度で比較しても、これら 2 品種は 3 年すべての年度で‘ベニアズマ’を上回っており、多収であることが示された。

一般的にサツマイモは、他の作物種に比べて多収であり、10a(1000m²)当たり 2~3 t 収穫することが可能であると言われる。今回の栽培条件下で‘ムラサキマサリ’の 10a(1000m²)当たりの収量を求めたところ、3 t を超える値が示された。以上のように、本品種はアントシアニン含量、でんぷん含量ともに高く、また熊本県阿蘇郡における栽培で多収を示すことが明らかとなった。このことから本品種は、本学における「紫芋焼酎」の原料として最適品種の一つであることが分かった。

II-2. 紫芋焼酎粕からの機能性飲料開発

2011年度は、紫芋焼酎粕に含まれる有用成分を活かした機能性飲料を開発するために、原料となる焼酎粕液分を得るため、従来の連続遠心法から、省力、低コスト、短時間での固液分離を行うため、藪田式による搾汁を検討した。また、得られた焼酎粕液分を原料としたもろみ酢飲料の試作、およびアンケート調査を行った。さらに、清澄度の高い液分の取得およびエタノール除去条件を検討した。

1. 熊本県果実農業協同組合連合会（果実連）での焼酎粕搾汁テスト製造

果実連の設備を用いて、もろみ酢飲料の原料となる焼酎粕液分を得るための焼酎粕の固液分離を行った。本設備利用の利点は、固液分離の大量処理が可能なことである。

焼酎粕搾汁テスト製造の実施要領ならびに製造工程フロー及び工程管理規格を図2、3に示す。原料となる紫芋焼酎粕は、堤酒造にて製造された紫芋焼酎粕を約3t用いた。本紫芋焼酎粕の物性は、紫芋由来の白味がかかった紫色で不溶性の固形分を多く含んだ泥状だった。本紫芋焼酎粕は、常圧蒸留直後の高温状態のまま容器に移したもので、保存時に雑菌の繁殖が確認されず無菌性が保たれており衛生的だった。

固液分離は、まず、保存していた焼酎粕3tに水1tを加え、Wカントデカンタにて、3500rpm、約2500L/hの条件で固液分離した。液分はそのまま次の工程に送り、固形分は回収した。次に、バスケットフィルターにより再度40メッシュの異物除去を行った。次に、プレート殺菌冷却機にて、流量約3000L/hで殺菌温度 $129\pm 1^{\circ}\text{C}$ 、60秒で殺菌後、 $55\pm 5^{\circ}\text{C}$ まで冷却した。さらに、日南濃縮機にて、流量約3000L/hで糖度 15°Bx まで濃縮した。液体を 5°C 以下に冷却し、調合タンクで規格調製した。次に、40メッシュの異物除去およびマグトラップによる鉄分除去を行った後に、内包装 80μ ポリエチレン2重ヒートシールのドラム缶 $\times 4$ に出来上がった原料液180kgを充填した。最後に、原料液ドラム缶を -18°C 以下で冷凍した。

本工程で、大量の紫芋焼酎粕の固液分離および液分の濃縮が可能であることが示された。果実連の設備キャパシティに関しては、より大量の処理が可能である。

得られた焼酎粕液分濃縮液は、約720kgで、元の焼酎粕重量の1/4以下に減量した。本焼酎粕液分濃縮液は、もろみ酢飲料の原料として用いた。

清涼飲料水のアルコール濃度の規格は1%以下であるが、昨今の社会情勢から清涼飲料には完全アルコールフリーが求められている。そこで、本工程での各段階におけるアルコール濃度を分析した。アルコール濃度分析方法は、F-キット エタノール (Roche Diagnostics GmbH ドイツ) を用いた。処理前の焼酎粕は、0.76%のエタノール濃度だったが、最終段階の充填液、もろみ酢飲料原料液では、0.13%のエタノール濃度で、約1/6に減少した。エタノール濃度が減少した理由は、加水による希釈、加熱による低揮発成分の蒸散および送液中の揮発などが考えられる。現段階でのもろみ酢飲料原料液のアルコール濃度は、清涼飲料水の規格を満たす十分に低い値であるが、低年齢層やドライバーなど幅広いユーザー

を獲得するためには完全なアルコール除去が必要と考えられる。もろみ酢飲料製品は、この原料液を希釈や調味などさらに加工して調製されるので、さらにアルコール濃度は低下することが予想されるが、それら各段階でのエタノール濃度分析が必要となる。また、アルコール濃度がある程度高い場合、酢酸菌によってエタノールを酢酸にすることができ、エタノールの完全除去ならびに酢酸の酸味による呈味性向上が期待されるので、焼酎粕が得られた段階での酢酸菌処理が期待される。

平成23年11月2日

焼酎粕搾汁テスト製造実施要領

JA熊本果実連・商品開発課

1. 目的 東海大学の依頼により、焼酎粕の搾汁テスト製造を行い、工程・性状の確認及び利用方法について検討を行う。
2. 製造日 平成23年11月10日(木)
3. 原料使用量 紫イモ焼酎粕(株式会社 堤酒造) …… 3,000kg

包材名	容器	内包装
内容	200リットル鉄製オーブドラム	80 μ ポリエチレン
メーカー名	川鉄コンテイナー(株)又は山本工作所(株)	—
材質	内面塗装缶	ポリエチレン

5. 品質規格

1) 調合規格

項目	規格値	備考
Bx(°)	12.0~13.0(目標12.3)	屈折糖度計(at20°C)
pH	3.9(参考値)	ガラス電極法(at20°C)
クエン酸酸度(W/W%)	1.50(参考値)	中和滴定法(終点8.0)
香味	当該汁特有の香味があり異味・異臭がないこと	官能
色調	当該汁特有の色調であること	目視

2) 製品規格

項目	規格値	備考
内容量(kg)	180以上	内部規格
Bx(°)	12.0~13.0(目標12.3)	屈折糖度計(at20°C)
pH	3.9(参考値)	ガラス電極法(at20°C)
クエン酸酸度(W/W%)	1.50(参考値)	中和滴定法(終点8.0)
香味	当該汁特有の香味があり異味・異臭がないこと	官能
色調	当該汁特有の色調であること	目視
一般細菌 (個/ml)	100以下	混釈平板培養法
カビ・酵母 (個/ml)	100以下	混釈平板培養法
耐熱性菌 (個/ml)	100以下	混釈平板培養法
大腸菌群 (/ml)	陰性	混釈平板培養法

3) 容器指定印字様式

具体例: 2011年11月10日製造の場合

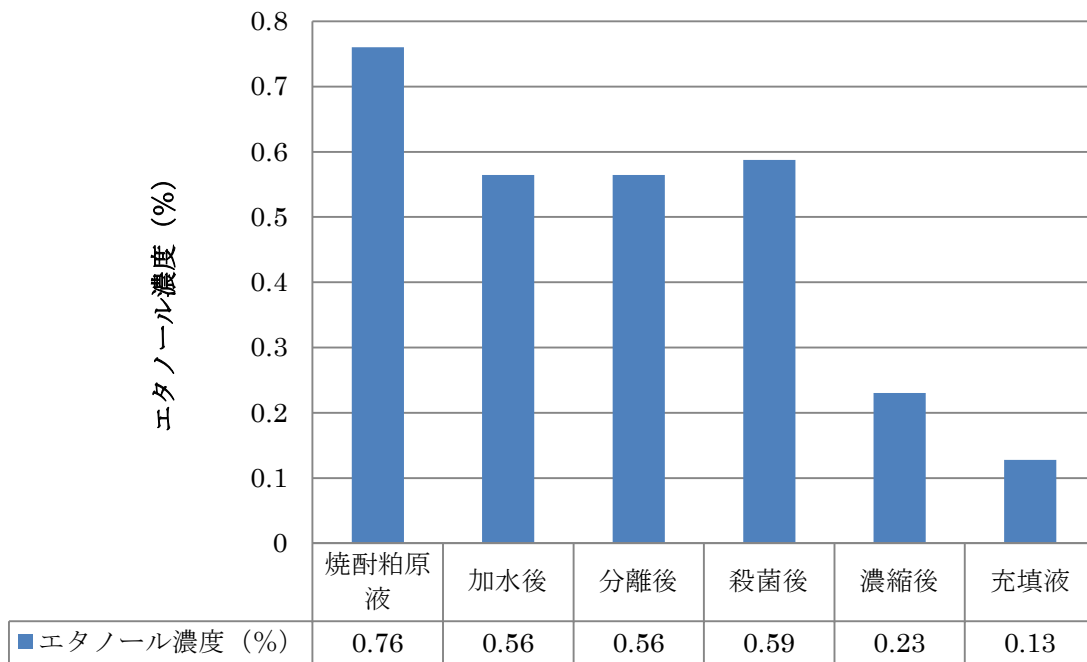
ドラム缶 (側面)	12° Bx紫イモ焼酎粕	上段: 製品名
	111110	下段: 製造年月日

図2. 焼酎粕搾汁テスト製造実施要領

製造工程フロー及び工程管理規格

製造工程	機器名	管理項目	管理規格	担当者
製造にあたってタンク及び製造ライン・機器を洗浄し、異物・異臭等が無い事を確認する。				
原料		保存方法	冷蔵保存	加工担当者
サクシオンホース			ドラムにサクシオンホースを直接挿入して、原料の送液を行う。 原料・・・3.0t/バッチ×1バッチ	加工担当者
送液	ロータリーポンプ			加工担当者
タンク(調整)	4000Lタンク×2 (No.1,2)	攪拌	常時攪拌 原料:水=3t:1t=合計4t ※水は送液の際の水追いを含む ※加水後の糖度:3° Bx	加工担当者
受けタンク	2000Lタンク(No.3)			加工担当者
分離	Wカントデカンタ	ゴムプレート 回転数 流量	No.12 3500rpm 約2500L/h(参考)	加工担当者
受けタンク	500L丸タンク			加工担当者
振動篩		メッシュサイズ	40メッシュ	
受けタンク	2000Lタンク(No.5)			加工担当者
濾過	バスケットフィルター	メッシュサイズ	40メッシュ	殺菌担当者
殺菌・冷却	プレート殺菌冷却機	殺菌温度 時間 冷却温度 流量	129±1℃ 60秒 55±5℃ 約3000L/h(参考)	殺菌担当者
受けタンク	3000Lタンク(No.8)			濃縮担当者
濃縮	日南濃縮機	濃縮Bx 流量	15° Bx(目標) 約3000L/h(参考)	濃縮担当者
冷却	プレート冷却機	冷却温度	5℃以下	濃縮担当者
調合	調合タンク 4000Lタンク(No.12)	規格値	5.品質規格-1)調合規格参照 ・チルド水巡回(液温20℃以下) ・調合水は殺菌水使用	調合担当者 (仕込み調合日報)
濾過	ラインフィルター	メッシュサイズ	40メッシュ	殺菌担当者
受けタンク	2000Lタンク(No.13)			調合担当者
マグトラップ	マグトラップ			調合担当者
ドラム表示		表示内容	5.品質規格-3)容器指定印字様式参照	充填担当者 (日付確認表)
充填	自動充填装置	充填温度 容器・仕様 内包装 ドラム表示	20℃以下 180kg/ドラム 80μポリエチレン2重ヒートシール 5.品質規格-3)容器指定印字様式参照	充填担当者 (日付確認表)
パレット積み		積み付け状態	4ドラム缶/パレット	業 務 課
保管	冷凍庫	冷凍保管	-18℃以下	業 務 課

図3. 製造工程フロー及び工程管理規格



果実連での焼酎粕搾汁テスト製造
各段階でのエタノール濃度

図4. 果実連での焼酎粕搾汁テスト製造各段階でのエタノール濃度

2-1. 熊本県果実連でのもろみ酢飲料試作

紫芋焼酎粕から飲料原料が製造できる目処が立ったので、清涼飲料であるもろみ酢飲料の開発を行った。もろみ酢飲料の試作は、果実連の研究室商品開発課のご厚意で行われた。

以下に、改行変更有の仕様書抜粋を示す。

試作品のご案内

熊本県果実農業協同組合連合会
研究室 商品開発課

1.商品名

もろみ酢入り飲料

2.商品案内

ムラサキマサリの焼酎粕を圧搾・濾過して取れた「もろみ酢」を使用し、りんご酢をブレンドすることで飲みやすいビネガードリンク風に仕上げています。健康イメージのあるザクロ果汁とカシス果汁、更にオリゴ糖を配合することで健康的でフルーティーな味わいとしました。また、低カロリー（20kcal 未満/100ml）に仕上げています。

1本（280ml）当たり：もろみ酢 25ml、りんご酢 10ml、ガラクトオリゴ糖 2.5g 配合
《ざくろ味》

ポリフェノールをたっぷりと含むざくろは、美容と健康を気遣う女性にぴったりの果実で

す。ざくろの甘味と酸味のバランスの良い、すっきりとした飲料に仕上げました。

《カシス味》

ベリー類の一種であるカシスは目の疲れやお肌の健康に良いとされている果実です。カシスの芳醇な香りのただよう、ほどよい甘酸っぱさとキレのある飲み口に仕上げました。

☆オリゴ糖

オリゴ糖は腸内の有用菌である乳酸菌およびビフィズス菌の増殖を促進し、おなかの健康をまもります。

以上、改行変更有の仕様書抜粋。

仕様書には、他に「3.配合及び分析値」が記されているが、現段階で市販されていないので配合については省略する。分析値は、《ざくろ味》、《カシス味》ともに **Brix 4.7**、**Acid 0.51**、**pH 3.0** だった。

もろみ酢飲料試作品を図に示す。東海大学の本プロジェクト関係者によるもろみ酢飲料試作品の試飲の結果、味および色調とも好評であった。

以上のように紫芋焼酎粕を原料とした清涼飲料が開発された。本飲料は、紫芋に含まれるが、焼酎には含まれないアントシアニン色素が含まれている。アントシアニン色素は、目の疲れに効果があると言われていた他にも抗酸化能を有するなど機能性成分であり、本飲料は健康飲料として位置付けられる。本飲料の成分や機能性を明らかにすることにより市場価値を高めることが可能と考えられる。また、紫芋焼酎粕の清涼飲料への利用は、処理方法が環境問題となる焼酎粕の有効利用方法の一例として提案できる。

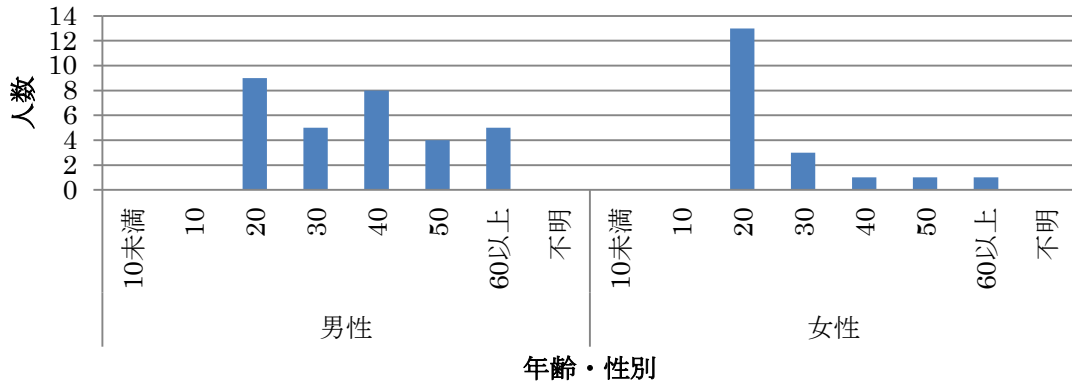


図5. もろみ酢入り飲料試作品 左；ザクロ味、右；カシス味

2-2. もろみ酢飲料の東海大学研究フォーラム出展およびアンケート

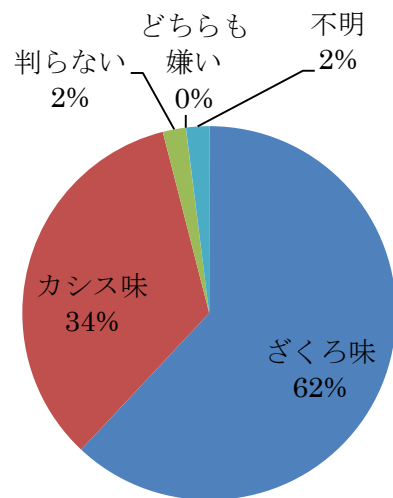
2011年12月8日に開催された東海大学研究フォーラムにてもろみ酢飲料の展示ならびにアンケート調査を行った。もろみ酢飲料に関するアンケートは、性別・年齢、ざくろ味とカシス味の好みについて行った。性別・年齢は、男性31名で20代から50代までほぼ同数であり、女性19名で多くは20代だった。

2011東海大学研究フォーラム
もろみ酢飲料アンケート 年齢・性別



ざくろ味とカシス味では、ざくろ味支持 31 名（62%）で、カシス味支持 17 名（34%）の約 2 倍高かった。

2011東海大学研究フォーラム
もろみ酢飲料アンケート 味の好み



記入意見では、・後味が甘すぎる。・なるべく低価格で提供して下さい。・商品化希望。美味しかった。・パッケージを女性向きにしてください。・少し甘い。・健康食品として売り込んでみたらどうでしょうか。・1回に飲む量の目安がほしい。・酢がつんどきつなく子供にも飲めると思う。・原液を薄めるタイプも検討してほしい。・カシスのほうが良かった。・大変おいしかったです。・思っていたより飲みやすかったです。などが挙げられ、概ね好評であった。

2011 年度東海大学研究フォーラムでのもろみ酢飲料の評価は良好だった。本フォーラムの参加者は東海大学の関係者であり、好意的意見を述べる方々が多かったためと考えられる。

2-3. もろみ酢飲料改良品の学内アンケート

東海大学研究フォーラムでの意見を参考に、果実連でもろみ酢飲料の改良品を製造していただき、それらの評価を 2012 年 12 月 19 日に東海大学農学部で行った。アンケート結果を以下に示す。

・試飲サンプル 6 種：①カシス味オリジナル、②カシス味改良 1、③カシス味改良 2、④ざくろ味オリジナル、⑤ざくろ味改良 1、⑥ざくろ味改良 2

・試飲者：東海大学農学部バイオサイエンス学科 3、4 年生 総数 10 名

・性別 男 8 女 2

・年齢 全員 20 代

I. 酸味 1 すっぱすぎる 2 少しすっぱい 3 適当 4 少しものたりない 5 ものたりない
(1~5 を記入) 平均ポイント 3 より小さい=すっぱい, 3 より大きい=物足りない

① : 2.8 ② : 2.4 ③ : 3.1 ④ : 2.9 ⑤ : 2.9 ⑥ : 3.1

意見：ほぼ適当

・酢を名前に入れるなら少し酸っぱくしても良い。

・①は飲み込む時に酸味がくる。

・どれもちょうど良いですが、②が酸っぱかったです。

II. 甘味 1 甘すぎる 2 少し甘い 3 適当 4 少しものたりない 5 ものたりない
(1~5 を記入) 平均ポイント 3 より小さい=甘い, 3 より大きい=物足りない

① : 2.9 ② : 3.5 ③ : 3.9 ④ : 2.9 ⑤ : 3.5 ⑥ : 3.9

意見：オリジナル適当, 改良甘い

・甘すぎない方がご飯と合う気がする。

・④が好きです。

III. 味 が良い順 (順番を記入) 合計平均ポイント=値が小さいほど良い順位(順位)

① : 4.6 (6) ② : 3.9 (4) ③ : 4.3 (5) ④ : 2.9 (1) ⑤ : 3.2 (3) ⑥ : 2.6 (2)

意見：④1 位

・①②③は少し臭い。

・④が好きです。

IV. 色 が良い順 (順番を記入) 合計平均ポイント=値が小さいほど良い順位(順位)

① : 3.7 (4) ② : 3.3 (3) ③ : 3.9 (5) ④ : 2.8 (1) ⑤ : 3.2 (2) ⑥ : 4.1 (6)

意見：④1 位

・全体的に透明感が無いので、逆に濃い方が良い。

・薄い色の方が美味しそうです。

V.全体で良い順（順番を記入） 合計平均ポイント＝値が小さいほど良い順位(順位)

①：4.7 (5) ②：4.7 (5) ③：3.5 (4) ④：2.5 (1) ⑤：2.7 (2) ⑥：2.9 (3)

意見：総合で④1位

- ・におい、味、酸味は④が一番。
- ・すべてにおいて④が良いです。

VI.現段階で最も良いもので一回に飲む分量（該当に○）

100 ml,4 250 ml,4 280 ml,2 350 ml,0 500 ml,0

意見：少なめ

- ・お昼と一緒に飲む時、多すぎず、少なすぎずの200mlが良い。
- ・今のままでは商品化は厳しいとおもいます！

VII.現段階で最も良いもので一回に購入する分量（該当に○）

100 ml,3 250 ml,3 280 ml,2 350 ml,1 500 ml,1

意見：若干少なめ 意見別紙 総合で量は少なめ？

- ・酔がきつ過ぎなく、甘過ぎない、喉の渴きを潤せる程度の量だったら250~280ml。
- ・自分の口には申し訳ありませんが合わなかったので100mlにしました。

VIII.東海大学のブランドで280mlを120円で売ること検討しています。このことについて意見を求めます。ご協力ください。

意見：

- ・お酔が好きなので酸味が強い方がいい。110円が良いと思います。
- ・少し高い。紙パックが良い。色が見えなくていいから。飲みきりがよいと思う。ペットボトルは少し邪魔。缶か紙パック。
- ・普通のジュースで売るのであれば、少し甘い④。酔のジュースで売るのであれば、①。1L売りが欲しい。
- ・280mlを110円が良い。
- ・今のままでは商品化が厳しいと思います。

以上のアンケート結果だった。身内故の手厳しい意見もあったが、概ね好評だった。総合的にざくろ味オリジナルが最も高い評価を得たので今後の試飲に用いることにした。

2-4. もろみ酢飲料のビジネスマッチング出展およびアンケート

開発したもろみ酢飲料を商品化し市場に提供することを目的として、2012年1月25日にホテルクリオコート博多（福岡市）で開催された九州地域バイオクラスター推進協議会アライアンスマッチング事業「機能性素材・健康食品ビジネスマッチング in 九州 2012」に参加した。もろみ酢飲料に関しては、昼食時に3分間プレゼンテーションを行って参加者にアピールした。商談では、COOP九州の担当者から、飲料について好意的意見をいただいたが、実際の商品化には生産や流通に資本が必要であることを伝えられた。展示会での試飲アンケートでは、以下の結果が得られた。今回は、東海大学農学部バイオサイエンス

学科で好評だったざくろ味オリジナルのもろみ酢飲料のみを試飲に提供した。

・試飲品：焼酎粕飲料（ざくろ味オリジナルのみ）

・有効回答数 15（対象者：販路開拓支援セミナーへの参加者で、健康食品産業界に意識のある方々）

・各質問事項についての集計結果

① 試飲されている方の性別・年齢

男性（12名 80%）：30代（5名 33%）、40代（3名 20%）、50代（2名 13%）、60歳以上（2名 13%）

女性（3名 20%）：20代（2名 13%）、30代（1名 7%）

健康食品産業に高い意識をもったバイヤーや売り手などがターゲットとなり、30～40代の働き盛りの男性が53%と半数を占めた。女性の比率は20%で、20～30代の意見として捉える。

② 味について

大変おいしい（5名 33%）、おいしい（9名 60%）、ふつう（0名）、まずい（0名）、大変まずい（0名）、無記入（1名 7%）

コメント：

- ・もう少し甘くなくてもおいしいと思います（大変おいしい・20代女性）。
- ・味ものどごしも良いです（大変おいしい・30代男性）。
- ・飲みやすい商品でした（大変おいしい・50代男性）。
- ・アセロラドリンクに似ていて効きそう（おいしい・50代男性）。
- ・非常に飲みやすい（おいしい・60歳以上男性）。
- ・飲みやすくおいしかったです（おいしい・30代男性）。
- ・もろみ酢という事で、もっと酸味が強いとおもったがマイルドで飲みやすい。少しあますぎる？（おいしい・30代男性）。
- ・普通においしいです（おいしい・40代男性）。
- ・甘口が丁度良い、酸味がのこるのが良い（無記入・60歳以上男性）。

焼酎粕飲料の味について、「大変おいしい」&「おいしい」が93%を占め、無記入の方もコメント欄ではよいとの意見があった。すべての方より好評価を得る事ができた。20代女性と30代男性から甘さをもう少し控えてもよいという意見があったが、60歳以上男性ではちょうどよいとの感触が得られた。消費者層のターゲットにより検討してもよいと思われる。

③ 製品そのもの

大変よい（7名 47%）、よい（7名 47%）、ふつう（1名 7%）、わるい（0名）、大変わるい（0名）

コメント：

- ・原材料～コンセプトまでしっかり作られている（大変よい・30代男性）。
- ・循環型の事業という点が大変よいと思う（大変よい・30代男性）
- ・ラベル・デザインが良いです（大変よい・50代男性）。
- ・ネーミングがオシャレ感が必要（よい・50代男性）。
- ・売れる場所を、ターゲットを決めて（よい・60歳以上男性）。
- ・パッケージが悪い（ふつう・40代男性）。

製品または商品としての妥当性について、「大変よい」&「よい」が94%を占め、好評価を得た。一方で、ネーミングやパッケージ、マーケティングについての戦略がまだ煮詰まってない我々の弱点箇所について指摘を受けることができた。

④ 産官学の連携で開発された商品として取扱うことは可能か

取扱い：はい（7名 47%）、いいえ（3名 20%）、無記入（5名 33%）

コメント：

- ・ 可能であれば（はい・50代男性）。
- ・ 地域活性化につながる製品だと思います（はい・30代男性）。
- ・ 海外などへ輸出できるかも（はい・30代女性）。
- ・ 沖縄の企業なので・・・（いいえ・30代男性）。
- ・ カテゴリーが異なります（いいえ・40代男性）。
- ・ 1本当りのアントシアニン含量が知りたい（いいえ・30代男性）。
- ・ 取扱い無し。販売先を、鶴屋さんはいかがでしょうか？（無記入・40代男性）
- ・ ？（無記入・30代男性）。

大学との共同開発商品であることを前提とした商品として取扱うことが可能か（取り扱いたいか）について、「はい」が47%と半数を占め、わりと好評価だった。「いいえ」との回答が20%であったが、いずれも悪い評価として捉えたものではなかった。一方で、『産官学連携』についての解説が必要なケースも多く、回答を控える「無記入」が33%あった。

2-5. もろみ酢飲料ザクロ味の九州沖縄農研アグリネットワーク・フォーラム出展およびアンケート

2012年3月5日鶴屋百貨店の東館で開催された九州沖縄農研アグリネットワーク・フォーラム展示会場にて試飲会を実施した。以下にもろみ酢飲料試飲時に行ったアンケート結果について示す。

- ・ 試飲品：ペットボトリング焼酎粕飲料（ざくろ味のみ）
- ・ 有効回答数23（対象者：農産物、食と健康に興味のある一般の方、アグリネットワーク・フォーラム参加および関係者など）

●各質問事項についての集計結果

① 試飲されている方の性別・年齢についてお伺いします。

男性（11名48%）：20代（2名9%）、30代（1名4%）、40代（3名13%）、50代（4名17%）、60歳以上（1名4%）

女性（10名43%）：20代（2名9%）、30代（4名17%）、40代（3名13%）、50代（1名4%）

無記入（2名9%）

上記の鶴屋ホールに来場された一般の買い物客で農産物や食と健康に興味のある一般の方、九州沖縄農業研究センターからの出展者や関係者などがターゲットとなり、幅広い年齢層から回答を得た。男女比は約同数程度だった。

② 味についてお伺いします。

大変おいしい（11名48%）、おいしい（10名43%）、ふつう（1名4%）、まずい（0名）、大変まずい（0名）、無記入（1名4%）

コメント：

- ・ 味がまろやかで、とても飲みやすく飽きの出ないおいしさでした（大変おいしい・20代男性）。
- ・ 酸味甘味はよい。香りがもう少し強いとよいかも（大変おいしい・30代男性）。
- ・ とても飲みやすい！（大変おいしい・40代男性）。
- ・ あまり、すっぱくなくて飲みやすいと思います（大変おいしい・50代男性）。
- ・ 大変おいしかった。続けて飲んでいたらいいのかなと思った。どんな効果があるのかな？（大変おいしい・20代女性）。
- ・ 甘さとすっぱさがちょうど良い（大変おいしい・30代女性）。
- ・ あっさりしているのみやすい。子どもでも大丈夫（大変おいしい・30代女性）。
- ・ 常温でも飲み易いので（大変おいしい・50代女性）。
- ・ 大変飲みやすかったです（おいしい・20代男性）。
- ・ 飲みやすい（おいしい・40代男性）。

- ・ 飲みやすい (おいしい・50代男性)。
- ・ 酔のきつい香りがなくとても飲みやすい (おいしい・30代女性)。
- ・ 甘くてフルーティでおいしかったです (おいしい・30代女性)。
- ・ すごく色もきれいで応用できそうで Goodでした (おいしい・40代女性)。
- ・ すっぱすぎず、飲みやすい。とびぬけておいしい、というほどではなかったので、、、 (ふつう・20代女性)。
- ・ おいしいです (無記入・無記入)。

焼酎粕飲料の味について、「大変おいしい」&「おいしい」が91%を占めた。無記入の方がコメント欄ではおいしいと答え、「ふつう」との回答者1名が飲みやすいと記入した。ほぼすべての方より好評価を得る事ができた。幅広い年齢層に受け入れやすい味付けと好評価だった。

③ 製品そのものについてお伺いします。

大変よい (11名 48%)、よい (9名 39%)、ふつう (1名 4%)、わるい (0名)、大変わるい (0名)、無記入 (2名 9%)

コメント：

- ・ 容器ラベルは目立つものにした方が良くも (大変よい・50代男性)
- ・ ムダのないように考えて、あってよいかと思えます (大変良い・30代女性)。
- ・ くせがなくそのまま飲料できる (大変よい・40代女性)。
- ・ この飲料が何に効果があるのかを表に出して欲しい (大変よい・50代女性)。
- ・ 沈殿物はどれくらいあるか (よい・40代男性)。
- ・ 色合いが良い (よい・50代男性)。
- ・ 良いと思えます (よい・20代女性)。
- ・ のみやすい量でよいと思えます。自宅用であれば濃縮タイプでも良いかもしれない (よい・30代女性)。
- ・ 酢入りの甘いお酒 (チューハイ) などに合うのでは? と思いました (ふつう・20代女性)。
- ・ 色もきれいなので夏バテ防止? (クエン酸?) (上と同一の方)。

製品または商品としての妥当性について、「大変よい」&「よい」が87%を占め、好評価だった。とくに消費者目線を意識した女性から意見を多く得た。一方で、容器ラベルや記載事項についても要検討との認識した。

④ 産官学の連携で開発された商品として取扱うことは可能ですか?

取扱い：はい (14名 61%)、いいえ (2名 9%)、無記入 (7名 30%)

コメント：

- ・ 実用化して欲しい (はい・40代男性)。
- ・ ぜひ商品化を! (はい・60歳以上男性)。
- ・ ? (無記入・20代女性)。
- ・ 可能 (はい・50代男性)。

大学との共同開発商品であることをイメージ戦略とした商品として取扱う、または認知することが可能かについて、「はい」が61%と半数を占め、わりと好評価だった。「いいえ」との回答が9%であったが、ここではコメント欄は無記入。一方で、『産官学の連携』ということばがよくわからず回答を控える「無記入」のケースが30%あった。

2-6. 2011年度もろみ酢飲料開発のまとめ

果実連の協力を得て紫芋焼酎粕を原料とするもろみ酢飲料を開発した。本製品は、果実連が衛生的にも商品的にも保障する品質を有しており、東海大学の事務関係および関係企

業を通じて市場展開を行っているが、現在のところ実現していない（2012年9月末）。今後は本飲料の商品価値を高め、市場に提供することが望まれる。商品価値を高めるためには、もろみ酢飲料のアントシアニン含量や抗酸化能、およびその他の生理活性などの機能性について明らかにすることが必要と考えられる。また、果実連で製造するもろみ酢飲料には、若干量の固形分が含まれるので、この固形分を排除した清澄なもろみ酢飲料の開発が求められる。しかしながら、若干残る固形分については整腸作用など生理活性が期待されるので、今後は固形分含有および清澄の2通りのもろみ酢飲料について検討する。

II-3. 紫芋焼酎粕液分の高品質化を目的とした固液分離方法の検討

現時点でのもろみ酢飲料の製造は、焼酎粕を果実連にて遠心分離による固液分離を行っている。出来上がったもろみ酢飲料は、衛生的に問題なく商品化に耐えうるものであるが、若干の固形分を含むため、一般消費者の一部には抵抗を感じる事が予想される。固形分を含まない清澄なもろみ酢飲料の開発を目的として、遠心分離以外の固液分離法の藪田式濾過法を検討した。藪田式濾過法は、日本酒製造でもろみから清酒と酒粕を分離する際に用いられる方法であり、清澄な液分および水分が十分に取り除かれた固形分が得られることが期待される。

まず、試行的に堤酒造が所有する大型の藪田式濾過装置を用いて紫芋焼酎粕の固液分離を試みた。紫芋焼酎粕原液を用いたところ、濾過装置に充填する際に目詰まりして処理が行えなかった。その原因は、紫芋焼酎粕の粘性が高いことが考えられたので、紫芋焼酎粕を水で2倍に希釈し、粘性を低下させて藪田式濾過を行ったところ良好な処理が行えた。得られた液分の清澄度は高く、固形分の物性も良好であった（図6～11）。

堤酒造が所有する藪田式濾過装置での紫芋焼酎粕の固液分離は可能であることが示された。しかし、処理量やコスト、2倍希釈に対して再度濃縮する必要性や固液分離後もカビが生えやすい衛生上欠点など克服すべき問題が未だ多く残っている。もろみ酢飲料の製品化には、食品を扱うに足る衛生的環境を備えたトータルな設備設計および投資が必要である。



図6. 焼酎粕希釈準備



図7. 焼酎粕



図 8 . 堤酒造藪田式濾過装置



図 9 . 排出濾液



図 1 0 . 藪田式濾過装置による固液分離で得られた 2 倍希釈紫芋焼酎



図 1 1 . 固液分離処理後の濾布からの固形分回収

II-4. 紫芋焼酎粕からのアルコール除去条件の検討

焼酎粕からの機能性健康飲料の商品化には、安全性、呈味性、および嗜好性など克服すべき問題があるが、それらの問題の一つに残存アルコールの問題がある。そこで、2010年度に酢酸菌を用いて焼酎粕に残存する1%弱のアルコール分に取り除く方法を開発した。2011年度は、紫芋焼酎粕からのアルコール除去における酢酸菌接種量の検討を行った。

酢酸菌 *Acetobacter pasteurianus* NBRC3283 の菌体増殖は、グルコース 5 g/L を含む 804 培地を用い、培地量 5 mL の試験管培養後、培地量 50 mL のバッフルフラスコ培養を行った。エタノール除去に用いる酢酸菌菌体は、バッフルフラスコ培養での培養液を遠心分離して上清を取り除いた沈殿を用いた。酢酸菌によるエタノール除去は、紫芋焼酎粕液分 50 mL に 0~50 mL 培養液相当の酢酸菌菌体を再懸濁して振とう培養した。エタノール濃度および酢酸濃度の分析は F-キットを用いた。

図 1 2 に紫芋焼酎粕液分からのエタノール除去での酢酸菌接種量の影響について示す。菱形水色が酢酸菌無接種での処理液中のエタノール濃度、菱形赤が酢酸菌無接種での処理液中の酢酸濃度を示す。酢酸菌無接種でのエタノール濃度は緩やかに減少したが、酢酸濃度の増加は確認されなかった。オープンシンボルの 0.01~1 mL 培養液相当の酢酸菌接種では、培養 18~24 時間でエタノール濃度の顕著な低下と酢酸生産が確認された。また、クローズシンボルの 5~50 mL 培養液相当の酢酸菌接種では、培養 6~12 時間でエタノール濃度の顕著な低下と酢酸生産が確認され、培養 12 時間でエタノール濃度は 0 になった。0.01~1 mL 培養液相当の酢酸菌接種においても培養時間を延長することにより、エタノールの完全除去が行えると推察される。

以上の結果から、速やかなエタノール除去を行うためには 5%以上の培養液相当の酢酸菌接種が必要であることと、1%以下の培養液相当の酢酸菌接種でも長時間の培養によりエタノールの完全除去が行われることが示唆された。今後は、処理手順の簡略化および酢酸によるもろみ酢飲料の風味および付加価値向上を目的として固液分離前の焼酎粕への酢酸菌接種の影響について検討する。

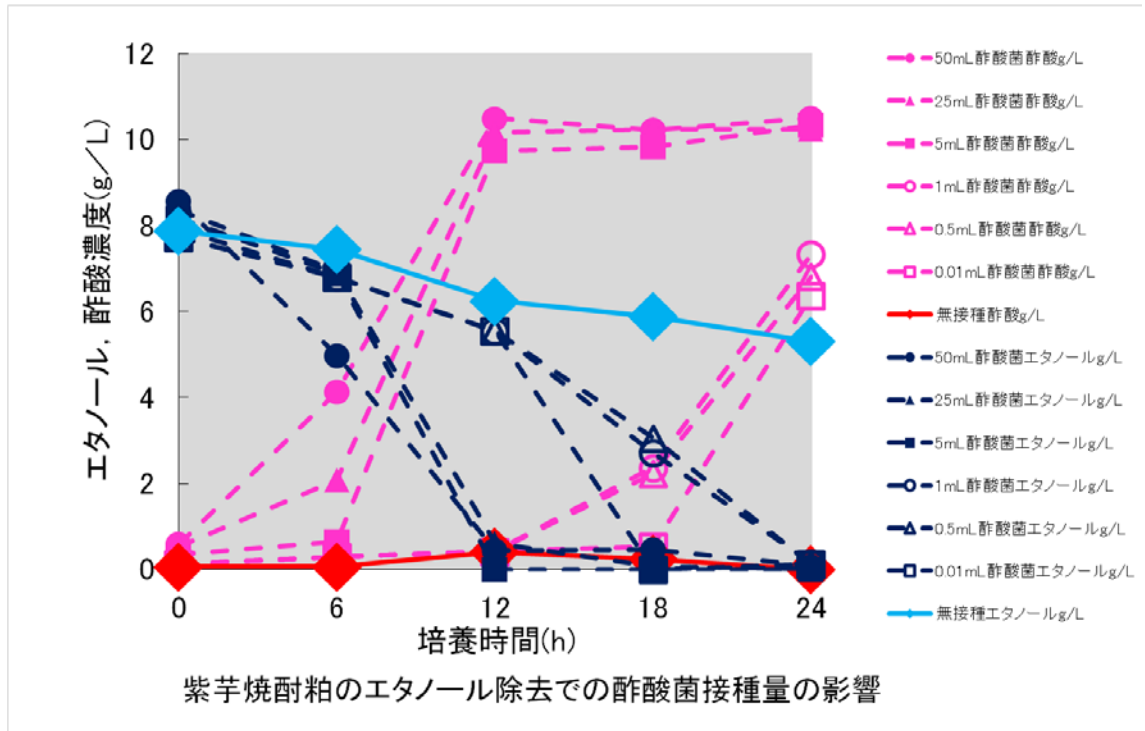


図 1 2. 紫芋焼酎粕のエタノール除去での酢酸菌接種量の影響

III. まとめ

本プロジェクト研究は、ムラサキマサリを用いた高度循環型醸造に関する産官学研究を基に、さらなる進展を目指し、醸造時に生じる焼酎粕の包括的再利用を目的とする。初年度は、従来のムラサキマサリを含め、高色素含有イモの収量等を含めた総合的評価を行うため、本学農場において、基準となる、ベニアズマを含め、7品種の栽培試験を行った。その結果、アントシアニン含量、でんぷん含量ともに高く、また、高い収量を示す、ムラサキマサリが、本学における「紫芋焼酎」原材料として、最適品種の一つであることが分かった。

そこで、ムラサキマサリ焼酎「阿蘇乃魂」を醸造後、焼酎粕の活用試験を行った。今回は、焼酎粕からの機能性飲料開発を中心に行ったが、その際、搾汁方式を、従来の連続遠心分離法から、省力、低コスト、短時間での固液分離を可能にする、藪田式搾汁法を本格的に導入した。本方式により得られた搾汁液は、試行錯誤の結果、実用化に耐えうる、「もろみ酢飲料」になる可能性を示した。さらに、藪田式により得られた固形分は、従来のものに比べ、水分含量が低く、機能性食品原料や飼料資源としての取り扱いが容易になるため、今後、この分野についても検討する。

IV. 謝辞

本プロジェクト研究を実施するにあたり、多大なる、ご支援、ご指導を賜った熊本県果実農業協同組合（果実連）様、堤酒造株式会社様、西酒造株式会社様に対し、心より、御礼申し上げます。

V. 参考文献

佐伯真菜美、内平倫義、安田伸、村田達郎、芝田猛、荒木朋洋、松田靖、多賀直彦、本田憲昭、服部法分、岡本智伸、栴田聖孝、アントシアニン含有甘藷を活用した機能性成分の有効利用（飼料化）に関する研究、東海大学農学部紀要、第31巻、1-5、2012.

佐伯真菜美、内平倫義、安田伸、村田達郎、芝田猛、荒木朋洋、松田靖、多賀直彦、本田憲昭、服部法分、岡本智伸、栴田聖孝、アントシアニン含有甘藷を活用した機能性成分の有効利用（飼料化）に関する研究、日本暖地畜産学会、第54巻、279、2011.

安田伸、多賀直彦、本田憲昭、栴田聖孝、村田達郎、松田靖、芝田猛、荒木朋洋、紫芋を用いた高度循環型醸造に関する産官学研究の取り組みおよびムラサキマサリ焼酎粕の機能性、平成23年度日本農芸化学会西日本支部・中四国支部合同大会、P58、2011.

安田伸、小山生法、須藤剛平、諸井崇久、多賀直彦、本田憲昭、栴田聖孝、村田達郎、松田靖、芝田猛、荒木朋洋、紫芋を用いた高度循環型醸造に関する産官学研究の取り組み：ムラサキマサリ焼酎粕のHL-60 ヒト前骨髄性白血病細胞に及ぼす増殖抑制効果、第48回化学関連支部合同九州大会、2011.

岩下小太郎、栴田聖孝、村田達郎、芝田猛、荒木朋洋、安田伸、松田靖、本田憲昭、多賀直彦、酢酸菌による紫芋焼酎粕液分のエタノール除去、第64回日本生物工学会大会、P.54, 2012.