

平成27年度

食品加工に関する試験成績

平成28年12月

福井県食品加工研究所

目 次

I 試験成績・調査

[試験成績]

香気成分バランスに着目した清酒用酵母の育成	1
サトイモ糖化酵素の特性評価と乳酸発酵条件の検討	3
サトイモ澱粉の精製方法の検討	5
県産ソバの ACE 阻害活性と高血圧自然発症ラット(SHR)による血圧低下作用の評価	7
粘度増加開始温度と吸水性を指標とした酒米消化性の推定法	9
サトイモ洗い子の優位性と調理による品質への影響	11
サトイモ洗い子の各種処理の保存性への影響	13
ウメゼリー製造における酸や熱がゲル化に及ぼす影響	15
凍結保存したサクラマスの品質	17
乳酸菌 FPL1 を用いた甘酒乳酸発酵技術の開発	19
米発酵に適した FPL1 株の <i>recA</i> 遺伝子解析の結果について	21

II 概要

1. 組織・職員	23
2. 施設・財産	23
3. 平成 27 年度誌研究課題一覧	23
4. 技術相談・施設利用・依頼分析業務	24
5. 福井 6 次産業化サポートセンター業務	24
6. 研修会・講習会	24
7. 論文・雑誌・著書	25
8. 発表・講演	25
9. メディア等への公表	26
10. 保有特許	26

I 試験成績・調査

試験成績

研究課題名：「地酒王国ふくい」を目指す大吟醸酵母の開発（地域科学技術振興事業）

研究期間：平成 25～27 年度

香気成分バランスに着目した清酒用酵母の育成

久保 義人・橋本 直哉^{*1}・赤尾 健^{*2}・高城 啓一^{*3}・畑下 昌範^{*3}

^{*1}福井県庁農林水産部

^{*2}独立行政法人 酒類総合研究所

^{*3}公益財団法人 若狭湾エネルギー研究センター

目的

福井県内の吟醸造りでは、金沢国税局鑑定官室で分離された「金沢酵母」や当研究所が育成した「FK-501」が多く使用されている。これらの酵母は酢酸イソアミル主体の穏やかな香気特性を有し、生酸性の低さと相まって県産吟醸酒の特徴を形作っている。一方、全国的にはカプロン酸エチルを主体としたタイプが主流となっており、全国新酒鑑評会などのコンクールでの入賞を難しくしている一因となっている。このような状況を踏まえ、従来の特徴を大きく損なわずカプロン酸エチルの華やかさを付加したタイプの酵母開発を行った。

方法

1. 使用菌株および交雑

交雑には、当研究所育成株 FK-501 および FK-501 由来のトリフルオロロイシン耐性株 (TFL-5) より分離した 1 倍体および、1 倍体にエチルメタンスルフォネート (EMS) またはイオンビーム (炭素線および陽子線) による変異処理にてセルレニン耐性を付与した 218 株を使用した¹⁾。交雑する 2 株を YPD 培地 (2%グルコース、2%ペプトン、1%酵母エキス) にて 1 晩混合培養した後 YPD プレートでコロニー形成し、生育が速く大きいコロニーを交雑株とした。

2. 交雑株の醸造特性評価

交雑株の醸造特性は、総米 10 g、200 g、2 kg の小仕込試験で評価した。仕込配合は、総米 10 g の場合は麴歩合 20%、汲水歩合 130% の 1 段仕込みとし、200 g および 2 kg の場合は麴歩合 21%、汲水歩合 140% の三段仕込にて実施した。麴には乾燥麴、掛米には α 米 (精米歩合 70%) を使用し、水分補正のため重量の 20% 相当量の水を汲水に加えた。供試株を YPD 培地で定常期まで培養した後、添の汲水当たり 1×10^5 cells / mL となるように加え、総米 10 g では 15°C 一定、他の場合は添 12°C、伸 9°C、留 7°C、最高温度 12°C にて醪管理を行った。総米 10 g および 200 g の上槽は遠心分離にて、総米 2 kg 仕込では袋吊りにて実施した。製成酒は火入れ (65°C) 後 -20°C にて保存し、成分測定試料とした。

香気成分はヘッドスペースサンプラー付ガスクロマトグラフ (GC-2010Plus および HS-20、島津製作所)、エタノールはガスクロマトグラフ (GC-15A、島津製作所)、有機酸は島津高速液体クロマトグラフ有機酸分析システム (島津製作所) を使用し、国税庁所定分析法註解に準じて測定した。

結果

これまでに取得した 1 倍体 218 株の、総米 10 g 小仕込試験における酢酸イソアミル (i-AmAc) およびカプロン酸エチル (CapEt) 生産性を、FK-501 に対する比率としてプロットした (図 1)。1 倍体の香気成分特性をカプロン酸エチル主体と酢酸イソアミル主体の 2 タイプに大別し、同タイプ内および異種タイプ間の組合せで交雑を実施した。得られた 2 倍体 529 株の 10 g 小仕込試験における香気成分特性は、1 倍体とほぼ同様の分布となった (図 2)。酢酸イソアミルおよびカプロン酸エチルともに、生産性の高い株を交雑することにより生産性を高めることが可能であった。

一方、異種タイプ間の交雑では、1 倍体の酢酸イソアミルおよびカプロン酸エチル生産性を維持した株は得られた

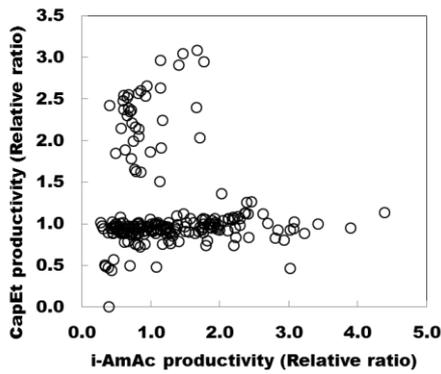


図 1. 取得 1 倍体 218 株の香り成分生産性 (総米 10g)

酒中の濃度を FK-501 に対する比率で表示 (n=2 の平均値)

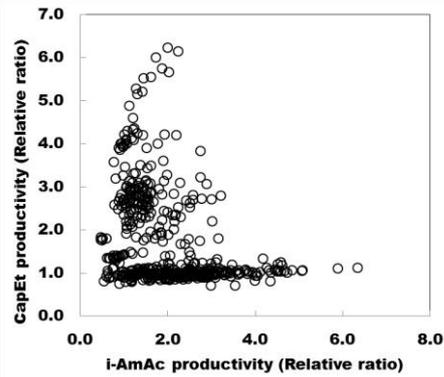


図 2. 交雑 2 倍体 529 株の香り成分生産性 (総米 10g)

酒中の濃度を FK-501 に対する比率で表示 (n=2 の平均値)

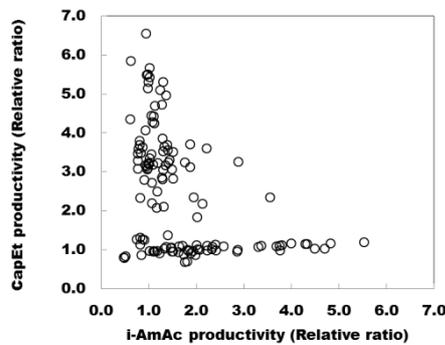


図 3. 交雑 2 倍体 126 株の香り成分生産性 (総米 200 g)

酒中の濃度を FK-501 に対する比率で表示 (n=2 の平均値)

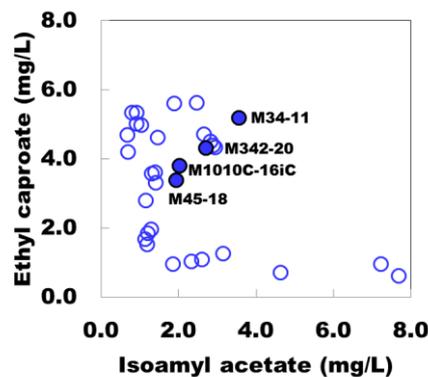


図 4. 交雑 2 倍体 32 株の香り成分生産量 (総米 2 kg)

が、向上する株の取得は困難であった。両成分の高生産を目標とする場合は、両成分の生産性に優れる 1 倍体同士の交雑が必要である。

次に、総米 10 g 小仕込試験で香り成分生産性が良好であった 126 株について総米 200 g の小仕込試験を実施した。図 3 に示すように、製成酒の香り成分特性は総米 10 g とほぼ同様の分布となった。多くの株で香り成分生産性が低下したが、総米 10 g とほぼ同様の生産性を示す株も見受けられた。酢酸イソアミル主体、カプロン酸エチル主体、両成分均等の 3 タイプから香り成分生産性が良好な 32 株を選択し、総米 2 kg の仕込試験に供した。総米 200 g 仕込と同様に香り成分生産量に変動する株が見受けられたが、各タイプの香り特性を維持した株を一定数確保することができた。

目標とした「酢酸イソアミル主体の穏やかな香気にカプロン酸エチルの華やかさを付加したタイプ」に近い 4 株 (M34-11、M342-20、M1010C-16iC、M45-18) を、実用化候補株として選抜した (図 4)。今後、メーカーでの試験醸造等による特性評価を行い、実用化を図る予定である。

参考資料

- 1) 久保義人, 橋本直哉, 赤尾 健: 平成 26 年度食品加工に関する試験成績 pp 1-2, 福井県食品加工研究所 (2015)

試験成績

研究課題名：サトイモを利用した新規加工技術の開発（地域科学技術振興研究事業）

研究期間：平成 26～28 年度

サトイモ糖化酵素の特性評価と乳酸発酵条件の検討

天谷 美都希

目的

本県の奥越地域（大野市、勝山市）を中心に栽培されているサトイモは子芋や孫芋が食用に供される品種であり、利用されずに廃棄される親芋の有効活用が求められている。そこで、サトイモ酵素による米の糖化および植物性乳酸菌による乳酸発酵技術の確立に取り組み、サトイモ糖化乳酸発酵食品の開発を目指している。今回、サトイモの糖化酵素活性の特性を調べるとともに、福井県で分離選抜された植物性乳酸菌 FPL1¹⁾による乳酸発酵条件について検討した。

方法

1. 試料

H26 年大野市産サトイモ親芋はテラル越前農業協同組合、合同会社上田農園から、H26 年福井県産コシヒカリ米粉は吉田郡農業協同組合から購入した。

2. 糖化酵素の温度依存性、耐熱性

前報²⁾のとおり、サトイモ親芋から粗酵素液を調製して糖化酵素の活性測定に用いた。 α -アミラーゼ活性の測定は α -アミラーゼ活性測定キット（キッコーマン社製）、 β -アミラーゼ活性の測定は β -アミラーゼ測定キット（Megazyme 社製）を用いた。温度依存性は 20～85℃の各温度で酵素活性を測定した。耐熱性は 55℃および 65℃で 30 分間保持後、キット指定の条件で酵素反応を行った。なお、 α -アミラーゼ活性は 1 分間に N3-G5- β -CNP から 1 μ mol の CNP を遊離する力価を、 β -アミラーゼ活性は 1 分間に PNPg8-G3 から 1 μ mol の *p*-ニトロフェノールを遊離する力価をそれぞれ 1 Unit とし、粗酵素液中のサトイモ新鮮物 1 g 当たりに換算して表した。

3. 乳酸発酵中の有機酸量と pH の推移の測定

米に 7 倍量の水を加えて炊飯器のおかゆモードで炊飯後、80℃に冷却したところに米と同量のすりおろしサトイモを添加、55℃で保持して糖化した。MRS 培地で前培養した植物性乳酸菌 FPL1 を滅菌水で洗菌したものを糖化液の 1%量添加して 30℃で保持した。一定時間ごとにサンプリングし、遠心分離（15,000 rpm×10 min）により得られた上清の有機酸含量および pH を測定した。

結果

1. 糖化酵素の温度依存性、耐熱性

サトイモ糖化酵素の温度依存性、耐熱性を調査し、その結果を図 1、図 2 に示した。サトイモの α -アミラーゼは 50℃での活性が最も高く、60℃以上で急激に低下、80℃で失活した。一方、サトイモの β -アミラーゼは 60℃での活性が最も高く、70℃以上で急激に低下、85℃で失活した。また、55℃および 65℃での耐熱性については、 α -アミラーゼ、 β -アミラーゼともに 65℃では 30 分後で失活したが、55℃では 120 分後も活性を維持していた。

この結果から、おかゆの温度が 80℃以下でサトイモを添加することで糖化酵素の失活を抑え、また、55℃で保持することで糖化酵素の活性を維持して糖化を行うことが好ましいと考える。

2. 乳酸菌 FPL1 によるサトイモ米糖化液の乳酸発酵中の有機酸および pH の変化

サトイモ糖化液に乳酸菌 FPL1 を接種することにより、pH の低下が見られた（図 3）。接種後 24 時間で pH は急激

に低下、その後は微減であった。乳酸は 24 時間後まで急激に増加、その後も穏やかながら増加した。酢酸は 24 時間後以降 0.02%前後で推移し大きく増加することはなかった。また、食味の面では、発酵 24 時間ではあまり好ましくない臭いを感じるが、48 時間以上でその臭いが弱まった。よって、pH の低下、乳酸の生成量、食味を考慮すると、発酵時間は 60 時間前後とするのが望ましいと考える。

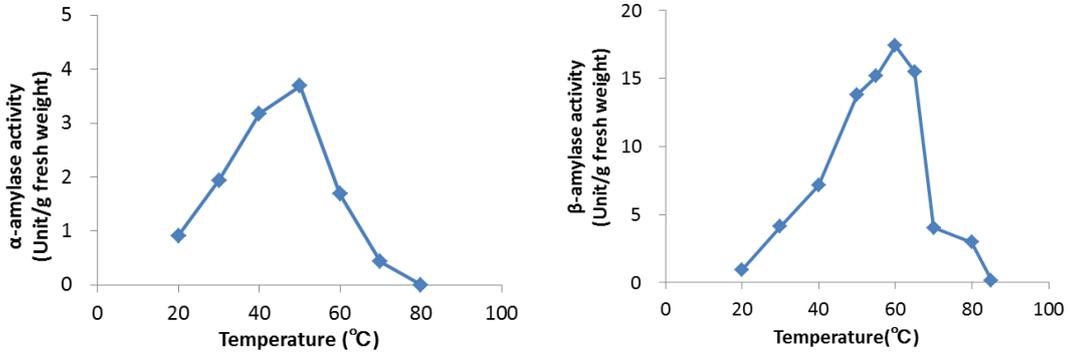


図 1. サトイモ糖化酵素の温度依存性 (左 : α-amylase、右 : β-amylase)

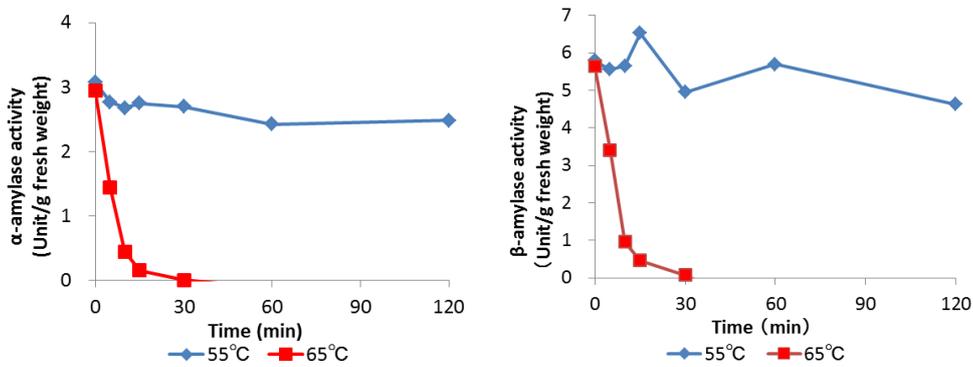


図 2. サトイモ糖化酵素の耐熱性 (左 : α-amylase、右 : β-amylase)

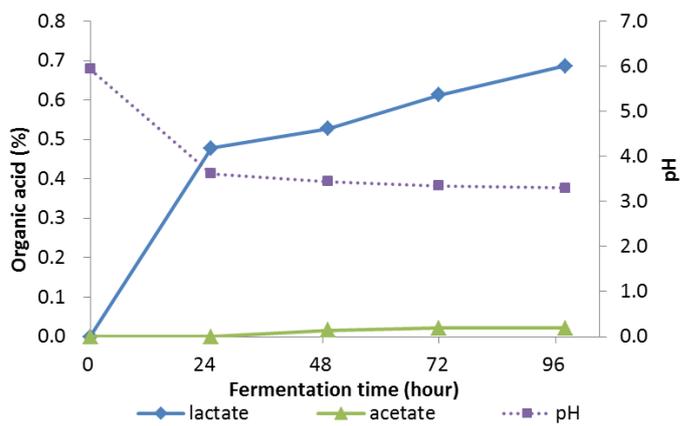


図 3. 乳酸発酵中の有機酸および pH の推移

乳酸 ◆、酢酸 ▲、pH ■

参考資料

- 1) 駒野小百合, 小林恭一, 角谷智子, 谷政八: 平成 20 年度食品加工品に関する試験成績, pp5-8, 福井県食品加工研究所 (2009)
- 2) 天谷美都希: 平成 26 年度食品加工に関する試験成績, pp5-6, 福井県食品加工研究所 (2015)

試験成績

研究課題名：サトイモを利用した新規加工技術の開発（地域科学技術振興研究事業）

研究期間：平成 26～28 年度

サトイモ澱粉の精製方法の検討

天谷 美都希

目的

本県の特産品の一つであるサトイモは主に奥越地域（大野市、勝山市）で生産され、子・孫芋を食用とする品種である。近年、親芋を使ったコロッケや焼酎などが商品化され着目されているものの、利用されているのはごく一部である。そこで、親芋の有効活用の一つとしてサトイモの主要成分である澱粉の用途開発をめざし、精製技術の確立と澱粉特性の解明に取り組んでいる。これまでサトイモ澱粉の回収および水酸化ナトリウムによる精製について検討を行った。今回は、工業的利用度の高い水酸化カルシウムを用いた精製方法について検討した。また、サトイモ中のシュウ酸含量の低減についても検討した。

方法

1. 試料

H25、26 年大野市産サトイモ親芋をテラル越前農業協同組合、合同会社上田農園から購入した。

2. サトイモ澱粉の回収

サトイモ親芋を 3 倍量の水とともにミキサーで摩砕後、濾し布、100, 200, 300 メッシュの篩でろ過して澱粉乳を得た。さらに、遠心分離した残渣に 2 倍量の水を加えて攪拌後、同様にろ過して澱粉乳を得た。得られた澱粉乳を遠心分離（5,000 rpm×10 min）により沈殿を回収して粗澱粉を得た。

3. サトイモ澱粉の精製

粗澱粉を 0.5 g/L 水酸化ナトリウム (NaOH) 溶液、0.25、0.5、1 g/L 水酸化カルシウム (Ca(OH)₂) 溶液に懸濁して 4℃で 3 時間攪拌後、塩酸で中和し、水洗浄を繰り返して精製した。また、アルカリ処理せずに水洗浄のみを 3 回または 8 回行った試験区も設けた。精製したサトイモ澱粉は真空凍結乾燥後、コーヒーマイルにかけて粉末化した。

4. 成分分析

得られたサトイモ澱粉の成分を以下の方法で分析した。タンパク質含量はケルダール法により、総ポリフェノール含量は 80%エタノール抽出物を Folin-Denis 法により、シュウ酸含量は E-kit・シュウ酸 (Roche 製) により測定した。

結果

1. タンパク質含量の低減

前報¹⁾において、サトイモ澱粉中のタンパク質を複数回の水洗浄によって低減することができ、NaOH 処理によりさらに低減することができたことを報告した。今回、0.5 g/L Ca(OH)₂ 処理によりサトイモ澱粉中のタンパク質含量を 0.5 g/L NaOH 処理と同程度まで低減することができた (図 1)。

2. 総ポリフェノール量の低減

前報¹⁾において、サトイモ澱粉中の総ポリフェノール量もタンパク質と同様に水洗浄や NaOH 処理によって低減できたことを報告した。今回、0.5 g/L Ca(OH)₂ 処理によってサトイモ澱粉中の総ポリフェノール含量を水洗浄のみや 0.5 g/L NaOH 処理と同程度とすることができた (図 2)。

3. シュウ酸含量の低減

サトイモの葉柄や球茎にはシュウ酸カルシウム結晶を含む異形細胞が含まれており、特に子芋や孫芋を食用とする品種では親芋にシュウ酸が多いことが報告されている^{2),3)}。そこで、サトイモに含まれるシュウ酸を澱粉の精製過程でどの程度低減することができるか調査した。その結果、親芋にはシュウ酸が約 96 mg/100 g DM 存在していたが、

水洗浄や NaOH 処理、Ca(OH)₂ 処理により、シュウ酸含量を 2 分の 1 以下まで減少させることができた。また、Ca(OH)₂ 濃度の違いを見ると、0.5 g/L Ca(OH)₂ 処理がやや低めであった (図 3)。

これらのことから、Ca(OH)₂ 処理によってもサトイモ澱粉のタンパク質、総ポリフェノールやシュウ酸含量の低減を図ることができ、Ca(OH)₂ 処理による精製は有効であると考ええる。

しかし、アルカリ処理において澱粉の着色が見られたため、現在、低濃度での Ca(OH)₂ 処理について検討中である。

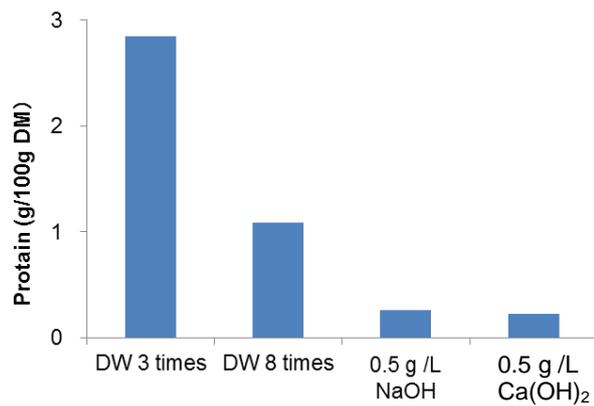


図 1. サトイモ澱粉のタンパク質含量

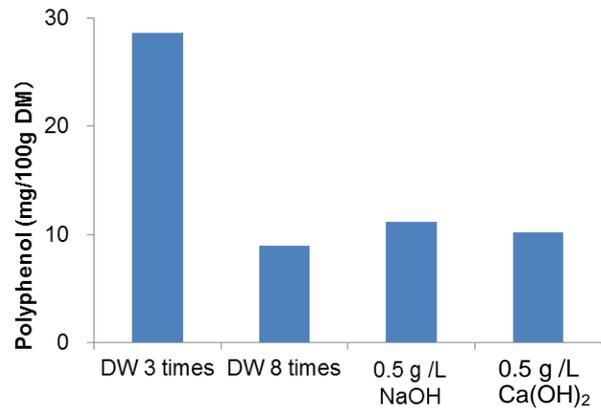


図 2. サトイモ澱粉のポリフェノール含量

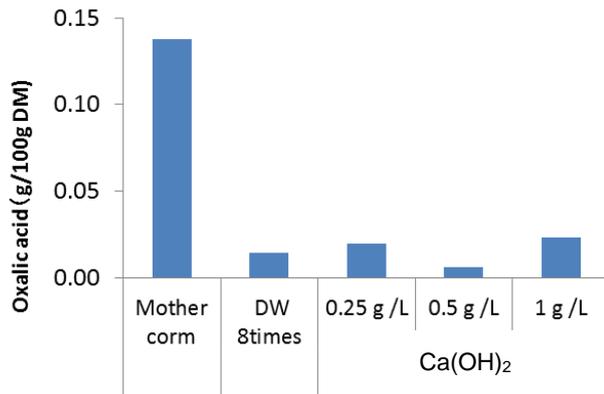


図 3. サトイモ親芋および澱粉のシュウ酸含量

参考資料

- 1) 天谷美都希: 平成 26 年度食品加工に関する試験成績, pp7-8, 福井県食品加工研究所 (2015)
- 2) 村上賢治、植田京子: 岡山大学農学部学術報告, 96, pp25-28 (2007)
- 3) 田中政信、中島寿亀、森欣也: 園学誌, 72, pp162-168 (2003)

試験成績

研究課題名：ソバペプチドの抽出技術の開発（地域科学技術振興事業）

研究期間：平成 26～29 年度

県産ソバの ACE 阻害活性と高血圧自然発症ラット(SHR)による血圧低下作用の評価

杉本 雅俊・久保 義人・高橋 正和^{*1}・高橋 正樹^{*2}・山本 誠一^{*3}
^{*1}福井県立大学生物資源学部、^{*2}福井県農業試験場、^{*3}カワイマテリアル㈱

目的

本県産ソバの ACE 阻害活性の評価と活性を高める栽培方法を確立するとともに、血圧低下効果をマウスや人試験により明らかにし、その機能性を活かした加工食品を開発する。今年度は、ACE 阻害活性の品種・系統、栽培条件による影響およびソバ水抽出物の高血圧自然発症ラット (SHR) による血圧低下効果を検討した。

方法

1. 試料

ソバは、平成 26 年に福井県農業試験場で栽培した大野在来 (秋型)、丸岡在来 (秋型)、美山宮地在来 (中間型)、キタワセソバ (夏型)、春のいぶき (中間夏型) を用いた。ソバ粉は、玄ソバをフレットミルで粉碎し 60 メッシュ以上を試料とした。ソバ殻は、超遠心粉碎機により粉碎した。

2. ACE 阻害活性の測定

前報¹⁾に準じて ACE の作用により基質 (Hip-His-Leu) から生じる His-Leu の生成量を O-フタルアルデヒド法で測定した。ソバ粉は水抽出 (室温、1 時間) 後、遠心分離 (3,000 rpm、10 min) した上清を試料とした。ソバ殻は 80% エタノール抽出 (80℃、1 時間)、遠心分離した上清をエバポレータで蒸発乾固、純水に溶かし 0.45 μm フィルターでろ過したものを試料とした。

3. ソバ粉およびソバ殻の成分分析

ソバ粉のクロロフィル含量は、80%アセトン抽出液の 663 nm、645 nm の吸光度を測定し Arnon の式から求めた。ソバ殻の総ポリフェノールは ACE 阻害活性の測定と同様に 80%エタノール抽出・水置換したものを Folin-Denis 法 (標準：D-カテキン) により求めた。

4. ソバ水抽出濃縮物

H26年産の県内産ソバ粉500 gに5 Lの純水を加え、室温で5時間攪拌しながら抽出、遠心分離 (10,000 rpm、10 min) した上清を95℃に加熱した。生じた沈殿物をろ過後、ろ液をエバポレータで500 mLまで濃縮し凍結乾燥した。さらに50%エタノールで多糖類を沈殿除去、凍結乾燥した濃縮物を動物実験に用いた。

5. 2'-ヒドロキシニコチアミン (HNA) の分析

ソバ粉0.5 gおよび水抽出濃縮物0.1 gに純水5 mLを加え、室温で1時間抽出し、遠心分離 (3,000 rpm、10 min) 後の上清4 mLに25%スルホサリチル酸1 mLを加え、遠心分離 (3,000 rpm、10 min)した。得られた上清を0.45 μm フィルターでろ過後、HPLCによりプレカラム誘導体化法 (蛍光検出)にて定量した。誘導体化法は超高速アミノ酸分析用反応

表1. HPLCの測定条件

装置：Chromasterシステム (日立ハイテックサイエンス社製)
カラム：CAPCELL CORE C18, 2.7μm, 4.6x100mm (資生堂)
移動相：0.5% (v/v) ぎ酸水溶液：メタノール (90:10 v/v)
流速：0.5 ml/min
カラム温度：40℃
検出：蛍光 (Ex 470nm, Em 540nm)
試料量：5μL

試薬セット (日立ハイテックサイエンス社製：誘導体化試薬NBD-F) を用い、誘導体化した後、表1の条件で測定した。

HNAの標品は、女子栄養大学栄養学部保健栄養学科青柳教授から分与されたものを使用した。

6. ソバ水抽出濃縮物のSHRラットによる単回投与試験

ソバ水抽出濃縮物の凍結乾燥粉末 (HNA含量 393 mg/100 g-sample, 純度 0.393%) を超純水に再溶解し、0.53 g/mL溶液を調製した。これを各SHR/Izm rat (10週令、オス、体重約300 g) に約2 mLずつゾンデで強制経口投与し、投与後 1, 2, 4, 6, 28時間後の血圧を測定した。なお、投与量は3.53 g/kg-体重 (=HNA 14 mg/kg-体重) であった。
(※飼育期間 予備飼育(馴化期間)：5～9週令 試験実施：10週令～)

結果

1. ソバ粉の ACE 阻害活性の収穫時期による影響

大野在来種（秋型）では、収穫時期が遅くなると熟度が増し、クロロフィル含量の低下がみられ、ACE 阻害活性は増加する傾向を示した（図 1）。熟度により阻害活性が変化することが想定されるため、今後、ソバ粉の阻害活性物質である HNA の含有量を測定し関連性を明らかにする予定である。

2. ソバ殻の ACE 阻害活性の評価

ソバ殻の 80%エタノール抽出物に ACE を阻害する作用があり、総ポリフェノール含量と相関が高かった。生態型で差がみられ、中間夏型～中間型の品種・系統で阻害活性が高く、早期収穫により阻害活性は高くなる傾向を示した（図 2）。

3. ソバ水抽出濃縮物の SHR ラットによる単回投与試験²⁾

予備試験により、SHRラットを用い基本配合飼料の20%をソバ粉で置換した試験食（コントロール：20%小麦粉）を長期自由摂食させ、血圧低下作用を検討した結果、効果が認められなかったため、ソバの水抽出物による単回投与試験を実施した。ソバ水抽出濃縮物のHNA濃度を、50%エタノール処理で約4.6倍に部分濃縮したサンプルを経口投与した（表2）。その結果、投与後 1～4 時間で若干投与前に比べて血圧が低下する傾向が認められた（図3）。6時間では大きく低下したが、連続測定によるラットの疲労が原因と考えられた。今回の結果から、あと2～3倍投与できれば統計的に有意な効果を示すことが期待されるため、今後、有効成分の濃度を高めたサンプルを投与し効果の確認を行う。

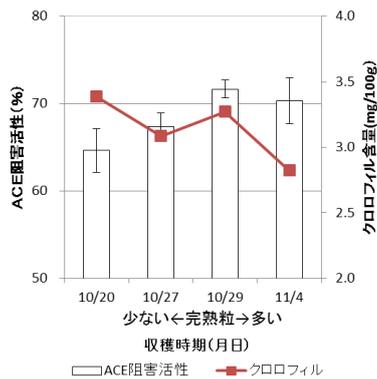


図 1. ソバ粉の ACE 阻害活性の収穫時期による影響

ACE 阻害活性値 平均値±標準偏差 (n=3)
大野在来種（福井農試），抽出濃度 5 mg/mL

表 2. ソバ水抽出濃縮物の収率と HNA 含量

抽出方法	収率 (%)	2-HNA (mg/100gDW)
ソバ粉	100	9.1
水抽出濃縮物	4.7	94.4
水抽出物-50%EtOH処理	1.9	434.5

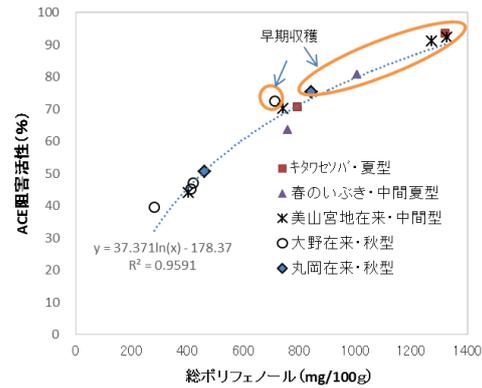


図 2. ソバ殻の総ポリフェノール含量と ACE 阻害活性

抽出条件:80%エタノール抽出-水置換 2.5 ml/mL

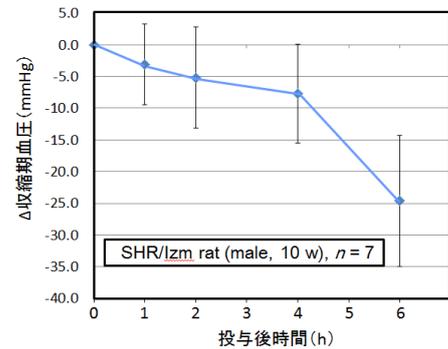


図 3. ソバ水抽出濃縮物の SHR ラットに対する血圧低下効果
濃縮サンプル (HNA 含量 393 mg/100 g-sample, 純度 0.393%)
単回投与 投与量 : 3.53 g/kg-体重 (=HNA 14 mg/kg-体重相当)

参考資料

- 1) 杉本雅俊, 橋本直哉, 高橋正樹: 平成 26 年度食品加工に関する試験成績 pp9-10, 福井県食品加工研究所 (2015)
- 2) 日笠志津: 博士 (栄養学) 学位論文 pp39-42, 女子栄養大学 (2011)

試験成績

研究課題名：ふくいオリジナル酒米品種の開発

研究期間：平成 27～29 年度

粘度増加開始温度と吸水性を指標とした酒米消化性の推定法

吉永 朱里・久保 義人・林 猛^{※1}

^{※1}福井県農林水産部

目的

現在、福井県では大吟醸酒用酒造好適米（酒米）の新品種開発に取り組んでいる。酒米の育種選抜においては醸造特性の評価が必須であり、中でも溶解性の判定は重要な項目となっている。酒米の溶解性は、酒米研究会の酒造用原料米全国統一分析法¹⁾に従って消化性を測定するのが一般的である。しかしながら、この方法は時間と手間がかかるため、交配系統の初期選抜など多試料の測定には適していない。酒米の消化性に関しては、これまでに、消化性と粘度増加開始温度には負の相関が認められ²⁾、さらに吸水性が良いほど醸造特性が優れる³⁾との知見が報告されている。そこで、粘度増加開始温度と吸水性を指標として、多試料の消化性を簡便に評価する方法の確立を目指した。

方法

1. 試料

福井県農業試験場にて系統選抜中の 20 系統（H26 年産）の玄米を、サタケ製テストミルで精米歩合 70%に精米した白米を試料とした。また、比較対照には、同一圃場で栽培した山田錦 5 点、五百万石 3 点の白米を用いた。

2. 粘度増加開始温度測定条件の設定

粘度増加開始温度の測定には、ラピッドビスコアアナライザー（RVA-3D Plus、Newport Scientific 社製）を使用した。試料の粉碎は粉碎機（UDY CORPORATION 製）および家庭用ミル（IFM-800DG、Iwatani 社製）にて行い、粉碎後に水分含有量を測定した（135℃、3 時間）。粉碎後の試料 3.5 g にイオン交換水 25 mL を加えて測定に供した。測定開始後 50℃にて 1 分間保持した後、各種昇温速度で 93℃まで加温昇温し、粘度上昇が始まる温度を粘度増加開始温度とした。

3. 粘度増加開始温度の測定

粉碎機にて調製した白米粉碎試料を乾物換算で 3.5 g 秤取りし、イオン交換水 25 mL 加えて RVA に供した。温度条件は、50℃で 1 分保持した後 93℃まで 10.75℃/分で昇温する条件とした。

4. 消化性および吸水性の測定

選抜系統の消化性および最大吸水量（120 分間浸漬後の吸水率）は、酒米研究会の酒造用原料米全国統一分析法¹⁾に準じて測定した。

結果

1. ラピッドビスコアアナライザー（RVA）による粘度増加開始温度測定条件の設定

RVA 測定では、試料の粒度、水分含有量、昇温速度などが測定値に影響を及ぼすことが知られている。最初に、粘度増加開始温度を精度良く測定するために、粉碎機および家庭用ミルで粉碎した試料の測定値を比較した。試料秤取時の乾物換算なし、昇温速度 10.75℃/分の条件で 3 回測定した粘度増加開始温度の標準偏差は、粉碎機では 0.029、家庭用ミルでは 0.404 となり、粉碎機の使用で測定値のばらつきが低くなること分かった。

次に、粉碎試料中の水分含有量および昇温速度の影響について検討した。当所にて実施している育種選抜では、消化性の指標として山田錦ならびに五百万石を比較対象としていることから、両品種間の差に着目して試験を行った。水分含有量に関しては、粉碎試料秤量時の乾物換算の有無で比較した。表 1 上段に示すように、乾物換算を行うことにより両品種間の差が大きくなり、育成系統の粘度増加開始温度を測定するうえで有効であることが確認できた。測

定時の昇温速度に関しては、1.5, 3, 5, 10.75°C/分の各昇温速度での測定値を比較した(表1下段)。昇温を緩やかにすることで測定の分解能が高まる傾向を示したが、1 試料当たりの測定時間が長くなり多検体の測定には不適であった。

これらの結果より、RVA による粘度増加開始温度の測定は、粉碎機で粉碎した試料を乾物量として 3.5 g 秤取し、昇温速度 10.75°C/分にて実施することとした。

2. 消化性の推定

育成系統 20 品種に对照の山田錦および五百万石を加えた 28 点について、粘度増加開始温度、最大吸水量、消化性 (Brix 値) を測定した。粘度増加開始温度と消化性 (Brix) の間には、既報²⁾と同様に負の相関関係 ($R = -0.633$) が認められた(図1)。また、最大吸水量と消化性の間にも、正の相関関係 ($R = 0.723$) が認められた(図2)。これらのことから、粘度増加開始温度が低い系統、あるいは、最大吸水量が多い系統は消化性が良いと推定できる。このことを確認するため、供試した 28 点を消化性 Brix 値が 10 以上と 10 未満に区分し、粘度増加開始温度と最大吸水量をプロットした(図3)。Brix 値 10 以上の消化性の良い試料は、図中左方向(粘度増加開始温度が低い)と上方向(最大吸水量が多い)に分布しており、粘度増加開始温度と最大吸水量を指標として消化性を推定できることが示された。消化性 Brix 値を目的変数、粘度増加開始温度と最大吸水量を説明変数とした重回帰分析でも、高い相関(重相関 $R = 0.832$) が確認された。

今回の試験結果より、粘度増加開始温度と吸水性を指標として多検体の消化性を簡便に推定できることが示されたが、粘度増加開始温度が消化性に作用する機構と吸水性が消化性に作用する機構は異なっている可能性がある。これらの詳細については、今後検討していきたい。

表 1. RVA 測定条件が測定値に及ぼす影響

		粘度増加開始温度		
		山田錦	五百万石	差
水分補正	あり	66.3	69.6	3.3
	なし	66.5	69.0	2.5
温度	1.5°C/分	62.9	65.8	2.9
	3°C/分	62.7	65.0	2.3
	5°C/分	64.0	65.9	2.0
	10.75°C/分	67.2	69.3	2.2

上段：粉碎機使用、昇温 10.75 °C/分
下段：粉碎機使用、乾物換算あり

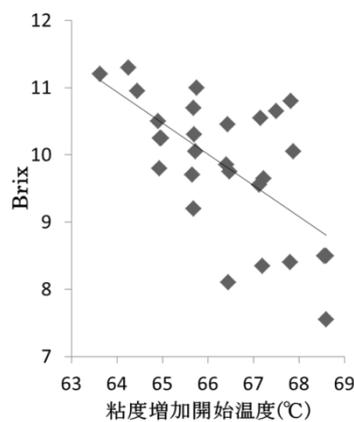


図 1. 粘度増加開始温度と消化性 (Brix 値) の関係

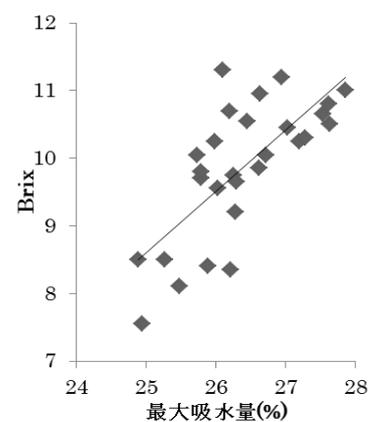


図 2. 最大吸水率と消化性 の関係

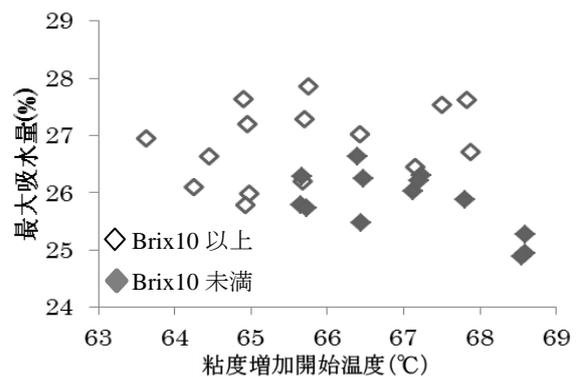


図 3. 粘度増加開始温度と最大吸水量の関係

参考資料

- 1) 酒米研究会：酒造用原料米全国統一分析法 (1996)
- 2) Masaki Okuda, Katsumi Hashizume, Isao Aramaki, Mineyo Numata, Midori Joyo, Nami Goto-Yamamoto, and Shigeaki Mikami: *J. Appl. Glycosci.*, **56**, 185-192 (2009)
- 3) 野白喜久雄：日本醸造協会雑誌, **72** (10), 744-749 (1976)

試験成績

研究課題名：農林水産業の技術開発事業

研究期間：平成 27 年度

サトイモ洗い子の優位性と調理による品質への影響

西尾 裕子・天谷 美都希

目的

サトイモの薄皮を残して洗った「洗い子」は、包丁で皮をむいた「皮むきサトイモ」とは違ったおいしさがあり、すぐに調理できることから、袋詰めや真空パック商品として県内のスーパー等で販売されている。しかしながら、「洗い子」と「皮むきサトイモ」の違いについては経験的な評価が主体で、その詳細はよく分かっていない。そこで、「洗い子」の需要拡大を図るため、サトイモ洗い子の優位性について検討した。

方法

1. 試料

試験には、H27 年上庄産サトイモ（市販品）および、奥越産サトイモ（生産者より供与）を使用した。洗い子は、里芋洗い機（RM40-4、サシナミ社製）にて 20～90 分間洗い処理した後ペーパーで軽く拭いたサトイモを、コンテナに広げ 140 分間日陰干しして作成した。皮むきサトイモは、サトイモの外皮を包丁で剥くことにより作成した。

2. 糖およびアミノ酸の溶出

洗い子および皮むきサトイモを約 80 g ずつビーカーに取り、その 4 倍量のイオン交換水とともに 30 分間加熱した後、煮汁にサトイモを浸漬したまま室温で保存した。保存 0, 2, 24 時間後に煮汁の一部を採取し、糖およびアミノ酸の溶出量を測定した。糖は F キット:ショ糖/D-グルコース/果糖（J.K.インターナショナル社製）にて測定し、アミノ酸はニンヒドリン法¹⁾により測定した。

3. 塩分の浸透

洗い子および皮むきサトイモ（1 個あたり約 20 g）を、醤油・砂糖・料理酒・みりん・水を調合した調味料とともにフライパンで 30 分間加熱した後、煮汁に浸漬したまま室温で保存した。保存 0, 2, 24 時間後に洗い子および皮むきサトイモを採取し、表層（深さ 5 mm）を除去した後の内部分をホモジナイズし、100 mL に定容した後 2 回の遠心分離（1 回目 3,000 rpm×10 分、2 回目 2,500 rpm×10 分）にて得られた上清中の食塩量をモール法により測定した。

4. 硬さ

洗い子および皮むきサトイモを、4 倍量のイオン交換水または醤油・砂糖・料理酒・みりん・水を調合した調味料とともに 30 分間加熱した後、煮汁に浸漬したまま室温で 2 時間保存したものを、硬さ測定の試料とした。測定にはレオメーター（NRM-2010j-CW、レオテック社製）を用い、円錐状アダプター（直径 3 mm）、荷重 2000 g、速度 6.0 cm/min、試料高さ 2 cm で破断応力を測定し「硬さ」の指標とした。

結果

洗い子と皮むきサトイモの大きな違いは薄皮の有無であることから、成分の溶出や浸透に違いがあると推定し、比較試験を行った。糖類の溶出についての試験結果を図 1 に示す。ショ糖、ブドウ糖、果糖のいずれも、皮むきサトイモに比べて洗い子の溶出量が低くなっていた。特に洗い子のブドウ糖と果糖に関しては、2 時間の保存で溶出量が変化しておらず、洗い子は糖類の溶出が抑えられていることが分かった。アミノ酸についても同様の傾向が認められ、溶出量は低くなっていた（図 2）。一方、塩分の浸透については、薄皮の有無による差は認められなかった（図 3）。これらの結果から、洗い子の特徴である薄皮は塩分などの低分子成分の透過は抑制しないが、糖分やアミノ酸など分子量がやや大きい成分の透過に関してはある程度の抑制効果を持つことを示している。この特性は、両者の味の違いが生じる一因であると考えている。

次に、洗い子および皮むきサトイモを、水あるいは調味液で加熱調理した後の硬さの違いを評価した。図 4 に示す

ように、皮むきサトイモでは水および調味液での差は認められなかったのに対し、洗い子では水煮が硬くなる現象が観察された。この理由は良く分からないが、水煮加工の場合に洗い子の調理特性が大きく異なることが示され、興味深い結果となった。水煮加工後の硬さが大きいことは「煮崩れし難い」ことを示しており、洗い子の優位性を示す指標の一つであると考えている。

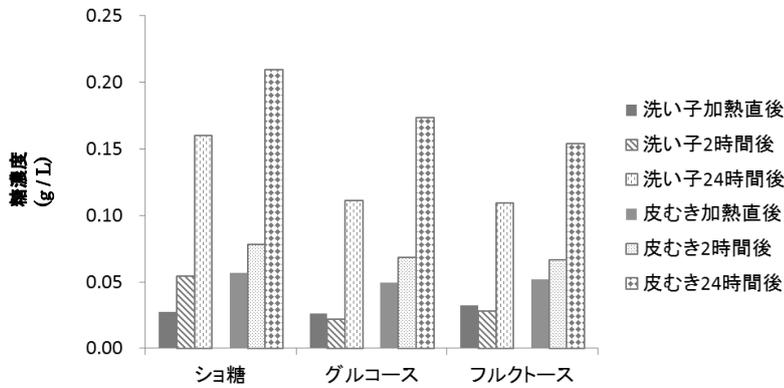


図 1. 糖の溶出量の比較

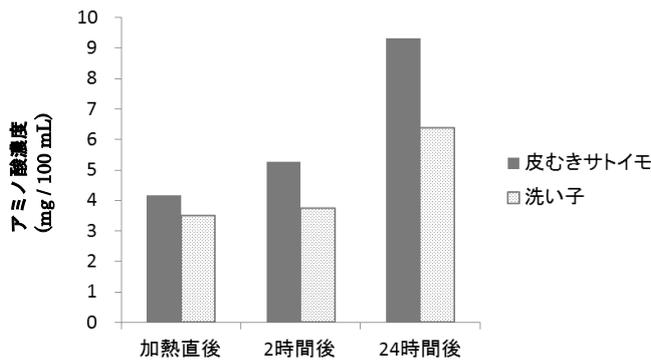


図 2. アミノ酸の溶出量の比較

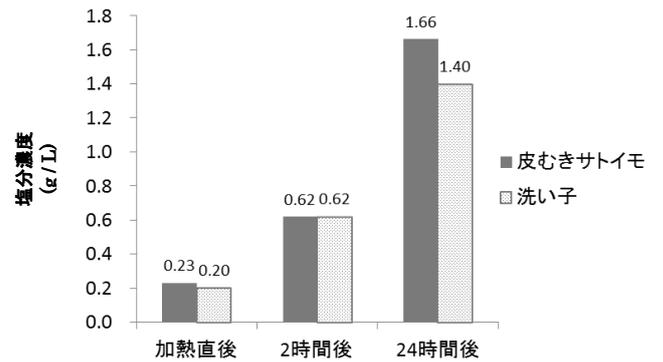


図 3. 塩分の浸透の比較

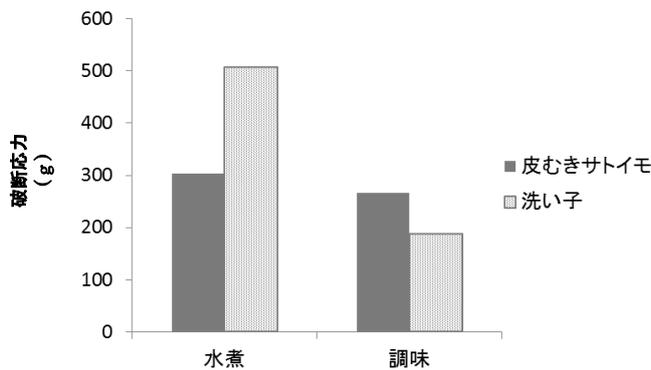


図 4. 硬さの比較

参考資料

1) 京都大学農学部食品工学教室編：食品工学実験書（上巻） pp371-372，養賢堂（1970）

試験成績

研究課題名：農林水産業の技術開発事業

研究期間：平成 27 年度

サトイモ洗い子の各種処理の保存性への影響

西尾 裕子・天谷 美都希

目的

サトイモの薄皮を残して洗った「洗い子」は、袋詰めや真空パック商品として県内のスーパー等で販売されている。しかしながら、「洗い子」は変色が速く微生物が繁殖しやすいため、商品寿命は 1 週間程度と短くなっている。そこで、需要拡大に資するため「洗い子」の保存性について検討した。

方法

1. 試料

試験には、H27 年上庄産サトイモ（市販品）および、奥越産サトイモ（生産者より供与）を使用した。洗い子は、里芋洗い機（RM40-4、サシナミ社製）にて 20～90 分間洗い処理した後ペーパーで軽く拭いたサトイモを、コンテナに広げ 140 分間日陰干しして作成した。

2. 熱湯による処理

洗浄直後の洗い子をコンテナに広げ、沸騰水を上から全体にかけ流した後日陰で干したものを熱湯処理試料とした。この試料約 70 g を真空包装および含気包装し、10 および 20℃にて保管した。真空包装袋はナイロンとポリエチレンの 5 層タイプ（厚さ 0.07 mm）を、含気包装はポリエチレン袋（厚さ 0.03 mm）を使用した。保管後 0, 2, 8, 14, 20, 28 日目の一般生菌数を、衛生試験法・注解¹⁾に従い測定した。対照には、熱湯水をかけずに日陰で干した洗い子を同一条件で保管したものを使用した。

3. 次亜塩素酸ナトリウム溶液による処理の検討

洗浄直後の洗い子を有効塩素濃度 200 ppm の次亜塩素酸ナトリウム溶液に 5 分間浸漬し、流水で 3 分間すすぎ、日陰で干したものを次亜塩素酸ナトリウム処理試料とした。この試料約 50 g を真空包装および含気包装し、10 および 25℃にて保管した。保管後 1, 8, 15, 21, 29 日目の一般生菌数を、衛生試験法・注解¹⁾に従い測定した。対照には、次亜塩素酸ナトリウム溶液に浸漬せずに日陰で干した洗い子を使用した。

結果

洗い子の商品寿命を延長するためには、微生物の増加を抑制することが必要である。その手段として、包装方法および保存温度による増殖抑制と、前処理による生菌数の低減の 2 方法を設定し、その効果を試験した。試験に際しては、食品衛生法および衛生規範における微生物規格基準・具等（野菜等非加熱のもの）の一般生菌数「 3.0×10^6 CFU/g 以下」を基準として設定し、図中に表記した。

最初に、対照区（洗浄後無処理で包装）の試料を使用して、保存温度および包装方法の違いによる生菌数変化を検討した（図 1）。生菌数増加に関しては包装方法の影響が大きく、保存温度にかかわらず真空包装の生菌数増加が著しくなった。含気包装においても保存温度による差異は僅かであり、保存 8 日目以降はほぼ同様の菌数推移を示した。この結果から、初発の菌叢は通性嫌気性かつ低温でも増殖可能な菌種が多く存在していることが推測される。

次に、前処理による生菌数の低減について検討した。前処理方法として、熱湯を散布する「熱湯処理」と、次亜塩素酸ナトリウム溶液に浸漬する「次亜塩素酸ナトリウム処理」の 2 方法を試験した。

熱湯処理では、包装方法の違いに関わらず、処理により生菌数が増加することが分かった（図 2）。また、外観に関しても熱湯処理により褐変が早まる傾向が認められ、熱湯処理は商品寿命の延長に適さないとの結果であった。一方、次亜塩素酸処理では、真空包装後 10℃保存する条件で生菌数の増加が抑えられた（図 3）。しかしながら、その他の条件では、生菌数の増加を抑制することは出来なかった。

今回の試験結果より、①次亜塩素酸ナトリウム溶液処理、②真空包装、③10℃保存、の3要素を合わせることで、無処理の洗い子と比較し保存期間を約4倍延伸出来ることが分かった。ただし、3要素のうちいずれか1つが欠けると、効果が全く得られなくなるので注意が必要である。

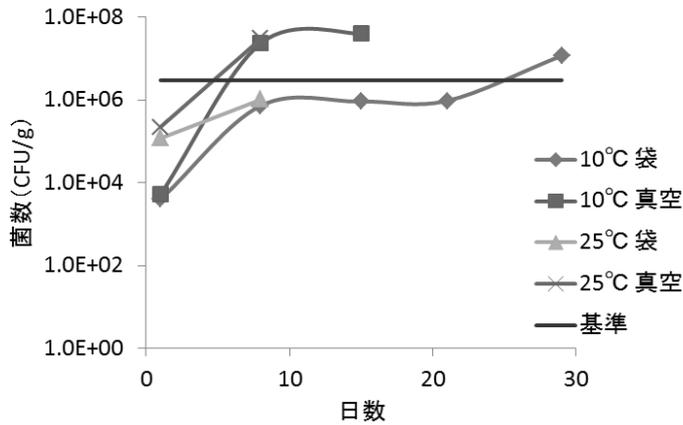


図1. 保存温度および包装形態による菌数への影響

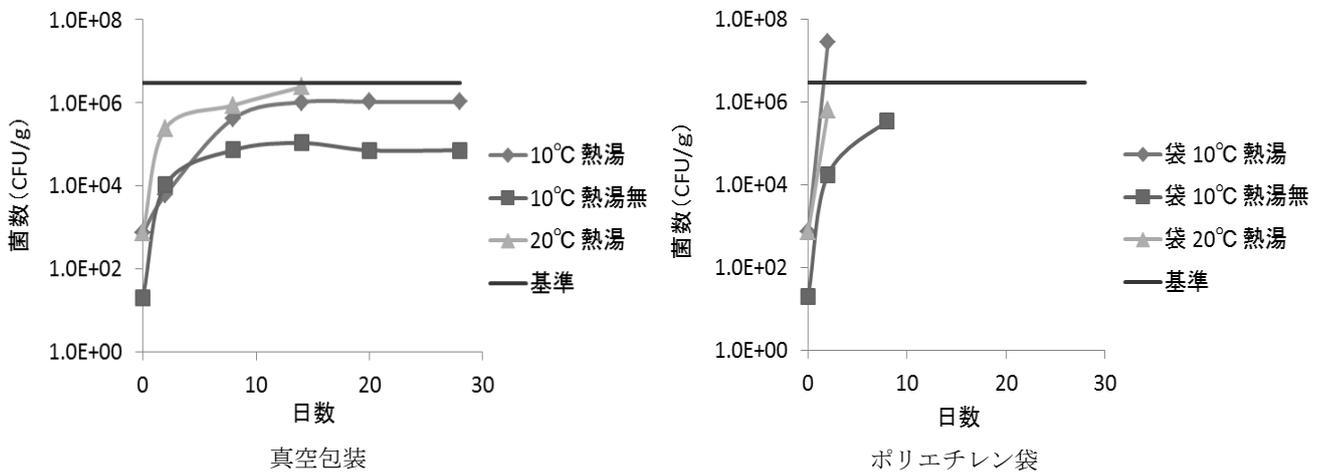


図2. 熱湯処理の影響

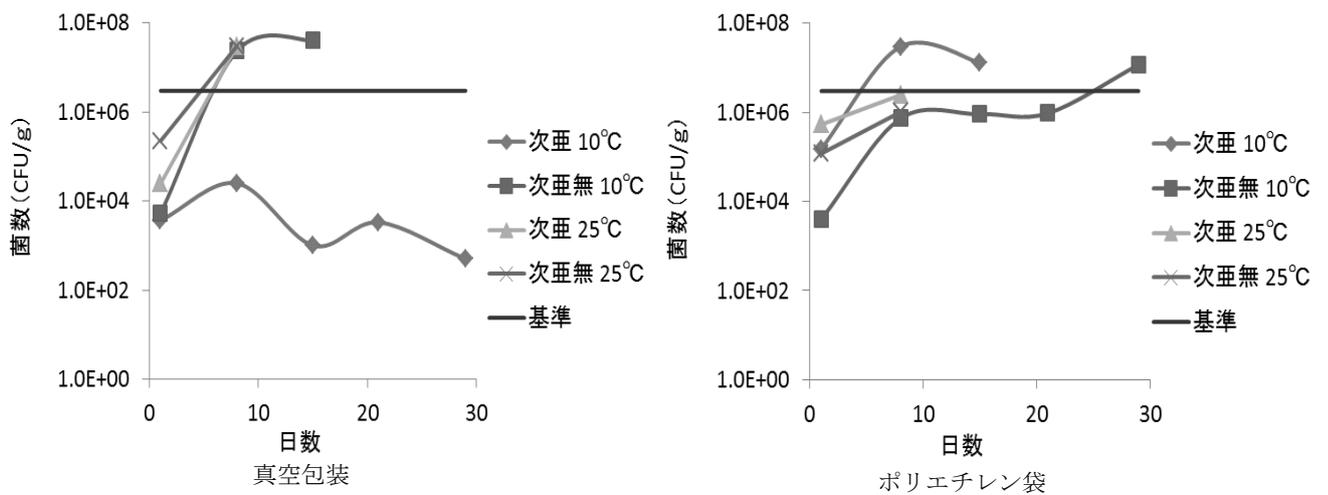


図3. 次亜塩素酸ナトリウム処理の影響

参考資料

- 1) 日本薬学会編: 衛生試験法・注解, 143-149, 174-178(1990)

試験成績

研究課題名：農林水産業の技術開発事業

研究期間：平成 27 年度

ウメゼリー製造における酸や熱がゲル化に及ぼす影響

吉川 侑沙・古池 洋子^{*1}

^{*1}企業組合うめっぼ

目的

完熟梅を使用した新たな加工品としてゼリーの開発に取り組んだ。ゼリー製造に使用されるゲル化剤は一般に酸に弱く、酸を加えて加熱するとゼリーの強度が弱まる。しかし、ウメには有機酸が豊富に含まれるため、ゼリーの製造において問題となりうる。そこで、本研究では完熟梅のピューレを使用したウメゼリー製造の際に、酸や熱がゲル化に及ぼす影響を調べた。

方法

1. 材料

共同研究者より提供された平成 27 年産完熟紅サンピューレを使用した。

2. ゼリーの製造

ゲル化剤（イナアガーF、伊那食品工業株式会社）6 g を水に加えて加熱溶解した後、ピューレを加えて水で 200 g に調整し、ゼリーを作成した。作成したゼリーは冷蔵庫内（約 8℃）で 1 晩静置後測定を行った。冷凍・解凍については、ゲル化したゼリーを冷凍庫（約 -20℃）で冷凍し、その後冷蔵庫内で 1 晩かけて解凍した。

3. 破断応力

レオメーター（NRM-2010j-CW、レオテック社製）の破断試験モード、試料台速度 6 cm/分、直径 7 mm の球状のプランジャー、試料高さ 2 cm で測定した。

4. 離水率

ゼリー全体の重量を測定し、表面の離水をろ紙で吸い取って重量を測定し、全体重量に対する離水量の割合を離水率として重量百分率で表した。

結果

1. ピューレの割合がゼリーに与える影響

ピューレの割合を 5, 10, 15, 20% として作成したゼリーについて、それぞれ破断応力と離水率を測定した。ピューレの割合が増加することによる破断応力や離水率への影響はあまり見られなかった（図 1）。一般に言われるように、ゲル化剤の溶解後にピューレを加えることでゼリーへの影響を抑えることができた。

2. 酸が存在するときの加熱がゼリーに与える影響

ゼリー製造後の加熱殺菌や冷却等を想定して、ピューレ混合後に加熱をしたときのゼリーへの影響を検討した。ピューレの割合を 20% として作成したゼリー液を 85℃で 0, 10, 20, 30 分保持後、冷蔵庫で 1 晩静置し、それぞれ破断応力を測定した。時間が増加するに従い破断応力が低下した（図 2）。この結果から、ピューレ混合後は速やかに品温を下げることで、または、加熱殺菌後は破断応力が低下することに留意する必要がある。

3. ウメゼリーの冷凍耐性

一般に、ゼリーを冷凍・解凍すると物性が著しく変化するが、ゲル化剤の中には高い冷凍耐性を持つものもある。そこで、製品の冷凍が可能かを調べるため、ウメゼリーの冷凍耐性について検討した。ピューレの割合を 5, 10, 15, 20% としてゼリーを作成して冷凍し、それぞれ解凍後の破断応力と離水率を測定し、冷凍前のゼリーと比較した。冷凍に

より離水率がやや増加したが、破断応力にはあまり影響がみられなかった（図 3、4）。ウメゼリーは解凍後も物性を維持しており、冷凍が可能なことがわかった。

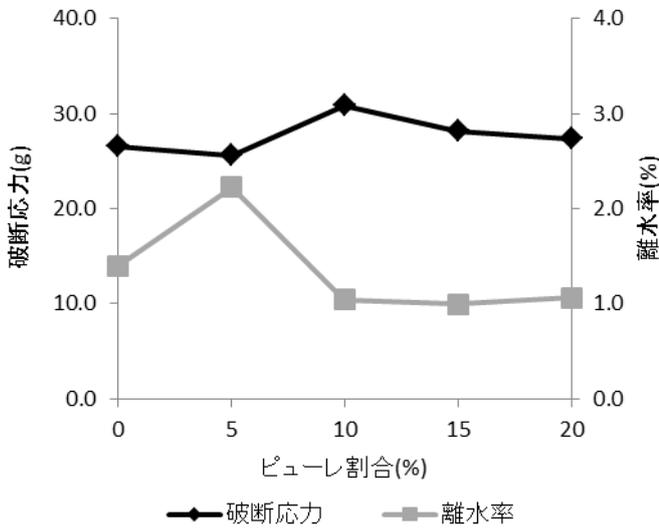


図1.ピューレの割合によるゼリーへの影響
n=2の平均値

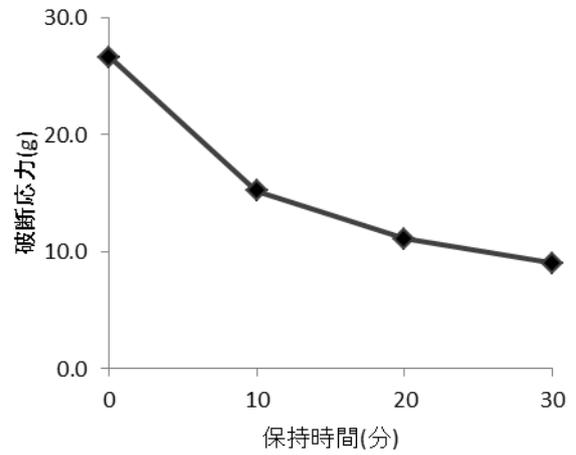


図2.加熱による破断応力の変化
n=2の平均値

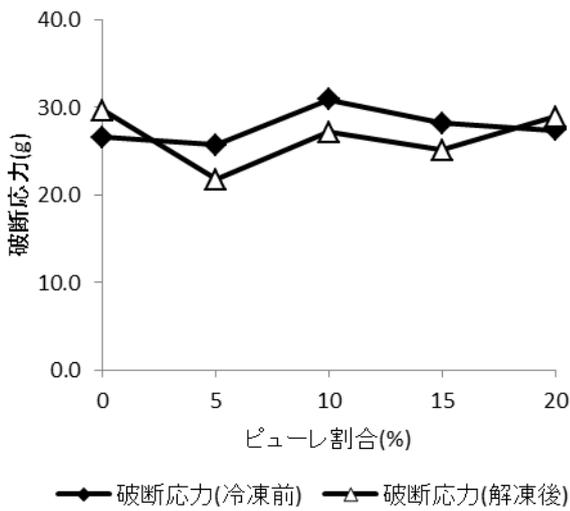


図3.ゼリーの冷凍による破断応力への影響
n=2の平均値

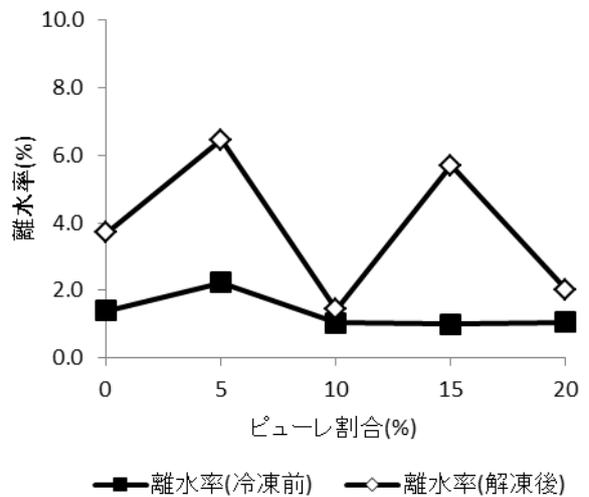


図4.ゼリーの冷凍による離水率への影響
n=2の平均値

試験成績

研究課題名：一般研究

研究期間：平成 27 年度

凍結保存したサクラマスの品質

頼本 華子・成田 秀彦

目的

九頭竜川流域では、河川改修など環境の影響で減少したサクラマスの増殖に向け、天然遡上のサクラマスから生産した種苗の放流や、種苗生産過程で生じる余剰の雄魚を育成し食用に利用する取り組みが行われている。食用サクラマスは初夏に水揚げし、受託加工業者においてフィレー加工後真空包装し急速凍結したものを、生産者らが冷凍保存し利用しているが、保存中の品質の低下（褪色等）が課題となっている。そのため、保存条件の違いが品質に及ぼす影響を検討した。

方法

1. 試料

平成 27 年 6 月 4 日に水揚げしたサクラマス 9 尾をフィレーに加工後、真空包装し冷凍パン上に重ならないように並べ、エアブラスト式凍結庫内で急速凍結した。翌朝 -20°C 、 -30°C の冷凍ストッカーに移し遮光状態で保存後、平成 28 年 3 月 17 日に分析に供した。なお、試料は分析前日に 4°C の冷蔵庫に移し自然解凍した。

また、ほぼ同時期に水揚げし、受託加工業者において同様の加工処理を行い、生産現場の家庭用冷凍庫で保存したフィレー（2 検体）を入手し参考試料とした。

2. 肉色の評価

分光測色計（CM-3500d、ミノルタ社製）を用いて L^* 、 a^* 、 b^* 値を測定した。試料（包装したままの状態）の頭部側から 12~16 cm の位置をターゲットマスク開口部（ $\phi 30$ mm）に直接押し当てる方法で 1 検体につき 2 回測定し、その平均値を使用した。また、冷凍保存中の肉色を定期的に目視で観察した。

なお、肉色に関しては個体間の差異が大きいため、試験区は個体差の影響を考慮し設定した。

3. 食味評価

色調測定後の試料（保存温度毎に 2 検体分）を約 2 mm の厚さにスライスしたものを食味評価に供した。パネルは食品加工研究所職員 10 名とし、色、臭い、味、食感、総合の 5 項目について 5 段階（1：悪い、2：やや悪い、3：変わらない、4：やや良い、5：良い）で評価した。

結果

1. 包材の酸素透過度が肉色に及ぼす影響

サケ科魚類の肉色の由来であるカロテノイドは酸素の影響を受けやすいため¹⁾、包材の酸素透過度が肉色に及ぼす影響について検討した。包材は、耐真空冷凍、酸素バリア性として市販されている A および B、より酸素透過度の低いハイバリア性の C を使用した（表 1）。

保存後の L^* 、 a^* 、 b^* 値は、保存前に比べ若干高くなったが、包材による差は認められなかった（図 1、図 2）。また、保存中の目視観察でも著しい褪色は確認されなかった。一方、参考試料は、試料に比較して L^* 値が高く白っぽい色合いであり、このことは目視観察においても明らかであった（図 2、図 3）。

参考試料に使用されている包材の酸素透過度については不明であるが、少なくとも A、B と同程度の酸素バリア性包材を用いれば、数ヶ月程度は保存中の褪色を抑えられると考えられた。

2. 保存温度が食味に及ぼす影響

-20℃保存に対する-30℃保存の食味評価を図4に示した。評価に供したのは、いずれも包材Aを用いた試料である。味、食感、総合の項目について、過半数が優れていると評価しており、「つやがある」「弾力がある」「新鮮な感じ」などの意見が多かった。また、「-20℃保存は解凍した後の感じ」といった意見もみられた。

以上の結果から、-30℃保存は-20℃保存に比べ、より生に近い食味を保つことができると考えられた。

表1. 使用した包材

	酸素バリア性	酸素透過度	厚さ	材質
A	中	49 ml/m ² /24h/atm	80 μ m	5層 NY/NY/接PE/PE/PE
B	中	56 ml/m ² /24h/atm	70 μ m	5層 NY/NY/接PE/PE/PE
C	高	4.8 ml/m ² /24h/atm	80 μ m	5層 NY/EVOH/NY/接PE/PE

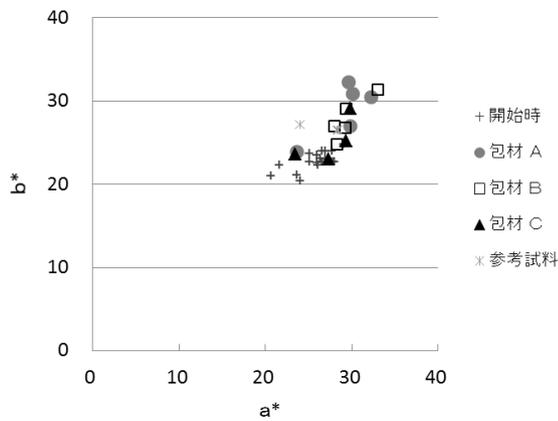


図1. 保存後のサクラマスの色彩値

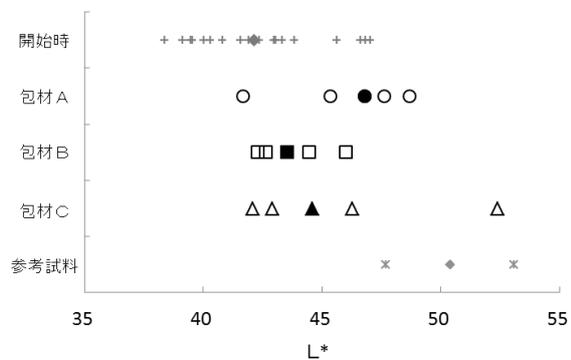


図2. 保存後のサクラマスの明度

※塗りつぶしのプロットは各区の平均値を示す



図3. 保存後のサクラマスの肉色

※左：参考試料、右：包材Aで真空包装した試料

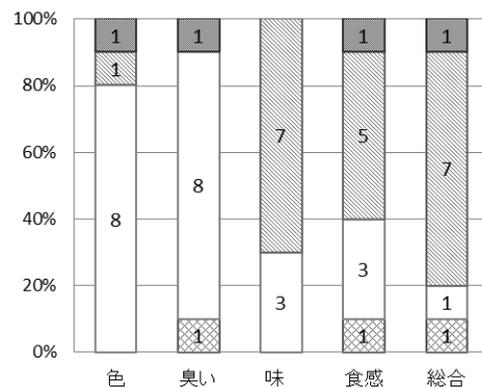


図4. -20℃保存に対する-30℃保存の食味評価

※包材はいずれもAを使用

■悪い □やや悪い □変わらない □やや良い ■良い

参考資料

- 1) 高市真一：低温科学, vol.67, 347-353 (2009)
- 2) 秋野雅樹, 武田忠明, 今村琢磨：北水試研報, 72, 31-35 (2007)

試験成績

研究課題名：一般研究

研究期間：平成 27 年度

乳酸菌 FPL1 を用いた甘酒乳酸発酵技術の開発

吉川 侑沙

目的

福井県育成乳酸菌 FPL1¹⁾は胃酸、胆汁耐性を有し、米糖化物の発酵に適しているなどの特徴を持つ。本研究では、FPL1 を用いた甘酒乳酸発酵技術を広く普及するため、糖度と乳酸発酵の管理とスターター供給に関連して、原料割合による糖度と酸度への影響、乳酸菌の初期添加量による乳酸発酵への影響、スターターの保存について検討した。

方法

1. 甘酒の作成

白米および米麴（酒造メーカーより供与）を原料とし、加水量を変化させて甘酒を作成した。白米と米麴は等量使用とし、両者の合計重量が出来上がり重量の 20, 30, 40%となるように水を加えた。試験区当たりの全体重量は 200 g とし、炊飯した白米と麴に全体の重量が 200 g となるようお湯を加え、55°Cで 16 時間保温した後ミキサーで均一化して 85°Cで 30 分火入れを行い甘酒を作成した。Brix はポケット糖度計 PAL-1 (ATAGO) により測定した。グルコース濃度は甘酒を遠心分離し、上澄みをグルコース CII-テストワコー（和光純薬）により測定した。

2. 乳酸発酵

FPL1 を MRS 培地にて 30°Cで 24 時間静置培養後、遠心分離により 2 回洗浄し培養液と同量の滅菌水に懸濁した後、甘酒に添加し 30°Cで乳酸発酵を行い、pH、滴定酸度、生菌数を測定した。滴定酸度は試料を 0.1 mol/L 水酸化ナトリウムで滴定し、乳酸相当量に換算した。生菌数は BCP 加プレートカウントアガール（日水製薬）を用いて測定した。

3. 保存液の違いによる FPL1 の生菌数への影響

FPL1 を MRS 培地にて 30°Cで 24 時間静置培養後、遠心分離により集菌し培養液と同量の滅菌水、滅菌 2%グルコース水溶液にそれぞれ懸濁し保存した。また、グルコース 1%、酵母エキス（ハイマックス GL、富士食品工業株式会社）1%を添加しオートクレーブにて滅菌した水溶液において 30°Cで 24 時間培養後、冷蔵保存した。この 3 種類の保存液について、冷蔵保存中（10°C）の FPL1 の生菌数の変化を調べた。

結果

1. 原料の使用割合が糖度と滴定酸度にあたる影響

乳酸発酵甘酒においては、甘味、酸味が味に大きく影響する。原料と水の割合が甘味、酸味にあたる影響を調べるため、原料の使用割合を 20%、30%、40%として甘酒を作成した。原料の増加に伴い Brix、グルコースが増加した（表 1）。次に、FPL1 を 0.1%添加して乳酸発酵を行った。乳酸発酵に伴い pH が低下し、FPL1 の菌数が増加した（データ省略）。滴定酸度も増加したが、30%、40%と比較して 20%ではやや乳酸の生成が遅れていた（図 1）。23 時間発酵時点での糖度と滴定酸度を図 2 に示した。これらの結果から、原料の割合により糖酸比が異なり、同じ発酵時間でも味が異なるということがいえる。

2. 乳酸菌の初期添加量が乳酸発酵にあたる影響

スターターの最適な添加量を検討するため、原料を 30%として作成した甘酒に FPL1 をそれぞれ 0.01%、0.1%、1%添加し乳酸発酵を行った。1%の添加では速やかに pH の低下、滴定酸度の上昇がみられた（図 3、pH 省略）。0.01%の添加でも 24 時間後には菌数が増殖した（表 2）。0.01%という少量の添加でも乳酸発酵が可能だったが、0.1%、1%

と比較して pH の低下、酸度の上昇が遅れたため、衛生管理に注意する必要があると思われる。

3. 保存液の違いが FPL1 の生菌数にあたる影響

甘酒に直接添加可能で、長期保存できるスターターを目的として、酵母の保存法や既報²⁾等を参考に滅菌水、酵母エキス+グルコース水溶液、グルコース水溶液の3種類を保存液として検討した。保存液中での冷蔵保存中における生菌数の変化を図4に示した。滅菌水の保存では10日後の測定時に 1×10^5 CFU/mL以下となったためスターターとして実用性がないとし、以降の測定を行わなかった。酵母エキス+グルコースの保存液では1か月程度菌数を維持した。グルコースのみの水溶液でも1~2週間は 1×10^8 CFU/mL以上を維持した。この結果より、スターターの保存液にはグルコースまたは酵母エキス+グルコースの水溶液が適当であると思われる。

表1. 原料割合が糖度にあたる影響

原料(%)	Brix(%)	グルコース(g/L)
20	13.1	95
30	22.8	192
40	30.1	270

表2. 乳酸菌数の変化

添加量	添加直後 (CFU/g)	24時間後 (CFU/g)
0.01%	4.9×10^5	4.0×10^8
0.10%	4.8×10^6	3.2×10^8
1%	4.5×10^7	4.2×10^8

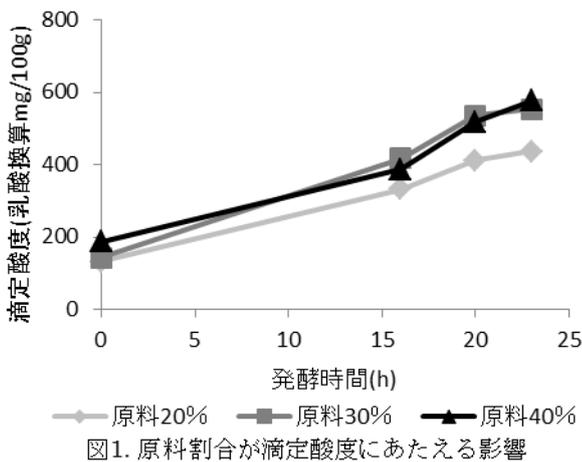


図1. 原料割合が滴定酸度にあたる影響

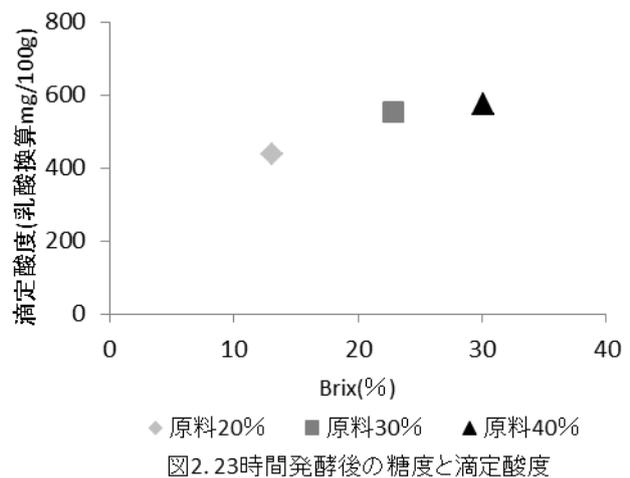


図2. 23時間発酵後の糖度と滴定酸度

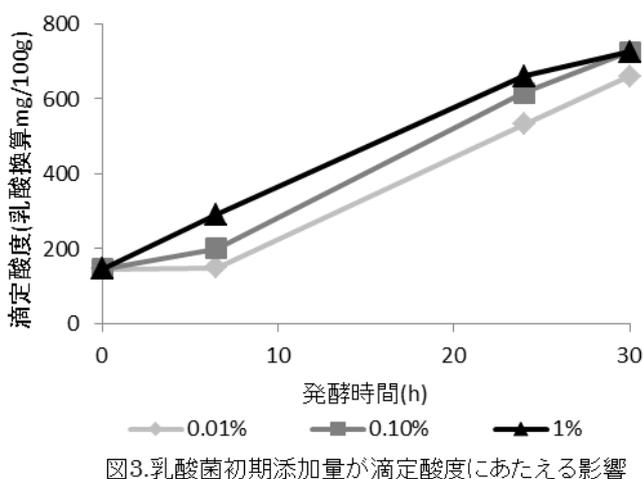


図3. 乳酸菌初期添加量が滴定酸度にあたる影響

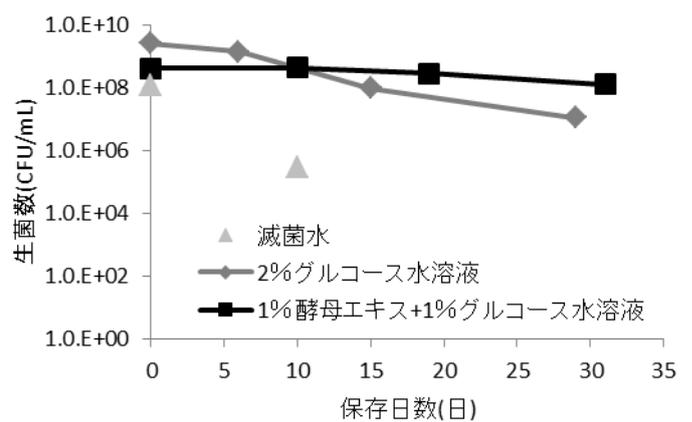


図4. 保存液中の乳酸菌数の変化 (10°Cで冷蔵保存)

参考資料

- 1) 福井県: 特許公報, 5218041 (2008)
- 2) 駒野小百合: 平成24年度食品加工に関する試験成績, pp8-9, 食品加工研究所 (2013)

試験成績

研究課題名：一般研究

研究期間：平成 27 年度

米発酵に適した FPL1 株の *recA* 遺伝子解析結果について

小林 恭一・久保 義人・駒野 小百合*

*1 福井農林総合事務所

目的

福井県育成乳酸菌 FPL1 は胃酸、胆汁酸耐性を有し、米糖化物の発酵に適していることから、種々の応用が検討されている¹⁾。しかしながら、これまでの理化学的形質、16S rDNA の全塩基配列の結果からは *Lactobacillus plantarum* か *L. pentosus* のいずれかと推定されたが、その判別がなされていなかった²⁾。そこで、*L. plantarum*、*L. pentosus* の帰属分類群の推定に *recA* 遺伝子を用いた塩基配列解析が有効であることから、*recA* 遺伝子の部分塩基配列 300bp を決定し、既知 *recA* 遺伝子との分子系統解析を行った。

方法

Sandra³⁾らの方法に基づく *recA* (recombinase A protein) 遺伝子の解析は、(株) テクノスルガ・ラボ (静岡県) に依頼した。

結果

BLASTを用いた GenBank/DDBJ/EMBLに対する相同性検索の結果、FPL1 株の *recA* 遺伝子部分塩基配列は *L. pentosus* 基準株 LMG10755 株に対し 99.4% (アクセッション番号 AJ621666)、99.7% (アクセッション番号 AJ286118) の相同率を示した。また、*L. pentosus* を中心に既知の *Lactobacillus* 属の *recA* 遺伝子塩基配列をもとに分子系統解析を行った結果、FPL1 株は *L. pentosus* の複数の菌株で形成されるクラスターに含まれ、近縁の *L. plantarum*、*L. paraplantarum* のクラスターとは明確に異なる系統樹を形成した (図 1)。このことから、FPL1 株は *L. pentosus* と推定される。なお、Bergey's Manual of Systematic Bacteriology, Volume 2⁴⁾には *L. plantarum* はグリセロールを資化しないが *L. pentosus* は資化することが記され、FPL1 もグリセロールを資化し、*recA* 遺伝子解析結果と矛盾しなかった。

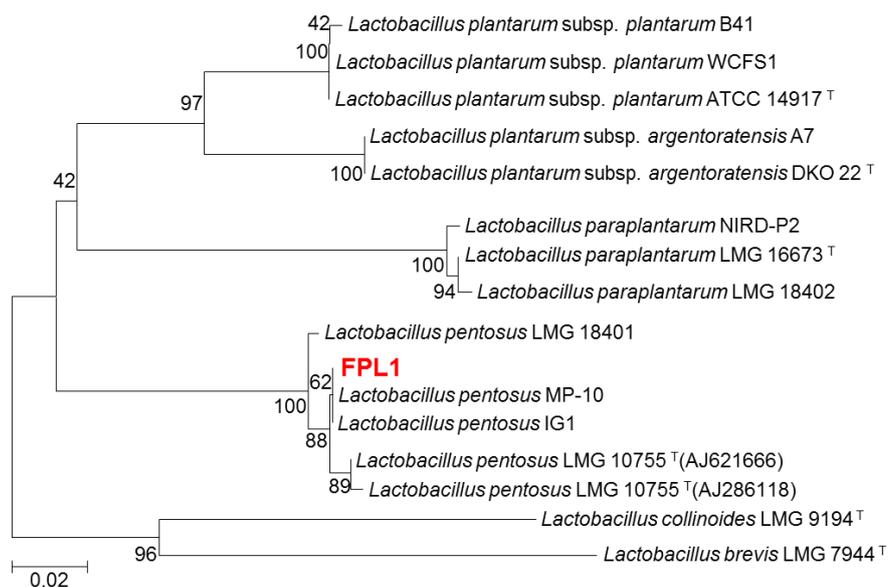


図1 FPL1の*recA*遺伝子塩基配列に基づく分子系統樹

左下の線はスケールバー、系統枝の分岐に位置する数値はブートストラップ値、菌株名の末尾のTはType strainであることを示す。

参考資料

- 1) 福井県：特許公報, 5218041 (2008)
- 2) 駒野小百合ら：福井県農業試験場研究報告第 47 号, pp31-37 (2010)
- 3) Sandra T. , Giovana E. F. and Franco D.: *Appl. Environ. Microbiol.* . 67. pp3450-3454 (2001)
- 4) Kandler, O. , and Weiss, N.. *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*, "Vol. 2, ed. by Sneath, P. H. A. , Mair, N. S. , Sharpe, M. E. , Williams & Wilkins, pp 1209-1234 (1986)

II 概 要

1. 組織・職員 (平成 27 年 5 月 19 日現在)

所 長 小林 恭一

食品産業支援研究グループ

主任研究員 杉本 雅俊
主任 青山 朋美
主任 (兼) 村野 美智代*¹
主任研究員 頼本 華子
主任研究員 (兼) 猿橋 由恵*¹
研究員 天谷 美都希
研究員 (兼) 遠藤 彰^{2*}
主事 成田 秀彦

地域特産利用研究グループ

主任研究員 久保 義人
研究員 西尾 裕子
主事 吉川 侑沙
主事 吉永 朱里

*¹ 福井県農業試験場勤務、*² 福井県畜産試験場勤務

2. 施設・財産

[施設]

- 1) 所在地 坂井市丸岡町坪ノ内 1 字大河原 1-1
〒910-0343
電話 0776-61-3539
Fax 0776-61-7034
E-mail shokuhin@pref.fukui.lg.jp
- 2) 施設 土地 11,592.68 m²
本館 鉄筋コンクリート造 2 階建 2,371.91 m²
車庫 鉄筋コンクリート造平屋建 68.88 m²

[主要備品 (H27 年度購入)]

- ・サトイモ洗い機 (RM40-4) 株式会社指浪製作所
- ・送風定温乾燥器 (DRM620TD) アドバンテック東洋株式会社
- ・アミノ酸分析装置一式 (日立クロムマスターシリーズ) 株式会社日立ハイテクサイエンス
- ・有機酸測定装置一式 (SHIMADZU Prominence シリーズ) 株式会社島津製作所

3. 平成 27 年度試験研究課題一覧

- 1) 多成分を指標とした新規酵母選抜法の開発と大吟醸酒高品質化の実現
(国庫：地域科学技術振興研究事業)
- 2) ソバの血圧低下作用効果の解明と加工技術の開発
(国庫：地域科学技術振興研究事業)
- 3) サトイモに含まれるアミラーゼ及びデンプン特性の解明と加工技術の開発
(国庫：地域科学技術振興研究事業)
- 4) サトイモ洗子子の有意性・保存性と調理による品質への影響
(県費：農林水産業の技術開発事業)
- 5) ウメゼリー製造における酸や熱がゲル化に及ぼす影響
(県費：農林水産業の技術開発事業)
- 6) エゴマおよびウメなど福井県産特産農作物を用いた機能性食品の開発に関する研究
(県費：大学連携リーグ連携研究推進事業)

4. 技術相談・施設利用・依頼分析業務

技術相談	225 件
施設利用	113 件、508 名
依頼分析	11 件、103 成分

5. 福井 6 次産業化サポートセンター業務

[概要]

6 次産業化プランナーの派遣	59 件
6 次産業化関係の技術相談	83 件
6 次化関係の現地対応、施設利用等	45 件
総合化事業計画認定事業者に対するフォローアップ	47 件

[研修会等の開催]

- 1) 名 称：平成 27 年度人材育成研修会・交流会 講師：北井智氏
日 時：平成 27 年 10 月 6 日 (火) 13:30～16:00
場 所：食品加工研究所 研修室
対象者：6 次産業化プランナー、県・市町関係者等
内 容：6 次化に取り組むときのポイント、衛生管理に関する講演、交流会
- 2) 名 称：平成 27 年度人材育成研修会 講師：芹澤利幸氏
日 時：平成 27 年 12 月 15 日 (火) 13:30～15:30、16 日 (水) 13:30～15:30
場 所：(15 日) 食品加工研究所 研修室、(16 日) パレア若狭 研修室
対象者：県内の農林水産業者、6 次産業化プランナー、その他関係者
内 容：経営管理、コスト計算など商品開発に必要なポイントを紹介した
- 3) 名 称：平成 27 年度人材育成研修会 講師：塚田明美氏
日 時：平成 28 年 2 月 25 日 (木) 13:00～14:00
場 所：食品加工研究所 研修室
対象者：県内の農林水産業者、6 次産業化プランナー、その他関係者
内 容：学校給食における地産地消の取り組みについて紹介した
- 4) 名 称：6 次産業化個別相談会
日 時：平成 28 年 2 月 25 日 (木) 14:00～15:30
場 所：食品加工研究所 研修室、技術相談室、情報処理室
対象者：県内の農林水産業者
内 容：学校給食、加工技術、経営管理について各専門家による個別相談を実施した

6. 研修会・講習会

- 1) 名 称：平成 26 酒造年度 鑑評会審査結果検討会
日 時：平成 27 年 7 月 3 日 (金) 13:30～15:00
場 所：食品加工研究所 研修室
対象者：酒類製造業者

内 容：鑑評会出品酒の審査結果から製造技術上の問題点を明らかにし、改善方法等を検討した

2) 名称：食品表示研修会

日 時：平成 27 年 9 月 2 日 (水) 14:30～16:00

場 所：食品加工研究所 研修室

対象者：食品製造者、6次産業化に取り組む事業者、関係機関など

内 容：平成 27 年から施行された食品表示法に関する研修会

3) 名 称：平成 27 年度食品加工研究所研究発表会

日 時：平成 28 年 3 月 18 日 (金) 13:30～16:20

場 所：食品加工研究所 研修室

対象者：県内食品製造業者、6次産業化に取り組む事業者、農林水産業者等

内 容：

研究発表

1. サトイモ酵素による米の糖化
2. サトイモ洗い子の各種処理が生菌数に及ぼす影響
3. 県育成乳酸菌 FPL1 を使用した甘酒乳酸発酵条件の最適化
4. 糊化開始温度および吸水性を指標とした酒米消化性の推定法
技術シーズの紹介
5. 食品加工研究所保有特許について
6. 食品加工研究所の開発技術について

4) 名 称：平成 27 酒造年度出品酒セレクションきき酒研究会

日 時：平成 28 年 3 月 26 日 (土) 13:30～15:30

場 所：食品加工研究所 研修室

対象者：酒類製造業者

内 容：出品候補酒の品質評価を行い、各事業者の出品酒選定を支援した

7. 論文・雑誌・著書

[雑誌]

- 1) 小林恭一：福井県産農産物の機能性成分を活用した新製品開発，食品と開発，vol.50 (6)，pp80-82

8. 発表・講演

[講演]

- 1) 小林恭一：新たに食品を製造・販売しようと考えている皆様に (平成 27 年度講座，4 月 21 日，坂井市)
- 2) 久保義人：酵母と麴について (蔵女性サミット in 福井，6 月 27 日，福井市)
- 3) 小林恭一：ふくい加工食品あれこれ (桜楓会福井支部総会，7 月 5 日，鯖江市)
- 4) 杉本雅俊：6次産業化・食品産業支援への取り組み (清水南地区まちづくり実行委員会会議，7 月 9 日，福井市)
- 5) 小林恭一：食品添加物の話 (越前市消費者グループ連絡協議会研修会，9 月 15 日，越前市)
- 6) 小林恭一：永く守り、受け継ぎたい伝統の福井野菜 (食生活改善推進員連絡協議会坂井支部研修会，10 月 13 日，坂井市)

- 7) 小林恭一：食品加工の基本 (福井農林総合事務所ものづくり研修会, 11月5日, 坂井市)
- 8) 久保義人：新技術・知見の活用方法ー取捨選択と実践のポイントー (平成27年度 東北醸友会通常総会・技術研修会, 11月11日, 宮城県仙台市)
- 9) 小林恭一：食の安全に関する相談対応力アップのために、加工食品の知識と視る目を養う (福井県消費生活センタースキルアップ研修会, 11月24日, 福井市)
- 10) 久保義人：吟醸造りについて (福井県杜氏研修会, 12月4日, 福井市)
- 11) 小林恭一：6次産業化に取り組むための普及活動のポイント, アドバイザー (平成27年度福井県普及指導員研修会, 12月11日, 鯖江市)
- 12) 西尾裕子：食品表示法および食品表示基準について (福井県セルフ振興センター第1回食品研修会, 12月16日, 坂井市)
- 13) 小林恭一：ジャム作りの基礎 (愛菜夢工房ジャム加工講習会, 1月22日, 福井市)
- 14) 久保義人：醗の経過で見る酵母特性と酒質の関係 (インフィニット酒スクール 科学的裏付けのある日本酒セミナー, 2月3日, 東京都文京区小石川)
- 15) 小林恭一：サトイモ加工に関する取り組み、6次産業化について (上庄地区機械営農協議会研修会, 3月3日, 坂井市)
- 16) 久保義人：福井の地酒の魅力とは? (阪神百貨店「北陸四県飲み歩き」トークショー, 3月9日, 大阪府大阪市)
- 17) 小林恭一：食品加工の基本 (福井県セルフ振興センター第2回食品研修会, 3月16日, 福井市)

9. メディア等への公表

- 7月22日 減塩梅干しレシピ考案 若狭町 保存料に砂糖など (福井新聞)
- 7月30日 福井の食品加工研究所 農産加工、機能成分に的 (日本経済新聞)
- 8月18日 県産大吟醸酒 酒米新品種質問相次ぐ (日刊県民福井)
- 9月16日 特産みかんからオイル開発「多くの人笑顔に」 (福井新聞)
- 10月6日 県産醤油、味噌味比べ、福井で鑑評会4点全国審査へ (福井新聞)
- 10月8日 恐竜日本酒デビュー、県産酵母使用”福井色”前面 (福井新聞)
- 10月9日 「雪室そば」味に太鼓判 (日刊県民福井)
- 10月17日 アグリトゥモロウ「塩柿の復活食感良く・柿三郎座の塩水脱渋」 (日本農業新聞)
- 10月20日 雪室冷蔵「効果あり」勝山で実験、そば風味、野菜鮮度保つ (福井新聞)
- 1月9日 梅酵母で清酒開発、県立大、田辺酒造、県食品加工研と (福井新聞)
- 2月16日 名水くみ地酒仕込み 岡保まちづくり委7人手作業1000ℓ (福井新聞)
- 2月26日 福井県での油揚げの特徴ある調理法 (テレビ朝日スーパーJチャンネル)
- 3月29日 サトイモ洗い子の処理保存性高める、福井県食品加工研 (日本農業新聞)

10. 保有特許

水溶性食物繊維としてのフルクタンの製造法	特許第 3111378 号
フルクタン含有飲料水及びその製造法	特許第 4009689 号
フルクタン含有発酵食品及びその製造法	特許第 4162048 号
ウメ乳酸発酵飲食品及びその製造方法	特許第 5212641 号
米乳酸発酵飲食品及びその製造方法	特許第 5218041 号
酵素安定化剤	特許第 5699300 号
非イヌリン型フルクタン抽出物の製造方法	特許第 5822329 号
細胞の凍結保存液及び凍結保存方法	特許第 5867912 号

平成 27 年度 食品加工に関する試験成績

2016 年 12 月 発行

編集・発行 福井県食品加工研究所
〒910-0343 福井県坂井市丸岡町坪ノ内 1 字大河原 1-1
Tel 0776-61-3539 Fax 0776-61-7034
<http://info.pref.fukui.jp/nougyou/noushi/shokuken/>

2016.12.21115.180