

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 6 年 6 月 6 日現在

機関番号：17701

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21K02109

研究課題名（和文）日本伝統蒸留酒「芋焼酎」の甘い香りが生まれるところ

研究課題名（英文）The mechanism to produce the sweet flavor in the traditional Japanese spirit "imo-shochu"

研究代表者

吉崎 由美子 (Yoshizaki, Yumiko)

鹿児島大学・農水産獣医学域農学系・准教授

研究者番号：80452936

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：オレンジ色果肉サツマイモ品種ハマコマチ由来  $\gamma$ -ダマセノン前駆体（compound 2）の単離同定を試みると共に、製造工程を工夫することによる芋焼酎中の  $\gamma$ -ダマセノン量の増加を試みた。蒸煮芋抽出液を用いて種々のカラムクロマトグラフィーに供し、精製を試みたが単離同定まで至らなかった。そこでハマコマチを用いた芋焼酎中の  $\gamma$ -ダマセノンの増加方法について、酵素、蒸留pH、蒸留時間の3点で検討すると共に、前駆体の構造につながる情報を取得することを目指した。その結果、いずれの結果においてもcompound 2もcompound 1の特徴と類似しており、compound 2も配糖体であると強く示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、芋焼酎の特徴香気成分である  $\gamma$ -ダマセノンの生成に関して製造工程との関係解明について着目したものである。サツマイモの甘い香気に寄与する前駆体構造が明らかになれば、新たな品種開発や選抜の新たな指標となることから、高品質サツマイモの作出に貢献することができる。加えて、ワインの香気においても  $\gamma$ -ダマセノンの重要性は認知されていることから、本研究成果は世界の酒関係者の関心に合致するものであり、“焼酎”の国際的な認知度の向上とそれに伴う輸出拡大に結びつくものである。

研究成果の概要（英文）：In this study, we aimed to isolate a new precursor of  $\gamma$ -damascenone (compound 2) in sweet potatoes with orange-colored flesh and to develop a protocol for increasing  $\gamma$ -damascenone in imo-shochu by modifying the shochu-making procedures. Although we attempted to isolate the precursor from the sweet potato extract using various column chromatography methods, we were unsuccessful. Therefore, we conducted experiments to increase the  $\gamma$ -damascenone in imo-shochu by adding the enzyme and/or adjusting the mash-pH at the time of distillation or changing the duration of distillation. The results showed that compound 2 has almost same characteristics as compound 1, suggesting that compound 2 is also a glycoside.

研究分野：発酵工学

キーワード：芋焼酎 オレンジ色果肉サツマイモ 甘い香気  $\gamma$ -ダマセノン 前駆体 発酵条件 蒸留条件

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

#### 1-1. 焼酎の香り

焼酎は約 500 年の歴史をもつ日本の伝統的蒸留酒であり、清酒と同様に『國酒』に認定されている。芋焼酎ブームと称された第三次焼酎ブーム (2003~2007 年) 以降、焼酎の消費数量は清酒を越え、日本全国で飲まれるようになった。芋焼酎では主原料であるサツマイモに含まれる様々な化合物が、微生物の作用 (発酵) や製造工程による変換を受けることで特徴的な香気が形成されると考えられる。その複雑性は、原料の特性が重視されるワインに近いと考えられる。芋焼酎の独特な甘い香り生成機序の解明は、焼酎“らしさ”が生まれるところを科学的に証明することに貢献できるものである。

#### 1-2. 芋焼酎の甘い香り生成

芋焼酎“らしい”香りとして、蒸したサツマイモを連想させる甘い香気が挙げられる。これは、清酒や米焼酎に感じられる酵母由来の果実を連想する甘い香気 (酢酸イソアミル等) や、ラム酒や黒糖焼酎に感じられるメイラード反応由来の綿あめ様の甘い香気 (フラン、ピラジン類) とは質が異なる。これまでの研究から芋焼酎の甘い香気に寄与する化合物が“ $\beta$ -ダマセノン”であることが明らかにされていた。 $\beta$ -ダマセノンは、焼酎以外にもバラやハチミツ、ワインにて検出されており、その芳香と匂い閾値の低さから食品における重要な香気化合物として知られている。さらにワインの原料であるブドウにおいて  $\beta$ -ダマセノンは、配糖体型の前駆体として植物体中存在していることが報告されている。

$\beta$ -ダマセノンは芋焼酎に検出される一方で、米・麦焼酎には検出されないことからサツマイモに由来することが示唆されていた。これまでに芋焼酎の製造工程における  $\beta$ -ダマセノンの生成ステップと寄与する因子を報告している (Yoshizaki et al., J. Inst. Brew., 2010)。具体的には、サツマイモにおいても  $\beta$ -ダマセノンは前駆体として存在することを明らかにし、芋焼酎における  $\beta$ -ダマセノン生成の最重要工程は、蒸留であることを報告した。加えて、発酵もろみの pH が 5 以下でなければ生成されないことも明らかにしている。焼酎製造に主に用いられる黒麹・白麹菌 (共に *Aspergillus luchuensis*) は、清酒製造に用いられる黄麹菌 (*Aspergillus oryzae*) と異なり、多量のクエン酸を生産する性質をもつ。したがって、焼酎用麹菌を使うことで、もろみに多量のクエン酸が持ち込まれ、発酵もろみの pH が低く抑えられ、蒸留による  $\beta$ -ダマセノンの生成を促進する効果があることが分かった。つまりは、芋焼酎の「甘い香り」は、単にサツマイモを用いればよいのではなく、焼酎用麹菌の特性と蒸留という蒸留酒に特徴的な製造工程が関わることで生み出されたものであることを明らかにしてきた。

現在までに芋焼酎製造の好適サツマイモ品種コガネセンガンより配糖体型の前駆体“Compound 1”の単離・構造決定に成功している。しかしながら、Compound 1 から  $\beta$ -ダマセノンへの変換機序は未解明であり、かつコガネセンガンよりも芋焼酎の  $\beta$ -ダマセノン量が極めて多くなるオレンジ色果肉のサツマイモ品種には、Compound 1 以外の前駆体が存在する可能性が強く示唆された。

### 2. 研究の目的

本研究では、芋焼酎の「甘い香り」の生成機序を明らかにし、製造工程における増強方法を確立することおよびサツマイモ品種における育種の新たな指標の確立を目指した。

### 3. 研究の方法

#### 3-1. オレンジ色果肉サツマイモからの前駆体の単離精製

##### 3-1-1. 前駆体のカラムクロマトグラフィーによる単離

サツマイモ品種は、ハマコマチを使用した。蒸煮したサツマイモより 80% エタノールにより抽出を行い、サツマイモ抽出液とした。抽出液に含まれるエタノールをロータリーエバポレーターにより除去し、カラムクロマトグラフィーに供した。具体的には、セパビーズカラム、ODS カラム、Sephadex カラム、HPLC によるゲルろ過カラム、HPLC による ODS カラムによる分離を行なった。前駆体を含む画分の決定は GC-MS を用いておこなった。

##### 3-1-2. 前駆体が含まれる画分の決定方法

サツマイモに含まれる  $\beta$ -ダマセノン前駆体は、酸性条件で加熱することで  $\beta$ -ダマセノンへ変換される。生成された  $\beta$ -ダマセノンを GC-MS で検出することで、前駆体が含まれていた画分を決定した。

#### 3-2. 芋焼酎に含まれる $\beta$ -ダマセノンを増加させる製造工程

##### 3-2-1. 蒸し芋破砕液の pH 処理および酵素処理

蒸煮サツマイモ 10 g をビーカーに取り、40 ml 脱塩水を入れ、ホモジナイズした後に塩酸及び水酸化ナトリウムで pH2~7 にそれぞれ調整し、脱塩水で 50 ml に定容した。得られた蒸し芋粉砕液を煮沸浴中にて 1 時間加熱を行った。冷却後 GC-MS によって  $\beta$ -ダマセノンを分析した。酵

素処理では、粉碎した芋 100 g に 3 倍量の脱塩水を入れ、ホモジナイズした後に pH 4.5 に調整し、フィルター滅菌した 24 種類の糖分解系酵素溶液を加え、30°C で 24 時間酵素反応させた後、煮沸により酵素反応を停止させた。冷却後 GC-MS によって  $\beta$ -ダマセノン进行分析した。

### 3-2-2. 芋焼酎の小仕込み試験

一般的な芋焼酎の製造方法に従い、小仕込み試験を実施した。蒸留時の pH の影響を見る試験では、発酵終了時のもろみをクエン酸溶液にて pH を 3 または 3.5 に調整し、コントロールとして pH を調整しないもろみを使用した蒸留も実施した。蒸留時間の影響を見る試験では、蒸留時間を 50 min (通常)、75 min、100 min に調整した。酵素添加の影響をみる試験では、二次仕込み時に選抜酵素製剤を芋量の 1/1000 量で添加した。

## 4. 研究成果

### 4-1. オレンジ系果肉サツマイモからの前駆体の単離精製

オレンジ色果肉サツマイモであるハマコマチから前駆体を抽出するためにコガネセンガンで用いた方法を参考にし、蒸煮サツマイモに重量の 5 倍量の 80% エタノール溶液を加えて、ホモジナイズすることで抽出した。得られたサツマイモ抽出液は GC-MS 分析を行った結果、371  $\mu\text{g}$  の  $\beta$ -ダマセノンが検出された (Figure 1)。

サツマイモ抽出液をセパビーズカラムに供し、FT (非吸着画分) 及び a1, a2, a3 の 4 画分に再分画した。それら画分における  $\beta$ -ダマセノン量を測定した結果、FT 及び a2 画分に多くの  $\beta$ -ダマセノンが検出された。このことから、カラムの吸着量を超える量のサンプルが供されたために過剰な  $\beta$ -ダマセノン前駆体が吸着しきれず非吸着画分から検出されたと予想された。そこで FT と a2 画分をまとめ、再度セパビーズカラムに供し、吸着性の確認を行った結果、カラム吸着画分に多くの  $\beta$ -ダマセノンが検出された (94  $\mu\text{g}$ )。1 回目と 2 回目の前駆体含有画分をまとめて、3 回目のセパビーズカラムに供した。この時、溶出液のエタノール濃度を 20% からスタートし、60% エタノールまで上昇させることで溶出させた。その結果、非吸着画分と吸着画分より  $\beta$ -ダマセノンが検出されたことから、2 つの前駆体を分離することができたと考えた。

コガネセンガンより単離した Compound 1 の精製結果を参考にし、オレンジ色果肉サツマイモ特異的な前駆体である Compound 2 は非吸着画分に含まれると想定した。そこで次に FT (非吸着画分) を ODS カラムに供した。ODS カラムによって FT-c (非吸着画分)、c1, c2, c3 の 4 画分を取得した。それら画分における  $\beta$ -ダマセノン量を測定した結果、c1 画分に最も多くの  $\beta$ -ダマセノンが検出された (115  $\mu\text{g}$ )。c1 画分を用いて 2 回目溶出した結果、FT-d (非吸着画分) 及び d1, d2, d3, d4, d5 の 6 画分に再分画した (Figure 2-3-3)。それら画分における  $\beta$ -ダマセノン量を測定した結果、d2 画分に最も多くの  $\beta$ -ダマセノンが検出された (78  $\mu\text{g}$ )。次に d2 画分は、Sephadex カラムに供した。Sephadex カラムによって、e1, e2, e3, e4 の 4 画分に分画した。GC-MS 分析による  $\beta$ -ダマセノン量を測定した結果、e1 画分に最も多くの  $\beta$ -ダマセノンが検出された (39.93  $\mu\text{g}$ )。次に e1 画分は、HPLC-ゲルろ過カラムや、HPLC-ODS カラム、シリカゲルカラムなど種々のクロマトグラフに供したが、明瞭に分離することができず、この後の精製工程については、今度も検討を行なっていく。

### 4-2. 芋焼酎に含まれる $\beta$ -ダマセノンを増加させる製造工程

焼酎製造を工夫することによって  $\beta$ -ダマセノンを増加させる方法や条件が分かれば、新たな方面から前駆体の情報を得られると考えた。

#### 4-2-1. 蒸芋破砕液を用いた pH 条件の検討および酵素製剤の選抜

蒸芋破砕液を用いて  $\beta$ -ダマセノン生成への pH の影響を調べた。破砕液を pH 2~4 に調整し、加熱処理を行なったところ、pH が低いほど  $\beta$ -ダマセノンが多く生成され、pH 5 以上では急激に生成量が少なくなった (図 2A)。このことより pH は低いほど、 $\beta$ -ダマセノンが多く生成することが確認された。これは、Compound 1 の傾向と一致するものであった。

次に  $\beta$ -ダマセノン増加に酵素の影響を検討した。まず蒸し芋破砕液に 24 種類の細胞壁分解系酵素を処理してスクリーニングした。ほぼすべての酵素が  $\beta$ -ダマセノン生成能を有しており、特に *Aspergillus* から由来するマンナーゼ系酵素製剤 1 種と、ペクチナーゼ系酵素製剤 4 種の計 5 種の酵素に強い活性が認められた (図 2B)。このことからハマコマチの前駆体も配糖体である可能性が強く示唆された。

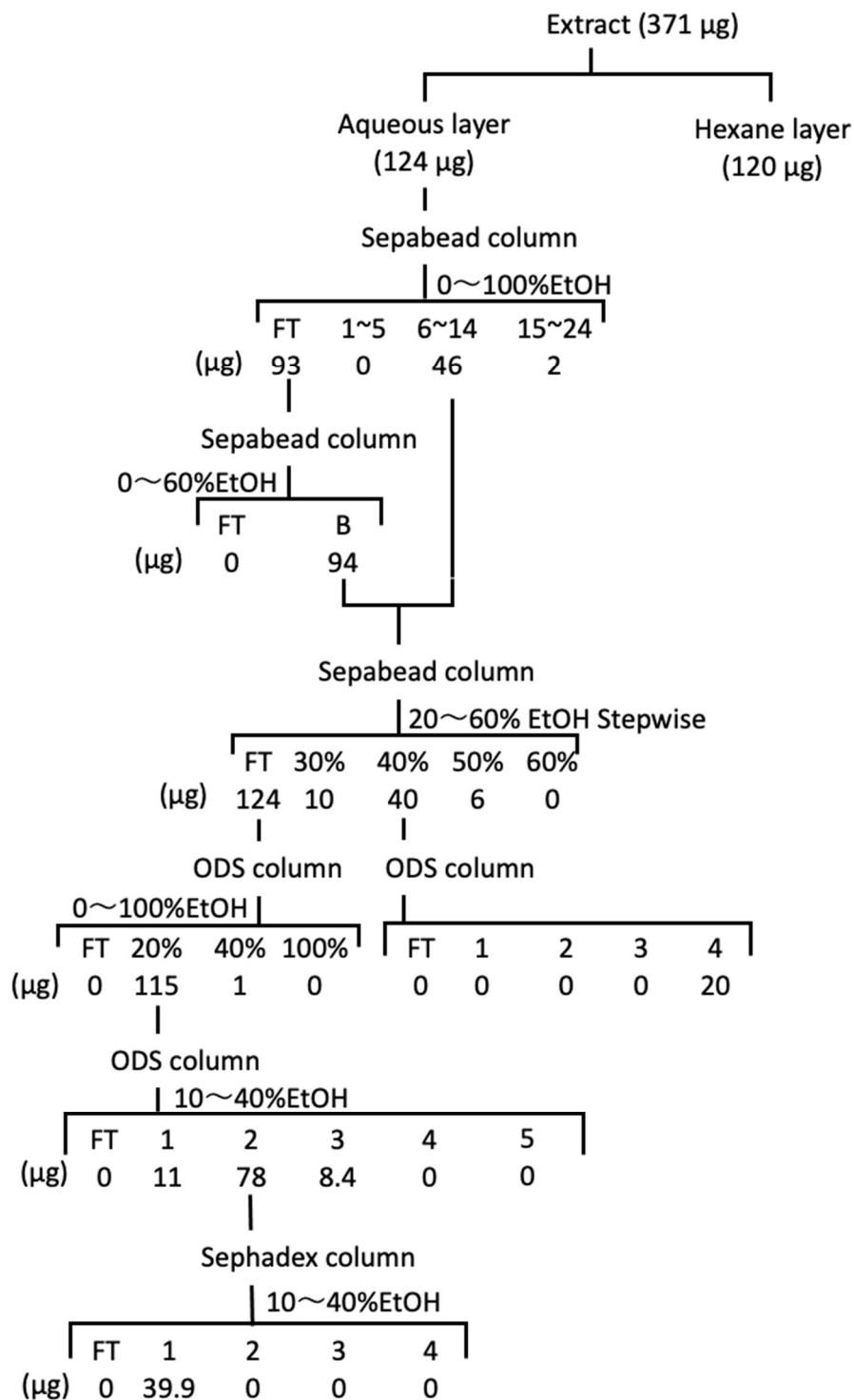


図1. オレンジ色果肉サツマイモからのβ-ダマセノン前駆体精製ステップ

#### 4-2-2. 蒸留時 pH および蒸留時間の影響

ハマコマチを用いて芋焼酎の製造を行った。もろみは同じ条件で作製，発酵させた。蒸留直前のもろみ pH を調整（無調整 pH 4.2, pH 3.5, pH 3.0）し，蒸留した。その結果，pH 3.0 調整の芋焼酎に最も多くの β-ダマセノンが検出された（図 3A）。このことから，より低い pH で蒸留することで焼酎の β-ダマセノン量を増加させることができることが分かった。

次にもろみの加熱時間を変化させるために，蒸留時間を変えた条件で蒸留を行なった。研究室の蒸留器の通常蒸留時間である 50 min に対して 75 min, 100 min とした。作製した焼酎中 β-ダマセノン量を測定したところ，蒸留時間が長いほど，焼酎中 β-ダマセノン量が多くなることが確認され，100 min 蒸留の芋焼酎には最も多くの β-ダマセノン量が含まれていた（図 3B）。

#### 4-2-3. 発酵時もろみへの酵素添加の影響

蒸芋破砕液を用いた酵素剤のスクリーニングより選抜した酵素 5 種を用いて二次もろみ仕込

み即下において酵素添加を行い、小仕込みした。その結果、5種の酵素の内、No. 18 添加のもろみは対照の酵素無添加のものよりも発酵が遅かった。*Aspergillus* 由来ペクチナーゼ系 No.17 および No. 19 において焼酎中の  $\beta$ -ダマセノン量が多くなることが確認された (図 3C)。この2種類酵素は  $\beta$ -ダマセノン量の多い芋焼酎製造に適すると考えた。ペクチナーゼの基質であるペクチンはガラクトuron酸を主とする多糖類である。Compound 1 のグリコン部分であるアピオースはガラクトuron酸の側鎖の一つであり、植物においてグルクロン酸を基質にして生成できることから、compound 2 はガラクトuron酸、アピオース及びグルクロン酸のような配糖体構造を持つと推測できた。

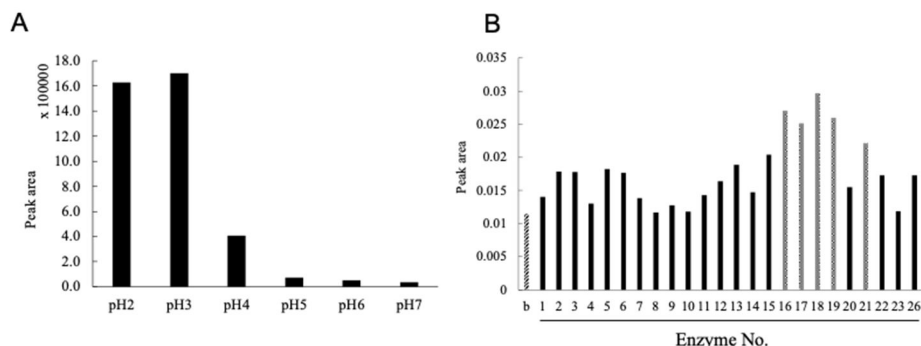


図2. 蒸芋破砕液を用いたpH条件の検討および酵素製剤の選抜

最後に本研究で確認した全ての  $\beta$ -ダマセノン増加方法を施して芋焼酎の小仕込み試験を行った。具体的には No. 17 または No. 19 を二次もろみ仕込み即下で添加し、発酵終了後にもろみ pH を 3.0 に調整し、蒸留時間 100 min にて蒸留を行った (図 3D)。これで製造した芋焼酎は、一般的な芋焼酎と比べて 3~6 倍以上量の  $\beta$ -ダマセノンを含むことが確認され、甘い風味豊かな芋焼酎の製造が期待できた。

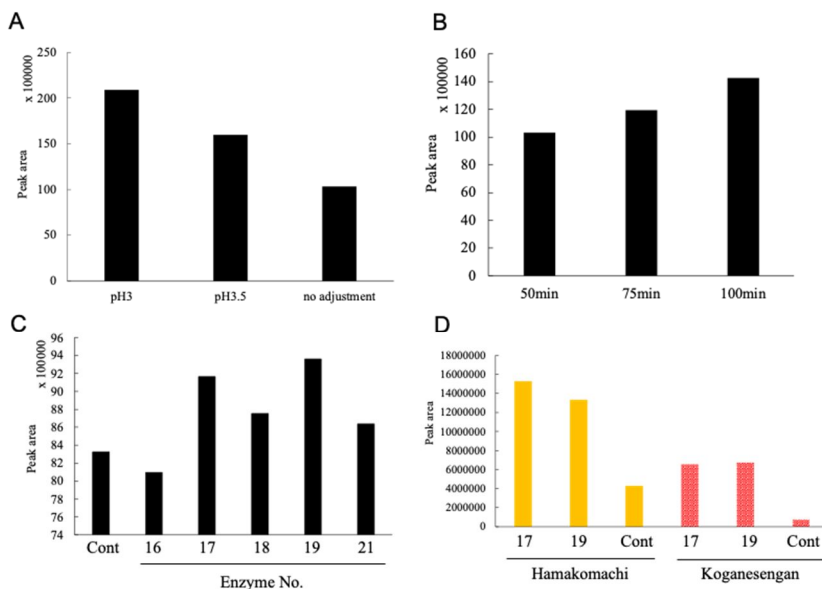


図3. 芋焼酎中 $\beta$ -ダマセノンの増強に寄与する製造工程

A, 蒸留時もろみpHの影響; B, 蒸留時間の影響; C, 酵素添加の影響; D, 酵素添加およびもろみpH, 蒸留時間の影響

また官能評価では、ハマコマチを原材料とした場合、No. 17 添加の焼酎は花様、果実様が強かった。No. 19 添加の焼酎は柑橘様が強かった。コガネセンガン製の場合、No. 17 及び No. 19 添加の焼酎は蒸し芋香が強かった。酵素添加の焼酎は酸臭が抑えられた。味の官能評価した結果、ハマコマチの場合、No. 17 添加の焼酎はまるやかさと甘味が強かった。No. 19 添加の焼酎は渋みと苦味を強調された。コガネセンガン製の場合、酵素添加の焼酎はキレと甘味が強く、酸味は抑えられた。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計17件（うち査読付論文 17件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Wang Tiantian, Hanashiro Isao, Yoshizaki Yumiko, Kobashi Yuki, Noda Suzuka, Okutsu Kayu, Futagami Taiki, Tamaki Hisanori, Takamine Kazunori	4. 巻 70
2. 論文標題 Shochu Koji Microstructure and Starch Structure during Preparation	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Applied Glycoscience	6. 最初と最後の頁 109 ~ 117
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5458/jag.jag.JAG-2023_0006	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Kobayashi Ryota, Mitsui Yoshifuru, Yoshizaki Yumiko, Takahashi Kohki, Takamine Kazunori, Koyama Keiichi	4. 巻 586
2. 論文標題 Controlling the growth of yeast by culturing in high magnetic fields	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Magnetism and Magnetic Materials	6. 最初と最後の頁 171193 ~ 171193
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jmmm.2023.171193	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Kayu Okutsu, Yuka Yamamoto, Fumiya Matsuo, Yumiko Yoshizaki, Taiki Futagami, Hisanori Tamaki, Goki Maeda, Eito Tsuchida, and Kazunori Takamine	4. 巻 135
2. 論文標題 Characterization of aroma profiles of kokuto-shochu prepared from three different cultivars of sugarcane	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Bioscience and Bioengineering	6. 最初と最後の頁 458&#8211;465
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jbiosc.2023.03.010	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Kentaro Hiramatsu, Atsushi Nishitani, Kayu Okutsu, Yumiko Yoshizaki, Kazunori Takamine, Hisanori Tamaki, Taiki Futagami	4. 巻 87
2. 論文標題 Efficient gene targeting in Aspergillus chevalieri used to produce katsuobushi	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry	6. 最初と最後の頁 672&#8211;682
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/bbb/zbad033	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Zitai Wang, Kayu Okutsu, Yumiko Yoshizaki, Taiki Futagami, Hisanori Tamaki, Takuro Maruyama, Kazufumi Toume, Katsuko Komatsu, Fumio Hashimoto, Kazunori Takamine	4. 巻 9
2. 論文標題 Effects of microbial fermentation on enzyme activity and volatile properties of Massa Medicata Fermentata	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Traditional & Kampo Medicine	6. 最初と最後の頁 10-17
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/tkm2.1303	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Bohan Li, Yumiko Yoshizaki, Kayu Okutsu, Yuki Haruyama, Yuta Sato, Taiki Futagami, Hisanori Tamaki, Kazunori Takamine	4. 巻 134
2. 論文標題 Factors that cause replacement of shochu yeast by wild yeast upon Sashi-moto repetition	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Bioscience and Bioengineering	6. 最初と最後の頁 326-330
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jbiosc.2022.07.011	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 曾伝濤, 劉夢迪, 吉崎由美子, 遠城道雄, 奥津果優, 二神泰基, 玉置尚徳, 高峯和則	4. 巻 117
2. 論文標題 サトイモ焼酎の香味特性と焼酎粕の機能性	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 日本醸造協会誌	6. 最初と最後の頁 701-711
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 劉根僑, 吉崎由美子, 奥津果優, 二神泰基, 玉置尚徳, 高峯和則	4. 巻 117
2. 論文標題 サツマイモ固体糖化後仕込みによる芋焼酎製造の可能性	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 日本醸造協会誌	6. 最初と最後の頁 712-723
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 白石洋平, 竹浦滯, 奥津果優, 吉崎由美子, 二神泰基, 玉置尚徳, 和久豊, 高峯和則	4. 巻 116
2. 論文標題 麹菌菌種の違いが芋焼酎の香味形成に及ぼす影響 (第1報) 酵素活性と芋焼酎醪の差異	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本醸造協会誌	6. 最初と最後の頁 39-48
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 白石洋平, 奥津果優, 吉崎由美子, 二神泰基, 玉置尚徳, 和久豊, 高峯和則	4. 巻 116
2. 論文標題 麹菌菌種の違いが芋焼酎の香味形成に及ぼす影響 (第2報) 香気成分と官能評価での差異	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本醸造協会誌	6. 最初と最後の頁 49-58
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Eri Nakamura, Chihiro Kadooka, Kayu Okutsu, Yumiko Yoshizaki, Kazunori Takamine, Masatoshi Goto, Hisanori Tamaki, Taiki Futagami	4. 巻 131
2. 論文標題 Citrate exporter enhances both extracellular and intracellular citric acid accumulation in the koji fungi <i>Aspergillus luchuensis</i> mut. <i>kawachii</i> and <i>Aspergillus oryzae</i>	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Bioscience and Bioengineering	6. 最初と最後の頁 68-76
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jbiosc.2020.09.002	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Chuantao Zeng, Yuki Tagawa, Yumiko Yoshizaki, Tiantian Wang, Masaaki Yamaguchi, Chihiro Kadooka, Kayu Okutsu, Taiki Futagami, Hisanori Tamaki, Kazunori Takamine	4. 巻 139
2. 論文標題 The expression profiles of acid-stable $\alpha$ -amylase and acid-labile $\alpha$ -amylase of <i>Aspergillus luchuensis</i> mut. <i>Kawachii</i> effect on the microstructure of koji and alcohol fermentation	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 LWT-Food Science and Technology	6. 最初と最後の頁 1-10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.lwt.2020.110580	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -



1. 著者名 Chuantao Zeng, Yumiko Yoshizaki, Xuan Yin, Zitai Wang, Kayu Okutsu, Taiki Futagami, Hisanori Tamaki, Kazunori Takamine	4. 巻 86
2. 論文標題 Additional moisture during koji preparation contributes to the pigment production of red koji (Monascus-fermented rice) by influencing gene expression	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Food Science	6. 最初と最後の頁 969-976
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/1750-3841.15610	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 藏園秀伍, 吉崎由美子, 印セン, 奥津果優, 高峯和則	4. 巻 116
2. 論文標題 青ヶ島で製造される焼酎 (青酎) の特徴について	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本醸造協会誌	6. 最初と最後の頁 182-194
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Zhe Zhao, Mina Sugimachi, Yumiko Yoshizaki, Xuan Yin, Xing-Lin Han, Kayu Okutsu, Taiki Futagami, Hisanori Tamaki, Kazunori Takamine	4. 巻 86
2. 論文標題 Impact of solid-state saccharification on the flavor of rice-flavor baijiu	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Food Science	6. 最初と最後の頁 4958-4968
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/1750-3841.15935	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Zhe Zhao, Mina Sugimachi, Yumiko Yoshizaki, Xuan Yin, Xing-Lin Han, Kayu Okutsu, Taiki Futagami, Hisanori Tamaki, Kazunori Takamine	4. 巻 44
2. 論文標題 Correlation between key aroma and manufacturing processes of rice-flavor baijiu and awamori, Chinese and Japanese traditional liquors	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Food Bioscience	6. 最初と最後の頁 1-9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.fbio.2021.101375	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Genqiao Liu, Juna Serikawa, Kayu Okutsu, Yumiko Yoshizaki, Taiki Futagami, Hisanori Tamaki, and Kazunori Takamine	4. 巻 127
2. 論文標題 Impact of fermentation temperature on the quality and sensory characteristics of imo-shochu	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of the Institute of Brewing	6. 最初と最後の頁 417-423
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/jib.674	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計63件 (うち招待講演 2件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 千葉殖幹、緒方美咲、吉崎由美子、乾明夫、高峯和則、上園保仁、横川由起子、高橋隆二
2. 発表標題 黒糖・芋焼酎由来成分のグレリン様摂食促進作用の生体での検証
3. 学会等名 日本農芸化学会2024年度大会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 朱 恩康、平松健太郎、森 一樹、奥津果優、吉崎由美子、高峯和則、田代康介、玉置尚徳、二神泰基
2. 発表標題 白麹菌 <i>Aspergillus luchuensis</i> mut. <i>kawachii</i> における $\alpha$ -xylosidaseの解析
3. 学会等名 日本生物工学会九州支部大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 平松健太郎、森一樹、門岡千尋、奥津果優、吉崎由美子、高峯和則、田代康介、玉置尚徳、二神泰基
2. 発表標題 鯉節カビ <i>Aspergillus chevalieri</i> の生活環に関する遺伝子の探索
3. 学会等名 日本生物工学会九州支部大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 先間晴紀、小橋有輝、吉崎由美子、二神泰基、玉置尚徳、高峯和則
2. 発表標題 汲み水由来のミネラルが焼酎もろみに与える影響
3. 学会等名 日本生物工学会九州支部大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Haruki Sakima, Yuki Kobashi, Yumiko Yoshizaki, Taiki Tutagami, Hisanori Tamaki, Kazunori Takamine
2. 発表標題 Effect of minerals derived from water on shochu mash
3. 学会等名 日本農芸化学会西日本支部第6回学生フォーラム
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 平松健太郎、森一樹、門岡千尋、奥津果優、吉崎由美子、高峯和則、田代康介、玉置尚徳、二神泰基
2. 発表標題 鯉節カビAspergillus chevalieriの生活環に関する遺伝子の解析
3. 学会等名 糸状菌分子生物学コンファレンス
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 池田好古、角田大吾、石塚紫花、前田夏希、中村南美子、石井大介、飯盛葵、桐野正人、安藤貴朗、吉崎由美子、大島一郎
2. 発表標題 筍皮サイレージ給与が黒毛和種繁殖雌牛に及ぼす影響
3. 学会等名 第16回日本暖地畜産学会宮崎大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 柳一菜, 吉崎由美子, 高峯和則, 玉置尚徳, 二神泰基
2. 発表標題 鯉節製造に用いられるカビの解析
3. 学会等名 第15回日本醸造学会若手シンポジウム
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 野田涼風, 吉崎由美子, 二神泰基, 玉置尚徳, 高峯和則
2. 発表標題 製麹時水分が麹および焼酎の品質に及ぼす影響
3. 学会等名 第15回日本醸造学会若手シンポジウム
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 小橋有輝, 吉崎由美子, 二神泰基, 玉置尚徳, 高峯和則
2. 発表標題 TH13は細胞内TPPの恒常性を保つことでイソアミルルコール生成に寄与する
3. 学会等名 第15回日本醸造学会若手シンポジウム
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 野田涼風, 吉崎由美子, 二神泰基, 玉置尚徳, 高峯和則
2. 発表標題 製麹時水分が麹および焼酎の品質に及ぼす影響
3. 学会等名 令和5年度日本醸造学会大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 柳一菜, 平松健太郎, 門岡千尋, 奥津果優, 吉崎由美子, 高峯和則, 玉置尚徳, 二神泰基
2. 発表標題 鯉節製造に用いられるカビの解析
3. 学会等名 令和5年度日本醸造学会大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 小橋有輝, 吉崎由美子, 二神泰基, 高峯和則, 玉置尚徳
2. 発表標題 二倍体焼酎酵母の対立遺伝子破壊法
3. 学会等名 令和5年度日本醸造学会大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 竹内浩貴, 伊川秀治, 藤田剛嗣, 河野邦晃, 西谷篤, 吉崎由美子, 高峯和則
2. 発表標題 モノテルペン高含有サツマイモ「霧 N8-1」の特徴を活かす酵素剤添加の影響
3. 学会等名 令和5年度日本醸造学会大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 矢野琴美, 中村美月, 吉崎由美子, 高峯和則, 玉置尚徳, 二神泰基
2. 発表標題 奄美大島の伝統発酵飲料「ミキ」の特性解析
3. 学会等名 令和5年度日本醸造学会大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 成林萌果, 野田涼風, 吉崎由美子, 二神泰基, 玉置尚徳, 高峯和則
2. 発表標題 固体糖化時の蒸米水分が米香型米酒の酒質に及ぼす影響
3. 学会等名 令和5年度日本醸造学会大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 劉奇, 小橋有輝, 竹内浩貴, 陳義琴, 吉崎由美子, 二神泰基, 玉置浩徳, 高峯和則
2. 発表標題 焼酎中のクエン酸エチルの生成機構
3. 学会等名 令和5年度日本醸造学会大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 陳義琴, 吉崎由美子, 二神泰基, 玉置浩徳, 高峯和則
2. 発表標題 緑茶を用いて製造した米香型白酒の特徴
3. 学会等名 令和5年度日本醸造学会大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 平松健太郎, 森 一樹, 門岡千尋, 奥津果優, 吉崎由美子, 高峯和則, 田代康介, 玉置尚徳, 二神泰基
2. 発表標題 鯉節カビAspergillus chevalieriの生活環に関する解析
3. 学会等名 日本農芸化学会2023年度中四国・西日本支部合同大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 川畑茉那、平松健太郎、奥津果優、吉崎由美子、高峯和則、尾上昌平、玉置尚徳、二神泰基
2. 発表標題 イオンビームを用いたクエン酸を高生産する黄麹菌の育種
3. 学会等名 蛋白質の構造と機能に関する九州シンポジウム
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 朱恩康、平松健太郎、森一樹、奥津果優、吉崎由美子、高峯和則、田代康介、玉置尚徳、二神泰基
2. 発表標題 白麹菌のbeta-xylosidase(XylIA)の機能解析
3. 学会等名 蛋白質の構造と機能に関する九州シンポジウム
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 平松健太郎、森一樹、門岡千尋、奥津果優、吉崎由美子、高峯和則、田代康介、玉置尚徳、二神泰基
2. 発表標題 鯉節カビAspergillus chevalieriの生活環に関する解析
3. 学会等名 蛋白質の構造と機能に関する九州シンポジウム
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 西谷 篤、平松 健太郎、門岡 千尋、澤田 和敬、奥津 果優、吉崎 由美子、高峯 和則、後藤 正利、玉置 尚徳、二神 泰基
2. 発表標題 白麹菌におけるクエン酸輸送体ホモログの機能解析
3. 学会等名 糸状菌分子生物学コンファレンス
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 西谷 篤、平松 健太郎、門岡 千尋、奥津 果優、吉崎 由美子、高峯 和則、後藤 正利、玉置 尚徳、二神 泰基
2. 発表標題 白麹菌におけるクエン酸輸送体ホモログの機能解析
3. 学会等名 第75回日本生物工学会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 平松健太郎、奥津果優、吉崎由美子、高峯和則、玉置尚徳、二神泰基
2. 発表標題 鯉節カビAspergillus chevalieriにおける高効率な遺伝子組換え系の構築
3. 学会等名 日本農芸化学会2023年度大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 西谷 篤、平松 健太郎、門岡 千尋、澤田 和敬、奥津 果優、吉崎 由美子、高峯 和則、後藤 正利、玉置 尚徳、二神 泰基
2. 発表標題 白麹菌Aspergillus luchuensis mut. kawachiiにおけるクエン酸輸送体ホモログの機能解析
3. 学会等名 日本農芸化学会2023年度大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 小橋有輝、吉崎由美子、奥津果優、二神泰基、玉置尚徳、高峯和則
2. 発表標題 酵母のTHI3遺伝子破壊株のイソアミルルコール生成量に与えるチアミンの影響
3. 学会等名 令和4年度日本醸造学会大会
4. 発表年 2022年



1. 発表者名 井上太雅, 山口正晃, 門岡千尋, 奥津果優, 吉崎由美子, 高峯和則, 後藤正利, 玉置尚徳, 二神泰基
2. 発表標題 白麹菌における $\alpha$ -アミラーゼAmyBの機能解析
3. 学会等名 第14回日本醸造学会若手シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 平松健太郎, 門岡千尋, 森一樹, 田代康介, 奥津果優, 吉崎由美子, 高峯和則, 玉置尚徳, 二神泰基
2. 発表標題 鯉節カビAspergillus chevalieriにおける生活環に関わる遺伝子の解析
3. 学会等名 第14回日本醸造学会若手シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 川畑茉那, 奥津果優, 吉崎由美子, 高峯和則, 尾上昌平, 玉置尚徳, 二神泰基
2. 発表標題 イオンビーム照射によるクエン酸高生産麹菌の育種
3. 学会等名 第39回イーストワークショップ
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 廣島杏香, 西谷篤, 奥津果優, 吉崎由美子, 高峯和則, 玉置尚徳, 二神泰基
2. 発表標題 真菌における推定2-オキソグルタル酸輸送体の機能解析
3. 学会等名 第39回イーストワークショップ
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 岡本みのり, 奥津果優, 吉崎由美子, 高峯和則, 二神泰基, 玉置尚徳
2. 発表標題 焼酎酵母K2に見られる増殖遅延原因遺伝子の探索
3. 学会等名 第39回イーストワークショップ
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Wu Qian-fan, 奥津果優, 吉崎由美子, 高峯和則, 二神泰基, 玉置尚徳
2. 発表標題 分裂酵母におけるホスホリパーゼに関する研究
3. 学会等名 第39回イーストワークショップ
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 野田涼風, 吉崎由美子, 奥津果優, 二神泰基, 玉置尚徳, 高峯和則
2. 発表標題 製麹時蒸米水分が麹及び焼酎の品質に及ぼす影響
3. 学会等名 日本生物工学会第28回九州支部佐賀大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 西谷 篤, 平松健太郎, 門岡千尋, 奥津果優, 吉崎由美子, 高峯和則, 後藤正利, 玉置尚徳, 二神泰基
2. 発表標題 白麹菌におけるクエン酸輸送体ホモログの機能解析
3. 学会等名 日本生物工学会第28回九州支部佐賀大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 平松健太郎, 奥津果優, 吉崎由美子, 高峯和則, 玉置尚徳, 二神泰基
2. 発表標題 鯉節カビ <i>Aspergillus chevalieri</i> における高効率な遺伝子組換え系の構築
3. 学会等名 日本生物工学会第28回九州支部佐賀大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 吉崎由美子
2. 発表標題 中国の伝統的麹・蒸留酒の製造工程から学ぶ
3. 学会等名 本格焼酎技術研究会（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 中村 大地、奥津 果優、吉崎 由美子、高峯 和則、二神 泰基、玉置 尚徳
2. 発表標題 白麹菌のクエン酸高分泌生産に関わるトランスポーターの解析
3. 学会等名 日本農芸化学会2021年度仙台大会(オンライン)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山口 正晃、門岡 千尋、奥津 果優、吉崎 由美子、高峯 和則、後藤 正利、玉置 尚徳、二神 泰基
2. 発表標題 白麹菌における $\alpha$ -アミラーゼAmyBの機能解析
3. 学会等名 日本農芸化学会2021年度仙台大会(オンライン)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 池田 萌、門岡 千尋、奥津 果優、吉崎 由美子、高峯 和則、後藤 正利、玉置 尚徳、二神 泰基
2. 発表標題 白麹菌におけるMAPキナーゼを介したクエン酸生産制御機構の解析
3. 学会等名 日本農芸化学会2021年度仙台大会(オンライン)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 曾伝瀧、吉崎 由美子、奥津 果優、二神 泰基、玉置 尚徳、高峯 和則
2. 発表標題 紅麹に含まれる苦味成分の同定とマスキング
3. 学会等名 日本食品科学工学会第68回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 超詰、杉町美奈、吉崎 由美子、印セン、韓興林、奥津 果優、二神 泰基、玉置 尚徳、高峯 和則
2. 発表標題 中国の伝統的な酒である小曲米酒の主要な香りと製造工程の関係
3. 学会等名 日本農芸化学会2021年度西日本・中四国・関西支部 合同大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 王子泰、奥津果優、二神泰基、吉崎由美子、玉置尚徳、丸山卓郎、當銘一文、小松かつ子、高峯和則
2. 発表標題 糸状菌による発酵が漢方用薬「神麹」の品質に与える影響
3. 学会等名 日本農芸化学会2021年度西日本・中四国・関西支部 合同大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 小橋有輝、奥津果優、吉崎由美子、高峯和則、二神泰基、玉置尚徳
2. 発表標題 酵母のイソアミルアルコール生成に影響を与える栄養条件の探索
3. 学会等名 日本農芸化学会2021年度西日本・中四国・関西支部 合同大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 井上太雅, 山口正晃, 門岡千尋, 奥津果優, 吉崎由美子, 高峯和則, 後藤正利, 玉置尚徳、二神泰基
2. 発表標題 白麹菌 <i>Aspergillus kawachii</i> における $\alpha$ -アミラーゼ AmyB の機能解析
3. 学会等名 日本農芸化学会2021年度西日本・中四国・関西支部 合同大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 原田敬子, 奥津果優, 吉崎由美子, 高峯和則, 二神泰基, 玉置尚徳
2. 発表標題 焼酎酵母と清酒酵母の交配による育種法の確立
3. 学会等名 日本農芸化学会2021年度西日本・中四国・関西支部 合同大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 李愛友美, 田尻桃子, 奥津果優, 吉崎由美子, 高峯和則, 二神泰基, 玉置尚徳
2. 発表標題 分裂酵母 <i>Schizosaccharomyces pombe</i> におけるホスホリパーゼの機能解析
3. 学会等名 日本農芸化学会2021年度西日本・中四国・関西支部 合同大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 劉 根儒、芹川 樹奈、吉崎 由美子、奥津 果優、二神 泰基、玉置 尚徳、高峯 和則
2. 発表標題 芋焼酎の酒質に及ぼす二次醱温度の影響
3. 学会等名 令和3年度日本醸造学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 佐藤祐汰, 李伯函, 春山祐紀, 吉崎由美子, 奥津果優, 二神泰基, 玉置尚徳, 高峯和則
2. 発表標題 差しもとを繰り返すことによる焼酎醪の野生酵母への置換について
3. 学会等名 令和3年度日本醸造学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 曾 伝濤, 劉 夢迪, 吉崎 由美子, 奥津 果優, 二神 泰基, 玉置 尚徳, 高峯 和則
2. 発表標題 サトイモ焼酎の香気特性と焼酎粕の機能性
3. 学会等名 令和3年度日本醸造学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 趙喆、杉町美奈、吉崎 由美子、印セン、韓興林、奥津 果優、二神 泰基、玉置 尚徳、高峯 和則
2. 発表標題 固体糖化工程が小曲米酒の風味に与える影響
3. 学会等名 令和3年度日本醸造学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 井上太雅、山口正晃、門岡千尋、奥津果優、吉崎由美子、高峯和則、後藤正利、玉置尚徳、二神泰基
2. 発表標題 白麹菌 <i>Aspergillus luchuensis</i> mut. <i>kawachii</i> における $\alpha$ -アミラーゼAmyB の機能解析
3. 学会等名 令和3年度日本醸造学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 吉崎由美子
2. 発表標題 紅麹菌および紅麹の発酵食品利用に向けた特徴解明
3. 学会等名 令和3年度日本醸造学会大会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 小橋有輝、奥津果優、吉崎由美子、高峯和則、二神泰基、玉置尚徳
2. 発表標題 酵母のイソアミルアルコール生成に影響を与える栄養条件の探索
3. 学会等名 第13回日本醸造学会若手シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 小橋有輝、奥津果優、吉崎由美子、高峯和則、二神泰基、玉置尚徳
2. 発表標題 酵母のイソアミルアルコール生成に関与する遺伝子の探索
3. 学会等名 第73回日本生物工学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 林 那波, 池田 萌, 門岡 千尋, 奥津 果優, 吉崎 由美子, 高峯 和則, 後藤 正利, 玉置 尚徳, 二神 泰基
2. 発表標題 白麹菌におけるMAPキナーゼを介したクエン酸生産制御機構の解析
3. 学会等名 第73回日本生物工学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 吉崎由美子
2. 発表標題 タテ・ヨコ・ナナメのつながり「10」鹿児島大学の取り組み
3. 学会等名 第73回日本生物工学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山本優香、星野泰我、松尾郁弥、奥津果優、吉崎由美子、二神泰基、玉置尚徳、土田永渡、前田剛希、高峯和則
2. 発表標題 サトウキビ品種が黒糖スピリッツの香気に及ぼす影響
3. 学会等名 日本生物工学会第27回九州支部大分大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 趙喆、杉町美奈、吉崎 由美子、印セン、韓興林、奥津 果優、二神 泰基、玉置 尚徳、高峯 和則
2. 発表標題 固体糖化工程が小曲米酒の特徴香気成分の生成に与える影響
3. 学会等名 日本生物工学会第27回九州支部大分大会
4. 発表年 2021年



1. 発表者名 田尻 桃子、李 愛友美、奥津 果優、吉崎由美子、高峯 和則、二神 泰基、玉置 尚徳
2. 発表標題 分裂酵母におけるホスホリパーゼの機能解析
3. 学会等名 日本生物工学会第27回九州支部大分大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 平松健太郎、門岡千尋、奥津果優、吉崎由美子、高峯和則、玉置尚徳、二神泰基
2. 発表標題 鯉節カビAspergillus chevalieri の生活環に関わる遺伝子の解析
3. 学会等名 日本生物工学会第27回九州支部大分大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 川本宜慶、吉崎由美子、奥津果優、二神泰基、玉置尚徳、高峯和則
2. 発表標題 製麹時間が芋焼酎の酒質に及ぼす影響
3. 学会等名 日本生物工学会第27回九州支部大分大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 川本宜慶、吉崎由美子、奥津果優、二神泰基、玉置尚徳、高峯和則
2. 発表標題 製麹時間が芋焼酎の酒質に及ぼす影響
3. 学会等名 日本生物工学会第27回九州支部大分大会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	高峯 和則  (Takamine Kazunori)		

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------