

平成29年度

# 食品加工に関する試験成績

平成30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]

|   |    |
|---|----|
| 県産ソバの ACE 阻害活性とラットによる血圧低下効果の評価            | 2  |
| 早期収穫由来のソバ殻エキスに含まれるポリフェノール成分と<br>血圧低下効果の評価 | 4  |
| 香気成分バランスに優れる純米大吟醸用酵母の育成                   | 6  |
| 甘酒試験による麴の評価                               | 8  |
| 天然素材を利用した米菓調味法の開発                         | 10 |
| ニシン魚醤の開発                                  | 12 |
| 糖度、酸度、糖酸比がミディトマトの食味評価に及ぼす影響               | 14 |
| 各種呈味成分がミディトマトの食味評価に及ぼす影響                  | 16 |

#### [調査]

|                          |    |
|--------------------------|----|
| サトイモ澱粉を使用した「えん下食」への利用可能性 | 18 |
| 分析型官能評価によるえん下特性評価の試み     | 20 |
| 保存方法の違いが乳酸菌の形質変化に与える影響   | 22 |
| 県内味噌・醤油の分析について           | 24 |
| へしこ由来乳酸菌のアミノ酸脱炭酸能の評価     | 26 |

### II 概要

|                        |    |
|------------------------|----|
| 1. 組織・職員               | 28 |
| 2. 施設・財産               | 28 |
| 3. 平成 29 年度試験研究課題一覧    | 28 |
| 4. 技術相談・施設利用・依頼分析業務    | 29 |
| 5. 福井 6 次産業化サポートセンター業務 | 29 |
| 6. 研修会・講習会             | 29 |
| 7. 視察・見学               | 30 |
| 8. 発表・講演               | 30 |
| 9. 保有特許                | 30 |

# I 試験成績・調査

## 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 阻害活性とラットによる血圧低下効果の評価

杉本 雅俊・久保 義人・高橋 正和<sup>\*1</sup>・高橋 正樹<sup>\*2</sup>・山本 誠一<sup>\*3</sup>

<sup>\*1</sup>福井県立大学生物資源学部、<sup>\*2</sup>福井県農業試験場、<sup>\*3</sup>カワイマテリア(株)

## 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、血圧低下効果を動物実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 50%エタノール抽出濃縮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。さらに ACE 阻害物質を効率的に摂取する有効な調理法について検討した。

## 方法

### 1. 試料

平成 29 年度福井県農業試験場にて品種比較（大野在来、丸岡在来、美山宮地在来、春のいぶき、九州 7 号）、播種試験した試料（小畦立て播種：湿害を防ぎ収量増を図る技術）、および現地圃場、国内外産品種（(株)カガセイフンから購入）の玄ソバを用いた。玄ソバはフレットミルで粉碎し、篩で 60 メッシュ以上をソバ粉とした。

### 2. ACE阻害活性、カリウム、蛋白質、2-ヒドロキシニコチアナミン（HNA）の分析

ACE阻害活性は、ソバ粉の水抽出（室温、1時間）試料を既報<sup>1)</sup>により測定した。カリウムは1%塩酸で抽出後、原子吸光分析、蛋白質は燃焼法（(株)アクタック製NDA701）にて定量した。HNAは既報<sup>2)</sup>と同様に、水抽出後スルホサリチル酸で除蛋白した試料をHPLCによりプレカラム誘導体化法（蛍光検出）にて定量した。

### 3. 動物実験用ソバ粉エタノール抽出濃縮物の調製

ソバ粉は H28 年県内産を用い、最初にヘキサンで脱脂したソバ粉 500 g に 5 倍容の 50%エタノールを加え、攪拌しながら、50℃で 16 時間抽出後、遠心分離（10,000 rpm、10 分）し、その上清をエバポレータで 200 mL に減圧濃縮した。濁りが生じたため、同様に遠心分離、減圧濃縮操作を行い 60 mL に調製したものを動物実験に供した。（HNA 濃度は 2.96 mg/mL、ACE 阻害活性 IC50 は 0.07 mg/mL）

### 4. ソバ粉50%エタノール抽出濃縮物のSHRラットによる単回投与試験

SHR/Izm rat（オス）を9週齢で購入後、約6週間かけて飼育環境・経口投与操作・血圧測定操作に馴化させた後、14週令（体重約300 g）になってからサンプル投与試験を開始した。6匹にソバ粉抽出サンプル（=HNA濃度 2.96 mg/mL）を約2 mL/300 g ratずつ（=HNA 19.2 mg/kg-体重相当）ゾンデで強制経口投与し、投与後 1, 2, 4, 6, 24 時間後の血圧を測定した。またコントロールとして水投与群にはイオン交換水を約2 mL/300 g ratゾンデで経口投与し、同様に投与後 1, 2, 4, 6, 24時間後の血圧を測定してSHRラットに対するACE阻害物質の効果を確認した。

### 5. そばガレットの試作と製造時における HNA 含量の変化

ソバ粉は早期収穫ソバ（平成 28 年度丸岡産）を用い、ガレット生地はソバ粉 100 g、食塩 1.5 g、水 250 g の割合で混合した。寝かし条件による影響を調べるため、常温で放置時間を 0 時間、1 時間、3 時間に変化させ、18 cm 径フライパンに薄く延ばしガスコンロを熱源に 5 分間、両面に軽く焦げ目がつく程度に焼き上げた。フライパンの表面温度は 180～200℃とした。そばガレットは凍結乾燥後、ミルで粉碎を行いアルミパウチに入れ測定するまで 5℃の冷蔵条件で保存した。

## 結果

### 1. ACE 阻害活性、カリウム含量の品種・系統、栽培条件による影響

測定結果を図 1 に示した。カリウムの摂取は、体内でナトリウムの排出を促し血圧を下げる作用があり、ソバはカリウムを多く含むことから、供給源として期待できる。ACE 阻害活性は 45.9～70.6%、カリウム含量は 406～558 mg/100 g の範囲で、ACE 阻害活性は、マンカン種（内蒙古）、夏ソバのキタワセソバ（福井市）、美山宮地在来で若干高く、カリウム含量も夏ソバのキタワセソバ（福井市）、美山宮地在来で高い傾向を示した。また、ACE 阻害活

性、カリウム含量のいずれも蛋白質含量と高い正の相関が認められた（表1）。県内在来種の中では、比較的粒の大きい系統は、蛋白質含量が多く、ACE 阻害活性、カリウム含量が高まることが推察された（表1）。

小畦立て播種が粒大、蛋白質含量、ACE 阻害活性、カリウム含量に及ぼす影響について、6 品種・系統を用いて調べた結果、慣行の平畦播種に比べて、いずれも顕著な影響は認められなかった（表2）。

## 2. ソバ50%エタノール抽出濃縮物の SHR ラットによる単回投与試験

6匹の SHR rat ラット（血圧約 200 mmHg）にソバ粉抽出物を経口投与したところ、投与後 1~6 時間で、収縮時血圧に平均約 15~20 mmHg の低下が認められた。また、投与後 24 時間では、ほぼ元のレベルまで血圧が戻っていることが確認された（図2）。今後、ヒト介入試験での有効性の確認が課題である。

## 3. そばガレットの試作と製造時における HNA 含量の変化

ソバに含まれる ACE 阻害物質を効率よく摂取する一方法としてそばガレットへの利用を検討した。その結果、生地作成後、速やかに焼成した場合、HNA 含量は加熱前に比べ 91.4%を保持していたが、生地を寝かした場合、寝かし時間 1 時間で 85.7%、3 時間では 73.2%に減少する傾向を示した。そばガレットの製造には、HNA 含量保持の観点から、寝かし時間は 1 時間以内が適当であると示唆された（図3）。

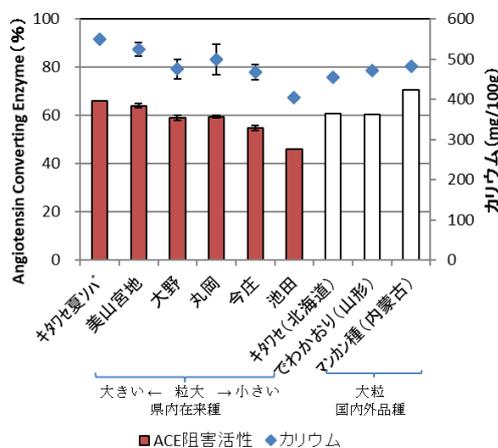


図1. 県内外品種・系統ソバの ACE 阻害活性とカリウム含量  
美山宮地在来 (n=2), 大野在来 (n=6), 丸岡在来 (n=5), 今庄在来 (n=3)

〔ねがた夏ツバ（福井市）, 池田在来, ねがた（北海道）, でわかおり（山形）, マンカ種（内蒙古）（n=1）〕、ACE 阻害活性：抽出濃度 5 mg/ml n が複数の品種・系統は平均値±標準偏差で表した

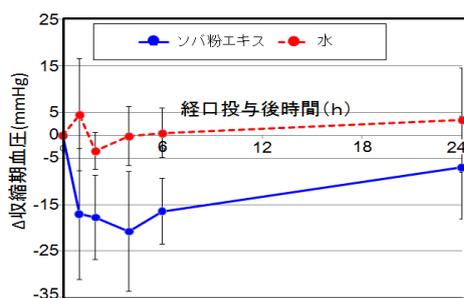


図2. SHR ラットへのソバ粉抽出物の単回投与試験

ソバ粉抽出物投与群 (SHR/Izm rat, ♂, 14 週齢, n = 6)  
: HNA 19.2 mg/kg 投与前の血圧 200.3±7.2 mmHg  
イオン交換水投与群 (SHR/Izm rat, ♂, 16 週齢, n = 6)  
投与前の血圧 205.6±8.5 mmHg

表1. 蛋白質含量と ACE 阻害活性、カリウム含量との相関

|       | ACE 阻害活性 | カリウム含量   |
|-------|----------|----------|
| 蛋白質含量 | 0.733*** | 0.742*** |

\*\*\* P<0.001 危険率 0.1%

(n=21)

表2. 小畦立て播種が粒大、蛋白質含量、ACE 阻害活性、カリウム含量に及ぼす影響

| 項目       | 小畦立て播種      | 相対値 (%) |
|----------|-------------|---------|
| 粒大       | 99.4 ± 2.8  |         |
| 蛋白質含量    | 99.5 ± 4.5  |         |
| ACE 阻害活性 | 103.7 ± 6.3 |         |
| カリウム含量   | 100.7 ± 4.5 |         |

6 品種・系統（春のいぶき、九州 7 号、美山宮地在来、大野在来、今庄在来、丸岡在来）の慣行播種（平畦）を 100 としたときの各相対値の平均値±標準偏差で表した

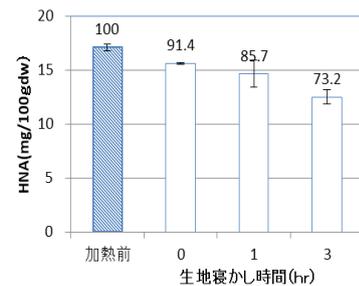


図3. そばガレット製造時の HNA 含量  
平均値±標準偏差 (n=3)

配合割合：ソバ粉 100, 水 250, 塩 1.5  
焼き上げ条件：180~200℃, 5 分

## 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) 杉本雅俊, 久保義人, 高橋正和, 高橋正樹：平成 27 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 (2016)

## 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

# 早期収穫由来のソバ殻エキスに含まれる ポリフェノール成分と血圧低下効果の評価

杉本 雅俊・久保 義人・高橋 正和<sup>\*1</sup>・高橋 正樹<sup>\*2</sup>・山本 誠一<sup>\*3</sup>

<sup>\*1</sup>福井県立大学生物資源学部、<sup>\*2</sup>福井県農業試験場、<sup>\*3</sup>カワイマテリア(株)

## 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、血圧低下効果を動物実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。今回、未利用資源のソバ殻に含まれるポリフェノール成分を含む水エタノールで抽出・粉末化したソバ殻エキスの ACE 阻害活性および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

カワイマテリア株式会社が本県産の早期収穫ソバから図 1 の工程で委託製造したソバ殻エキスおよび原料のソバ殻を超遠心粉砕機で粉末化した試料を用いた。

### 2. ACE 阻害活性の測定

既報<sup>1)</sup>に準じて測定した。粉末試料を 60%エタノールで抽出後 (80°C,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. ソバ殻ポリフェノールの分析

ソバ殻の総ポリフェノール、フラバノールの測定には、ACE 阻害活性の測定時と同様に 60%エタノール抽出-水置換したサンプルを Folin-Denis 法、バニリン塩酸法 (カテキン相当量) により求めた。ルチン、ケルセチンはメタノール抽出 (80°C,1 時間) したサンプルを HPLC により求めた。

### 4. ソバエタノール抽出濃縮物の SHR ラットによる単回投与試験

SHR/Izm rat (オス) を 9 週齢で購入後、約 6 週間かけて飼育環境・経口投与操作・血圧測定操作に馴化させた後、14 週齢 (体重約 300 g) になってからサンプル投与試験を開始した。ソバ殻エキス粉末の 3%水溶液を調製し、これを 2 mL/ 300 g rat (=200 mg/ kg-体重) となるように 6 匹の SHR rat ラット (血圧約 200 mmHg) にゾンデで強制経口投与し、投与後 1, 2, 4, 6, 24 時間後の血圧を測定した。またコントロールとして水投与群にはイオン交換水を難消化性デキストリン投与群には 1.05%水溶液をそれぞれ 2 mL/300 g rat ゾンデで経口投与し、投与後 1, 2, 4, 6, 24 時間後の血圧を測定して SHR ラットに対する ACE 阻害化合物の効果を確認した。

### 5. ソバ殻エキス入りそば茶の評価

H28 年丸岡産早期収穫ソバの剥き実を通風乾燥機で 160°C,1 時間焙煎した。焙煎剥き実 15 g に対して 95°Cのお湯 250 mL で 3 分間静置後、ろ過 (No 2) したものを 500 mL にメスアップした。抽出したそば茶を 100 mL メスフラスコに入れ、ソバ殻エキスを 0.1, 0.3, 0.5% (w/v) に調製し、沸騰水浴中で 10 分間加熱溶解した。抽出したそば茶の総ポリフェノール含量と ACE 阻害活性および食味により苦味の有無を評価した。

## 結果

### 1. ソバ殻粉末、ソバ殻エキスの主なポリフェノール成分と ACE 阻害活性

ソバ殻エキス 100 g に含まれる総ポリフェノールは 13.2 g で、主なポリフェノール成分として、総フラバノール (カテキン重合体) 3.17 g、ルチン (ケルセチン配糖体) 2.18 g、ケルセチン 0.03 g が含まれていた (表 1)。ソバ殻粉末に比べ、総ポリフェノールは 6.3 倍、総フラバノール 4.4 倍、ルチンは 36 倍、ケルセチンは 3.7 倍であった。ソバ殻粉末、ソバ殻エキスを 60%エタノール抽出・

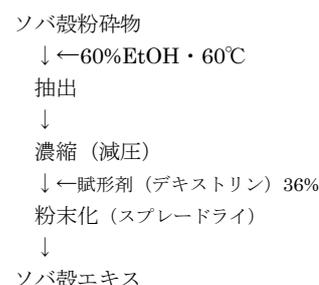


図 1. ソバ殻エキスの製造工程

水置換（抽出濃度 1.25 mg/mL）した試料について ACE 阻害活性を測定した結果、ソバ殻エキスは 90.7%を示し、ソバ殻粉末 55.1%よりも高かった。試料溶液中の総ポリフェノール、総フラバノール含量も同様の傾向を示すことから、ポリフェノール成分が ACE を阻害することが示唆された（図 2）。今後、関与成分を明らかにする予定である。

## 2. SHR ラットによるソバ殻エキス粉末の単回投与試験

ソバ殻エキス粉末の 3%水溶液を経口投与し、経時的に収縮期血圧を観察したところ、投与後 1~2 時間で、収縮時血圧に平均で約 25~27 mmHg の低下がみられ、2 時間後では水投与群、難消化デキストリン投与群に対して有意に低下が認められた。また、投与後 24 時間では、ほぼ元のレベルまで血圧が戻っていることが確認された（図 3）。

## 3. ソバ殻エキス入りそば茶の評価

ソバ殻エキスの利用を図るため、そば茶への利用を検討した。そこで、そば茶をベースにソバ殻エキスを 0.1, 0.3, 0.5% (w/v) 添加した結果、添加量に応じて総ポリフェノール、ACE 阻害活性が高まることを確認した。0.3%添加ではわずかに苦味を感じ、0.5%添加では苦味が感じられた（図 4）。

表 1. ソバ殻粉末、ソバ殻エキスの主なポリフェノール成分

|        | Total polyphenol (g/100 g) | Total flavanol (g/100 g) | Rutin (g/100 g) | Quercetin (g/100 g) |
|--------|----------------------------|--------------------------|-----------------|---------------------|
| ソバ殻粉末  | 2.1                        | 0.72                     | 0.06            | 0.009               |
| ソバ殻エキス | 13.2                       | 3.17                     | 2.18            | 0.033               |

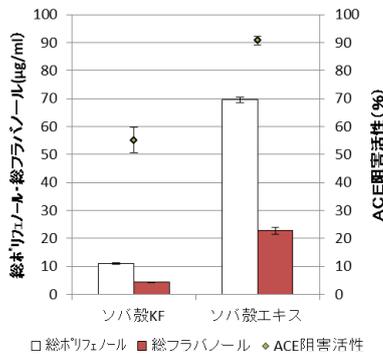


図 2. ソバ殻粉末、ソバ殻エキスのポリフェノール含量と ACE 阻害活性  
 平均値±標準偏差 (n=3)  
 試料: 60%エタノール抽出・水置換 (抽出濃度 1.25mg/mL)  
 総ポリフェノール Folin Denis 法 (カテキン相当量)  
 総フラバノール パニリン塩酸法 (カテキン相当量)

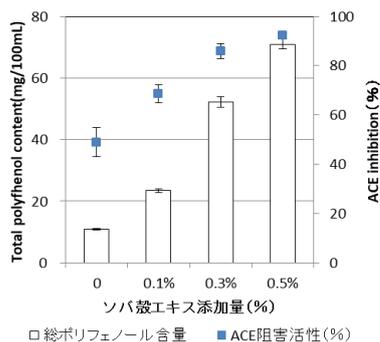


図 4. ソバ殻エキス添加そば茶の総ポリフェノール含量と ACE 阻害活性  
 そば茶: 焙煎剥き実 15 g+95°C湯 250 mL 3 分間抽出  
 ソバ殻エキス添加: そば茶 50 ml にソバ殻エキスを 0.1%、0.3%、0.5%添加して、熱湯で 10 分間加熱  
 ACE 阻害活性: そば茶 10 倍希釈液を測定  
 平均値±標準偏差 (n=3)

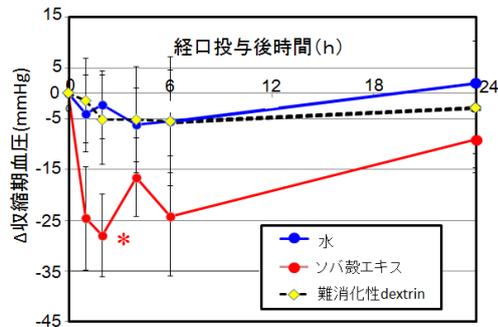


図 3. SHR ラットへのソバ殻エキスの単回投与試験  
 ソバ殻エキス粉末投与群 (SHR/Izm rat, ♂, 15 週齢, n=6) \*: p < 0.05  
 3%水溶液を調製、2 ml/300 g rat (=200 mg/kg-体重) で投与  
 投与前の血圧 201.5±7.3 mmHg (n=6)  
 イオン交換水投与群 (SHR/Izm rat, ♂, 16 週齢, n=6)  
 難消化性デキストリン投与群 (SHR/Izm rat, ♂, 15 週齢, n=6)

### <ソバ殻エキスの性状>

褐色で苦味を有する粉末。水に易溶であるが、わずかに濁り、沈殿物を生ずる。水に対する溶解性は 25°C で約 90%、100°C で約 94%



0% 0.1% 0.3% 0.5%  
 苦味なし わずかに有 有  
 ソバ殻エキス添加量

図 5. ソバ殻エキス添加そば茶

## 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)

## 試験成績

研究課題名：県育成酒米と酵母を使用した「ふくいプレミアム清酒」の開発（地域科学技術振興事業）

研究期間：平成 28～30 年度

# 香気成分バランスに優れる純米大吟醸用酵母の育成

久保 義人・高城 啓一\*・吉永 朱里・畑下 昌範\*

\*公益財団法人 若狭湾エネルギー研究センター

## 目的

当研究所で育成された吟醸用酵母 FK-801C(福井 8 号酵母、育成系統名 M45-18<sup>1)</sup>) は、酢酸イソアミルとカプロン酸エチルをバランスよく生成する特性を有しているが、発酵力が弱く純米造りには適していない。この問題を解決するため、FK-801C の香気成分生産性を維持し発酵力が向上した株の育成に取り組んだ。

## 方法

### 1. 変異処理

変異源には、紫外線、イオンビーム（陽子線）を使用した。紫外線照射はクリーンベンチの殺菌灯（15W、距離 30 cm）を使用し、照射時間は 60 秒とした。イオンビーム照射は菌体を滅菌水に懸濁した状態で照射に供し、線量は 100, 200, 300 Gy で実施した。変異処理時の菌濃度は、いずれも  $5\sim 9\times 10^7$  cells/mL とした。

変異処理の後の選抜は、18%エタノール抵抗性を指標として実施した。変異処理菌体を YPD 培地（2% グルコース、2% ペプトン、1% 酵母エキス）中で 30℃ 2 時間静置した後、18%エタノールと 2%グルコースを含む 0.1 M 酢酸緩衝液（pH 4.0）に懸濁し 15℃にて 2 時間処理した。処理後の懸濁液より得られた株を 10%エタノール含有 YPD10 培地（10% グルコース、2% ペプトン、1% 酵母エキス）に接種し、親株以上の生育を示す株を発酵力向上株として選抜した。

### 2. 交雑株の醸造特性評価

交雑株の醸造特性は、総米 10 g および 2 kg の仕込試験で評価した。10 g 小仕込試験は、麴歩合 20%、汲水歩合 130%の 1 段仕込みとし、発酵温度は 15℃一定とした。2 kg 仕込試験は、麴歩合 20%、汲水歩合汲水歩合 135%の 3 段仕込みにて実施した。もろみの最高温度は 10～11℃とし、標準型のもろみ管理を行った。上槽は袋吊りとし、10 日後に滓引きと火入れを行った。両仕込ともに麴には乾燥麴、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。試験に供する酵母は YPD 培地で定常期まで培養した後、添の汲水当たり  $1\times 10^7$  cells/mL となるように添加した。製成酒は火入れ（65℃）後 20℃にて保存し成分測定試料とした。

酵母の死滅率はメチレンブルー染色法、製成酒の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）にて測定した。Brix 値はデジタル糖度計（アタゴ）を用いて測定し、日本酒度は Brix 値とエタノール濃度から以下の式を用いて算出した。

$$\text{日本酒度} = 2.55906 + 3.659395 \times \text{エタノール}(\%) - 5.5696 \times \text{Brix}$$

## 結果

発酵力を評価する指標として、エタノール生産性、グルコース残量、日本酒度（比重）等が考えられるが、本試験では日本酒度を発酵力の指標として使用した。

前年度確立した条件（イオンビーム陽子線 100～300 Gy、紫外線 60 秒）で変異処理を行い、陽子線処理にて 5,750 株、紫外線処理で 1,298 株を分離した。分離株を 10%エタノール含有 YPD10 培地での生育テストに供し、親株以上の生育を示す株から上位約 10%の 541 株（うち、陽子線照射 413 株、紫外線照射 128 株）を選抜した。このうち 509 株について、10 g 小仕込試験で発酵力および香気成分生産性を評価した。生成酒の日本酒度とカプロン酸エチル（図

1. 左)、日本酒度と酢酸イソアミル (図 1. 右) 生産性を、親株に対する比率としてプロットした。今年度は、昨年の試験で取得効率が良好であった変異処理条件を採用しているが、前年と同様に親株に比べて生産性の低下した株が相当数認められた。2 種類の変異源 (陽子線と紫外線) による取得株数が異なるため直接的な比較はできないが、陽子線変異の変化幅が大きくなる傾向であった。

次に、発酵力が向上し香り成分生産性が維持されている株 (図 1 の左上領域に位置する株) のうち 60 株について、2 kg 規模の仕込試験を行った。供試株の醸造特性を把握するため、上槽時点の死滅率とエタノール濃度 (図 2. 左) および生成酒の香り成分濃度 (図 2. 右) をプロットした。生成酒のエタノール濃度が 17%に到達する株が得られているが、全体的に酵母死滅率が高くなっていた。また、香り成分についても、酢酸イソアミル濃度が低くなる株が相当数認められた。残りの株についても、今後継続して評価を行う予定である。

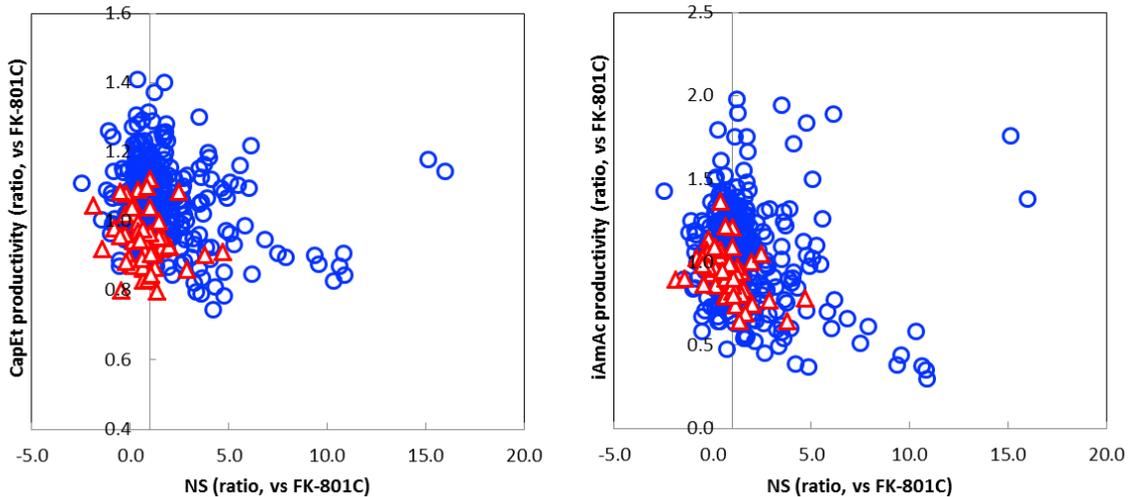


図 1. 取得 509 株の発酵力および香り成分生産性 (総米 10 g)

生成酒の日本酒度および香り成分濃度を親株 (FK-801C) に対する比率で表示 (n=2 の平均値)

NS : 日本酒度、CapEt : カブロン酸エチル、iAmAc : 酢酸イソアミル

○ : 陽子線照射株、△ : 紫外線照射株

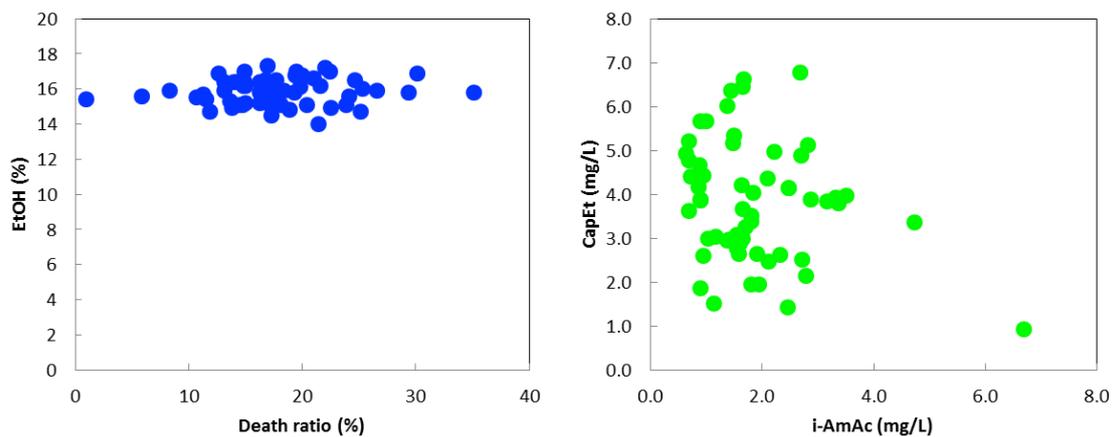


図 2. 選抜 60 株のエタノールおよび香り成分生産性 (総米 2 kg)

生成酒のエタノール濃度、酵母死滅率および香り成分濃度を表示

<左図>横軸は酵母死滅率、縦軸はエタノール濃度を示す

<右図>横軸は酢酸イソアミル、縦軸はカブロン酸エチル濃度を示す

### 参考資料

1) 久保義人, 橋本直哉, 赤尾 健, 高城啓一, 畑下昌範: 平成 27 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 (2016)

## 試験成績

研究課題名：ふくいオリジナル酒米品種の開発 (地域科学技術振興事業)

研究期間：平成 27～29 年度

# 甘酒試験による麴の評価

吉永 朱里

## 目的

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おり、麴の評価を選抜指標の 1 つとしている。清酒造りにおける麴の重要な役割は、蒸米の溶解・糖化をつかさどる各種酵素の生産であるため<sup>1)</sup>、一般的に麴の評価には酵素力価の測定が行われている。一方、酵素力価だけでは評価できない糖化した後の香りや雑味を評価するために甘酒の官能評価が提案されている。しかし、甘酒試験と麴評価の関連について調べている例がほとんどない。そこで甘酒試験による麴の評価がどこまで適応可能かを調べ、その結果を報告する。

## 方法

### 1. 試料

新品種候補として選抜された酒米 3 品種 (試験番号 952、1009、1011) を用いた。3 品種とも福井県大野市で栽培し、福井パルライスで精米歩合 35% に精米後、県内酒造メーカー 9 社 (A～I 社) で製麴、本研究所で凍結したものを試料とした (全 27 試料)。製麴時の設備・製造方法はメーカーで異なるが、メーカー内の 3 品種の製麴方法は同一とした。

### 2. 麴抽出液の作製

凍結麴 5 g に 0.5% NaCl を含む 10 mM 酢酸緩衝液 (pH 5.0) を 25 mL 加え、常温で 3 時間振とうしながら抽出した。この液を 12,000 rpm で 3 分間遠心し、上清を麴抽出液とした。

### 3. 酵素力価測定

$\alpha$ -アミラーゼ活性 (AA)、グルコアミラーゼ活性 (GA)、酸性カルボキシペプチダーゼ活性 (ACPase) を測定した。測定にはキッコーマンバイオケミファの  $\alpha$ -アミラーゼ測定キット、糖化力分別定量キット、酸性カルボキシペプチダーゼ測定キットを用いた。

### 4. 甘酒の官能評価

麴：水が 1 : 3 となるように混ぜ、55°C で 6 時間糖化し、急冷したものを甘酒とした。甘酒を本研究所職員 10～12 名で「味、香り、甘味、雑味、総合」について嗜好に基づく順位法にて官能評価を行った。味、香り、総合については良いと思うものを「1」とし、甘味、雑味については甘い・強いと感じるものを「1」として評価した。甘酒は 1 回の評価で 1 社製造の 3 品種を供試し、3 品種が同一条件になるように同時につくり、9 社すべての麴で評価した。

### 5. 甘酒の成分分析

甘酒を濁ったままポケット Brix 計 (PAL-J、ATAGO) で糖度を、pH メーター (F-52、HORIBA) で pH を測定した。さらに、甘酒を一度凍結し、解凍後、12,000 rpm で 3 分遠心した上清について、高速液体クロマトグラフ有機酸分析システム (島津製作所製) で有機酸 10 種類を測定した。

## 結果

### 1. 麴の酵素力価

3 品種の酒米で造った麴について、酵素力価を測定したところ、同一メーカー内で品種差がみられた。一方、同じ品種でもメーカー間で酵素力価に違いが見られ、全社で平均値を調べたところ品種による差はみられなかった (表 1)。これは酒造メーカーによって製麴方法、種麴が異なることが原因と考えられた。

## 2. 甘酒の官能評価

甘酒の官能評価では、総合評価で9社中7社が試験番号1009<952<1011の順に良い結果となった。酵素力価では差異が見られないものでも、官能評価では差が出ており、甘酒試験は麴の評価に有効である可能性が示唆された。

次に、官能評価で何を基準に評価しているかを調べるため、各項目と総合評価で相関を調べたところ、味との相関が高く、雑味、香りとの相関は低かった(表2)。さらに味は甘味との相関が高かったことより、甘味が最も評価に影響を与えている因子であることが示唆された。

甘味に関して、甘酒のBrix値との関係を調べると、官能評価の順位とBrix値の順位は完全には一致せず(図1)、甘味とBrix値の相関係数は低かった( $r=-0.39$ )。3品種の中でBrix値が最も低いものについては識別できているが、上位2つについては識別が難しいことが分かった。Brix値と甘味の結果が異なる理由を酸味と考え、有機酸分析を行ったが有機酸量に大きな差はなく(最大差20ppm)、pHも差はなかった。

官能評価の甘味と甘酒のBrix値が完全に一致しなかった一番大きな要因は、官能評価を嗜好型で行ったからだと考えられる。パネラーの訓練し麴の良し悪しを評価できる可能性は十分あると考えられた。

## 3. 酵素力価と甘酒のBrix値の関係

麴の酵素は糖化に携わるため、酵素力価が高いほど甘酒のBrix値は高くなると考えられる。そこで、甘酒のBrix値と各酵素力価について相関を調べたところ、AAとACPaseで比較的高い相関が得られた(表3)。さらに、Brixと全ての酵素で重相関分析を行ったところ、相関係数が高くなった( $r=0.72$ )。このことより、甘酒のBrix値は3つの酵素が関連しており、Brix値で3つの酵素力価を統合した酒米の分解力を推定できる可能性が示唆された。

表1. 麴の酵素力価 平均値 (U/g・麴)

|      | 952 |     |        | 1009 |     |        | 1011 |     |        |
|------|-----|-----|--------|------|-----|--------|------|-----|--------|
|      | AA  | GA  | ACPase | AA   | GA  | ACPase | AA   | GA  | ACPase |
| 平均値  | 623 | 107 | 2979   | 537  | 111 | 3144   | 548  | 107 | 2980   |
| 標準偏差 | 197 | 22  | 833    | 147  | 29  | 1140   | 144  | 31  | 935    |

n=9 AA: α-アミラーゼ活性 GA: グルコアミラーゼ活性 ACPase: 酸性カルボキシペプチダーゼ

表2. 官能評価の相関係数 (r)

|    | 味     | 甘味    | 雑味    | 香り   | 総合   |
|----|-------|-------|-------|------|------|
| 味  | 1.00  |       |       |      |      |
| 甘味 | 0.75  | 1.00  |       |      |      |
| 雑味 | -0.29 | -0.05 | 1.00  |      |      |
| 香り | 0.13  | -0.25 | -0.44 | 1.00 |      |
| 総合 | 0.98  | 0.71  | -0.36 | 0.16 | 1.00 |

表3. 酵素力価と甘酒のBrix値の相関係数 (r)

|      | AA   | GA   | ACPase |
|------|------|------|--------|
| Brix | 0.59 | 0.35 | 0.61   |

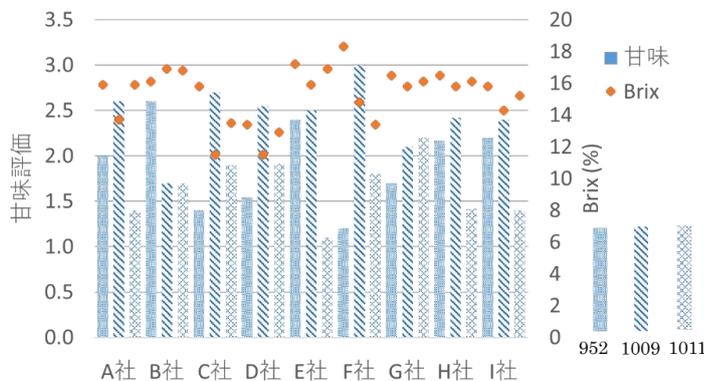


図1. 甘味とBrix値の関係

甘味評価は点数が低いほど甘いと感じたことを意味する

## 参考資料

- 財団法人 日本醸造協会: 清酒製造技術 pp91-124, (1978)

## 試験成績

研究課題名：天然素材を利用した米菓調味法の開発（農林水産業の技術開発事業）

研究期間：平成 29 年度

# 天然素材を利用した米菓調味法の開発

杉本 雅俊・吉村 文雄\*

\*株式会社 吉村甘露堂

## 目的

都市圏および国外向けの米菓では天然物志向の高まりから、化学調味料（アミノ酸調味料）を控えた商品が求められている。そこで、サラダ味の米菓について油掛けによる天然素材を利用した米菓調味法の開発を試みた。

## 方法

### 1. 試料

素焼きの米菓は㈱吉村甘露堂より供与されたものを用いた。天然素材のしいたけ粉末、昆布粉末、かつお節粉末はオグラヤ商事から入手した。ワカメはもみわかめ製造時の副産物を入手、その他、市販の乾物の昆布（利尻）、しいたけ（きざみしいたけ）、煮干し（かたくちいわし）は購入し、超遠心粉碎機で粉末化して用いた。米菓生地製造には、平成 28 年度県内産のカグラモチの精白米を用いた。

### 2. 天然素材の塩分、無塩性可溶性固形分、グルタミン酸の測定

各粉末試料に 20 倍容のイオン交換水を加え常温で 1 時間混和後、ろ過したろ液をデジタル塩分計（アタゴ製 PAL-SALT）で塩分量及びデジタル糖度計（アタゴ製 PAL-1）にて Brix 糖度を求めた。無塩性可溶性固形分（エキス分）は、Brix 糖度から塩分量を差し引いて求めた。グルタミン酸は、L-グルタミン酸測定キット「ヤマサ」NEO で測定した。

### 3. 素焼き米菓の油掛けによる調味方法

現行の油掛け調味の配合を参考に、素焼き米菓：油脂：食塩＝100：10：1 の割合を基本配合に天然素材粉末を添加した。即ち、フリーザーバック（Ziploc 縦 13.5 cm×横 18 cm）に素焼きの米菓 100 g を入れ、通風乾燥機で 60℃に温めた油脂 10 g を添加し混ぜ合わせた後、しいたけ、昆布、かつお節の各粉末を総量 2 g に組み合わせ、さらに食塩 1 g を添加し、米菓表面に均一に付着するよう袋内で混ぜ合わせた。

### 4. 米菓生地に調味した米菓の製造方法

精白した糯米 700 g を水洗、一晚吸水させ水切りした後、自動餅つき機（パナソニック SD-MA18-C）を用いて蒸し上げ、試験区として糯米に対して昆布粉末 1% 添加区、しいたけ粉末 1% 添加区、昆布粉末 0.5%＋しいたけ粉末 0.5% 添加区、無添加区を設け、食塩をそれぞれ 1% 添加して製餅した。直ちに餅をタッパーに入れ 5℃で 48 時間冷蔵保存し硬化させた。硬化した餅をスライサーで厚さ約 1 mm に切り出し、包丁でカット（1 cm×3 cm）したものを網に広げ、生地水分が 17～18%の範囲になるよう室温で 2 日間乾燥させた。米菓生地はオーブントースター（TOSHIBA HTR-C6）により 200℃で焼き上げ、しいたけ粉末 1%＋昆布粉末 1%、食塩 1%を含む 10%油掛け調味を行った。

### 5. 官能評価

天然素材で油掛け調味した米菓について、食品加工研究所職員のパネル 9 名及び 10 名が、標準区を対照に試験区について、香り、うま味、総合評価の各項目を 5 段階評価（良い 5、やや良い 4、普通 3、やや悪い 2、悪い 1）した。結果を集計し平均を求めた。

## 結果

### 1. 天然素材の無塩性可溶性固形分、塩分量、グルタミン酸量

米菓用アミノ酸調味料および米菓の調味に利用可能と考えられる天然素材の無塩可溶性固形分（エキス成分）、塩分量、グルタミン酸量を表 1 に示した。その結果、米菓用アミノ酸調味料と調味塩には、グルタミン酸が非常に多く含まれており調味した米菓のうま味の主体と考えられる。天然素材の中では、昆布、しいたけにグルタミン酸が多く、産

地や加工の違いにより含有量が異なることが示唆された。また、ワカメには、茎部分にグルタミン酸が比較的多く含まれていた。塩分量は海藻のワカメ、昆布に多く、無塩可溶性固形分には、顕著な違いは認められなかった。

## 2. 天然素材粉末による油掛け調味米菓の官能評価

予備試験の結果から、各天然素材が素焼き米菓に付着できる量は2%までが限界であり、今回、官能評価した中で、しいたけ粉末添加が最も強くうま味を感じることができた。しかし、化学調味料に比べ、うま味は弱いため、しいたけ粉末1%添加をベースに昆布、かつお節を添加して相乗効果によりうま味が強化されるかについて官能評価により調べた。表2に区の構成および結果を示した。その結果、しいたけ1%+昆布1%配合が標準のしいたけ単体よりも、うま味の評価が高くなる傾向を示した。かつお節粉末の添加は、かつお特有の香り、味が強く感じられるため、好みに影響し優劣が分かれた。しいたけにはうま味の成分としてグアニル酸が含まれており、昆布のグルタミン酸との相乗効果によりうま味が強くなったと考えられる。

さらに、うま味の強化を図るため、米菓生地に天然素材を添加し下味を付けた米菓に油掛け調味することを検討した。官能評価の結果、米菓生地にしいたけ粉末1%を加え、しいたけ1%+昆布1%配合の油掛け調味することにより、うま味が口の中で長続きし、うま味の評価が高まることが示唆された（表3）。

表1. 天然素材の無塩可溶性固形分、塩分量、グルタミン酸

| 各天然素材              | 無塩可溶性固形分<br>(エキス分)<br>(g/100 g) | 塩分量<br>(g/100 g) | グルタミン酸<br>(mg/100 g) |
|--------------------|---------------------------------|------------------|----------------------|
| ワカメ葉（もみわかめ製造副産物）   | 0.9                             | 7.0              | 47                   |
| ワカメ茎細部（〃）          | 1.3                             | 32.8             | 79                   |
| ワカメ茎（〃）            | 1.3                             | 37.1             | 244                  |
| 昆布粉末（オグラヤ商事）       | 2.1                             | 15.9             | 444                  |
| 利尻昆布（市販品）          | 1.2                             | 18.6             | 728                  |
| きざみしいたけ（干しいたけ：大分産） | 2.1                             | 2.3              | 164                  |
| しいたけ粉末（オグラヤ商事）     | 2.0                             | 2.1              | 318                  |
| しいたけ粉末（県内産）        | 1.9                             | 2.3              | 416                  |
| かつお粉末（オグラヤ商事）      | 1.0                             | 3.1              | 37                   |
| にぼし（かたくちいわし：瀬戸内産）  | 0.4                             | 5.5              | 40                   |
| 米菓用アミノ酸調味料         | 3.7                             | 35.8             | 19,853               |
| 米菓用調味塩             | 1.5                             | 92.1             | 5,728                |

表2. 天然素材を用いた油掛け調味米菓の官能評価（パネル9名）

| 区                           | 香り  | うま味 | 総合評価 | 主なコメント      |
|-----------------------------|-----|-----|------|-------------|
| 基本配合+しいたけ1g（標準区）            | 3.0 | 3.0 | 3.0  |             |
| 基本配合+しいたけ1g+昆布1g            | 3.1 | 3.6 | 3.4  | うま味が後に残る    |
| 基本配合+しいたけ1g+昆布0.5g+かつお節0.5g | 2.9 | 3.2 | 3.1  | かつおの香り、味が強い |
| 基本配合+しいたけ1.5g+かつお節0.5g      | 3.1 | 3.4 | 3.2  | かつおの香り、味が強い |

基本配合：素焼き米菓100g+油10g+食塩1g

表3. 米菓生地に天然素材を添加した油掛け調味米菓の官能評価（パネル10名）

| 区（米菓生地添加素材）       | 香り  | うま味 | 総合評価 | 主なコメント           |
|-------------------|-----|-----|------|------------------|
| 無添加（標準区）          | 3.0 | 3.0 | 3.0  |                  |
| しいたけ1%配合          | 2.9 | 3.8 | 3.5  | 味が濃く、うま味が後味まで残る。 |
| 昆布1%配合            | 2.8 | 3.3 | 3.1  | 後味に昆布の風味がある。     |
| しいたけ0.5%+昆布0.5%配合 | 2.7 | 2.8 | 2.7  | 味に特徴が感じられない。     |

油掛け調味時：しいたけ1%+昆布1%

## 試験成績

研究課題名：農水産物加工副生物の有効利用技術の開発（農林水産業の技術開発事業）

研究期間：平成 29 年度

# ニシン魚醤の開発

宇多川 隆

## 目的

福井には江戸時代から明治に至るまで、北前船によって大量のニシンが北海道から運ばれてきた。現在も産地がロシアに変わったものの継続的に導入されている。カネタツ数馬（株）では年間約 120 トンのニシンを処理し、約 25 トンの副生物が廃棄されている。廃棄されている内臓は良好なたんぱく質を含んでおり有効な利用法の開発が期待されていた。今般、食品加工研究所および県立大学で開発された速醸魚醤発酵法を活用し、産学官連携によって「ニシン魚醤」の商品化を目的として開発を進めた。

## 方法

基本的な生産条件の検討は食品加工研究所と県立大学において行い、実生産における原料調製および販売はカネタツ数馬（株）（カネタツ）、発酵および精製は（株）あさひコーポレーション（あさひ）、醤油調合による最終製品の検討はオグラヤ商事（株）（オグラヤ）が担当する産学官連携体制で開発した（図 1）。

- 1) 原料の調製：カネタツにおいてエラ、頭を含まない内臓部位を約 20 kg 単位で凍結し、あさひに搬送する。
- 2) 解凍：あさひでは凍結原料をスライスしながら解凍し、循環型の発酵槽に送る。
- 3) 発酵：速醸法（塩を無添加、55℃で雑菌を制御しながら発酵）によって、72 時間発酵する。
- 4) 精製：発酵後、ろ過・加熱処理を行い、6%の食塩を添加した後、遠心操作によって油と未分解沈殿物を分離し魚醤を得る。
- 5) 製品化：等量の醤油をブレンドし、しばらく放置して生成する澱を除去してニシン魚醤を調製する。
- 6) ニシン魚醤はカネタツに送られ、再加熱（80℃・20 分）後、瓶詰を行い販売に供する。



図 1. ニシン魚醤の生産と分担

## 結果

1. ニシン魚醤の特徴（1）：高濃度のアルギニンを含む。

図 2 に各種原料を用いて調製した魚醤類のアルギニン含量の比較を示した。図 2 に示すとおり、ニシンから調製した魚醤（醤油添加前）にはアルギニンが高濃度（1100 mg/100 g）含まれていることが大きな特徴である。アルギニンには成長ホルモンの分泌促進、免疫力アップ、疲労回復サポート、生活習慣病予防効果が知られている。尚、アルギニン濃度はアミノ酸分析計によって測定した。

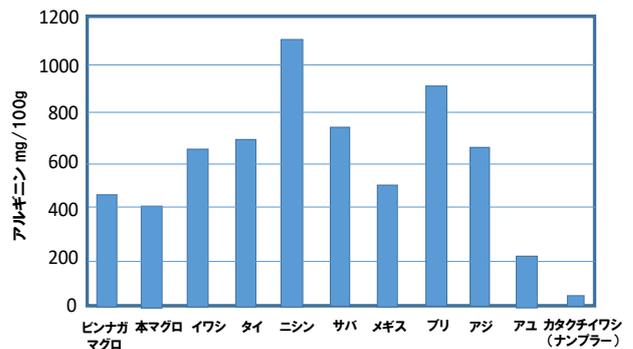


図 2. 各種魚醤中のアルギニン含量

## 2. ニシン魚醬の特徴（2）：減塩

図1に示すように、精製途中での雑菌汚染を避けるために、発酵後に6%の食塩を添加し、最終工程で醤油（塩分約16%）を等量添加することによって塩分濃度を10-11%に調製している。

一般に、塩分は健康への影響が大きく、食生活における塩分の低減化が推奨されている。ニシン魚醬はそのニーズにこたえるに相応しい調味料と考えられる。

## 3. ニシン魚醬の特徴（3）：良好なアミノ酸バランス

ニシン魚醬には塩基性アミノ酸であるアルギニンやリジンが多く含まれている魚醬と酸性アミノ酸であるグルタミン酸が多く含まれている醤油が最終工程で1:1の割合でブレンドされており、酸性・塩基性アミノ酸がバランスよく含有する調味料に仕上がっている。

## 4. 一般分析・ヒスタミン（表1）、重金属分析（表2）結果

表1. 一般分析・ヒスタミン分析の方法と結果

| 項目    | 結果            | 方法         |
|-------|---------------|------------|
| エネルギー | 55 kcal/100 g | 修正アトウォーター法 |
| 水分    | 74.4 g/100 g  | 乾燥助剤法      |
| 蛋白質   | 12.4 g/100 g  | ケルダール法     |
| 脂質    | 0.1 g/100 g未満 | 液液抽出法      |
| 炭水化物  | 1.3 g/100 g   | 差し引き炭水化物法  |
| 灰分    | 11.9 g/100 g  | 直接灰化法      |
| ナトリウム | 4.1 g/100 g   | 原子吸光度法     |
| 食塩相当量 | 10.4 g/100 g  | 換算値        |
| ヒスタミン | 20 mg/kg未満    | 液体クロマトグラフ法 |

表2. 重金属分析の方法と結果

| 項目    | 結果       | 下限値      | 検査方法   |
|-------|----------|----------|--------|
| 鉛     | 不検出      | 0.2 ppm  | 原子吸光度法 |
| 砒素    | 不検出      | 0.05 ppm | 原子吸光度法 |
| 総水銀   | 不検出      | 0.01 ppm | 原子吸光度法 |
| カドミウム | 0.07 ppm | 0.02 ppm | 原子吸光度法 |

表1では一般成分分析値とヒスタミン分析値を示した。ニシン魚醬は蛋白質含量が他の魚醬に比べ若干少ない。このことは、総アミノ酸量が他の魚醬に比して低いことと一致する。また、ヒスタミン含量は20 ppm未満であり、国際基準値400 ppmを大きく下回っており、安心安全な商品と考えられる。速醸法は、高温・短時間の発酵であるため、ヒスタミン生成菌が生育できない環境にあると考えられる。検出されたヒスタミンは原料由来と思われる。

表2では重金属量を示しているが、問題となる重金属は含まれていない。

これらの結果より、得られたニシン魚醬は市販するに値するものと判断し、2017年10月より販売するに至った。商品名「北前にしん魚醬」として、120 ml ガラス瓶入り税込み594円。通販サイトや道の駅などで販売されている。

あさひでは、得られたニシン魚醬の噴霧乾燥処理を行い、粉末ニシン魚醬を調製している。まだ、商品化には至っていないが、コクがあり持ち運びなどの利便性にも優れているので、今後、粉末ニシン魚醬を利用した商品開発を行う予定である。

## 参考資料

- 1) 福井県立大学：特開 2011-182663 (2011)
- 2) 福井県立大学：特開 2013-138654 (2013)
- 3) 宇多川 隆：日本醸造協会誌 第107巻 第7号 477-484 (2012)
- 4) 宇多川 隆：化学と生物 Vol.52, No.3. 151-152 (2014)

## 試験成績

研究課題名：福井県産ミディトマトのおいしさ指標確立（農林水産業の技術開発事業）

研究期間：平成 29 年度

# 糖度、酸度、糖酸比がミディトマトの食味評価に及ぼす影響

田中ゆかり・巻田 春香

## 目的

福井県産ミディトマトの美味しさを明らかにするため、糖度、酸度、糖酸比別の官能評価を実施し、嗜好性の評価を検討した。

## 方法

平成 30 年 1 月にスーパーで販売されている福井県産ミディトマトを購入し、1 玉を半分に切断し、半分を糖度、酸度、糖酸比の分析に供し、残り半分で当研究所職員 4 名から 10 名で嗜好性評価を実施した。嗜好性評価は表 1 の官能評価区分を用い、比較対照区は設けなかった。

糖度、酸度の分析には ATAGO 社製トマト用糖酸度計を用い、糖酸比は糖度 (%) / 酸度 (%) の指数で示した。糖度は 6.5%未満、6.5%以上 7.0%未満、7.0%以上 7.5%未満、7.5%以上の 4 区に分類した。また、酸度は 0.4%未満、0.4%以上 0.45%未満、0.45%以上 0.5%未満、0.5%以上の 4 区に分類し、糖酸比は 15 未満、15 以上 17 未満、17 以上 19 未満、19 以上 21 未満、21 以上の 5 区に分類した。

## 結果

### 1. 糖度と嗜好性評価

表 2 に各糖度区分における嗜好性評価結果を示した。糖度 6.5%未満区と 7.0%以上 7.5%未満区、糖度 6.5%未満区と 7.5%以上区に危険率 1%で有意差がみられた。このことから、糖度が高い方が嗜好性が高いことがわかった。

### 2. 酸度と嗜好性評価

表 3 に各酸度区分における嗜好性評価結果を示した。酸度 0.5%以上で有意に嗜好性は劣った。

### 3. 糖酸比と嗜好性評価

表 4 に糖酸比と嗜好性評価結果を示した。今回の試験においては、一定の傾向は認められなかった。

今回の試験では、トマトの糖度、酸度、糖酸比の嗜好性を検討したが、アミノ酸のうま味や果実の場合、硬さなどの食感も官能評価に影響することから、今後うま味や食感が食味に与える影響を検討する必要があると考えられる。

表 1. 官能評価区分

| 美味しくない | やや美味しくない | 普通 | やや美味しい | 美味しい |
|--------|----------|----|--------|------|
| 1点     | 2点       | 3点 | 4点     | 5点   |

表 2. 糖度と嗜好性評価結果

| 糖度区分(%)    | 評点      |
|------------|---------|
| 6.5未満      | 2.5±0.8 |
| 6.5以上7.0未満 | 3.3±0.7 |
| 7.0以上7.5未満 | 4.1±0.8 |
| 7.5以上      | 4.0±0.5 |

表 3. 酸度と嗜好性評価結果

| 酸度区分(%)     | 評点      |
|-------------|---------|
| 0.4未満       | 3.1±0.8 |
| 0.4以上0.45未満 | 3.4±0.7 |
| 0.45以上0.5未満 | 3.4±1.1 |
| 0.5以上       | 2.9±1.0 |

表 4. 糖酸比と嗜好性評価結果

| 糖酸比区分(%) | 評点      |
|----------|---------|
| 15未満     | 3.3±1.3 |
| 15以上17未満 | 3.8±0.4 |
| 17以上19未満 | 3.8±0.8 |
| 19以上21未満 | 3.2±0.8 |
| 21以上     | 3.2±1.0 |

## 試験成績

研究課題名：福井県産ミディトマトのおいしさ指標確立（農林水産業の技術開発事業）

研究期間：平成 29 年度

# 各種呈味成分がミディトマトの食味評価に及ぼす影響

田中ゆかり・巻田春香

## 目的

各種呈味成分がミディトマトの食味評価に及ぼす影響を明らかにするため、ミディトマトを用いてトマトジュースを調整した。そこへ、ブドウ糖、果糖、クエン酸、グルタミン酸ナトリウムを添加し、糖組成、酸度、旨味が異なる条件での官能評価を実施し、味に与える要素を検討した。

## 方法

### 1. 試料

福井県園芸研究センター（三方郡美浜町久々子）にて、水耕ロックウールで栽培し、平成 30 年 1 月に収穫した華小町を用いた。

### 2. 成分分析（水分、糖度、酸度、ショ糖、ブドウ糖、果糖、グルタミン酸）

水分は 70°C5 時間の乾燥条件で測定した。各成分の測定は、トマトをホモジナイズした後、遠心分離した上清を試料とし、糖度および酸度は ATAGO 社製トマト用糖酸度計、ショ糖、ブドウ糖、果糖は、Roshe/R-Biopharm 社製ショ糖/D-グルコース/果糖キット、グルタミン酸含量は L-グルタミン酸測定キット「ヤマサ」NEO を用い測定した。

### 3. ブドウ糖、果糖、酸度、グルタミン酸含量が異なるトマトジュースの官能評価

ミディトマトの皮を湯剥きし、ミキサーにかけ、粗濾した後、酵素失活のために沸騰直前まで加熱し、トマトジュースを調整した（表 1）。

このトマトジュースに、ブドウ糖（日本ガーリック社）、果糖（日新製糖株式会社）、クエン酸（和光純薬工業社、食品添加物）、グルタミン酸ナトリウム（八宝食産株式会社、食品添加物用）を所定量添加したものを試料とし、当研究所職員 4 名をパネラーとして、無添加のトマトジュースを対照に表 2 に示す評価区分にて官能評価を行った。

表 1. トマトジュースの成分

| 水分 (%) | 糖度 (%) | 酸度 (%) | ショ糖 (g/100g) | ブドウ糖 (g/100g) | 果糖 (g/100g) | グルタミン酸 (mg/100g) |
|--------|--------|--------|--------------|---------------|-------------|------------------|
| 91.7   | 7.1    | 0.58   | 0.2          | 1.7           | 1.9         | 135.8            |

表 2. 官能評価区分

| 美味しくない | やや美味しくない | 普通  | やや美味しい | 美味しい |
|--------|----------|-----|--------|------|
| 1 点    | 2 点      | 3 点 | 4 点    | 5 点  |

表 3. ブドウ糖量と官能評価

|                | 無添加区 | 糖度 7.6% | 糖度 8.6% | 糖度 9.3% |
|----------------|------|---------|---------|---------|
| ブドウ糖量 (g/100g) | 1.7  | 2.2     | 3.0     | 4.0     |
| 官能評価点数         | 3.0  | 4.0     | 4.0     | 4.0     |

## 結果

### 1. 糖組成が異なるトマトジュースの官能評価

糖組成が官能評価に与える影響を明らかにするため、同程度の糖度になるようにブドウ糖、果糖をそれぞれ添加し、官能評価を行なった（表 3、表 4）。この結果、糖度が同程度である場合、ブドウ糖より果糖で糖度調整を行なった方が、官能評価が良くなる傾向があることがわかった。これは、糖の種類により甘味の強度が異なるためと考えられ、トマトの食味の判断の際には、糖組成が大切であることが示唆された。

### 2. 酸度が異なるトマトジュースの官能評価

酸度が官能評価に与える影響を明らかにするため、トマトの有機酸の主成分であるクエン酸を添加して、酸度を調整し官能評価をおこなったところ、酸度 0.63%以上では、官能評価が明らかに悪くなった（表 5）。今回の試験では、クエン酸の量が多く、酸度が高い場合、食味が悪くなることが示唆された。

### 3. 旨味が異なるトマトジュースの官能評価

旨味が官能評価に与える影響を明らかにするため、トマトの旨味の主成分であるグルタミン酸を添加し、官能評価を行なった（表 6）。国産の生食用トマトのグルタミン酸含量は約 40~300 mg/100 g であることが報告されている<sup>1)</sup>が、今回の結果は、約 250 mg/100 g が最も評価が高く、これ以上添加しても官能評価は良くならなかった。

以上の結果より、ブドウ糖よりも果糖含量が多いほうが官能評価は良くなり、食味には糖組成が重要であることがわかった。また、クエン酸は多いほど官能評価が悪くなる傾向がみられ、旨味成分であるグルタミン酸は多すぎても官能評価は良くならなかった。

今回の試験では、ミディトマトのジュースを用いたが、トマトの呈味成分のほとんどが水溶性であるため、果実の場合も同様な味の傾向があると推測される。しかし、果実の場合、硬さなど食感が官能評価にかなり影響することから、食感が食味に与える影響を検討することが、今後必要であると考えられる。

表 4. 果糖量と官能評価

|               | 無添加区 | 糖度 7.8% | 糖度 8.5% | 糖度 9.1% |
|---------------|------|---------|---------|---------|
| 果糖量 (g/100 g) | 1.9  | 2.6     | 3.2     | 3.9     |
| 官能評価点数        | 3.0  | 3.8     | 4.8     | 5.0     |

表 5. 酸度と官能評価

| 酸度(%)  | 0.58 | 0.60 | 0.63 | 0.67 |
|--------|------|------|------|------|
| 官能評価点数 | 3.0  | 3.0  | 1.9  | 1.3  |

酸度 0.58 %区は無添加区を示す

表 6. グルタミン酸量と官能評価

| グルタミン酸<br>(mg/100 g) | 135.8 | 242.7 | 319.0 | 409.0 |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|
| 官能評価点数               | 3.0   | 3.6   | 3.5   | 3.5   |

グルタミン酸 135.8 mg/100 g 区は無添加区を示す

## 参考資料

- 1) 高田式: 日本家政学会誌, 63(11), 745-749(2012)

## 調査

研究課題名：一般研究

実施期間：平成 29 年度

# サトイモ澱粉を使用した「えん下食」への利用可能性

山田 麻由

## 目的

澱粉は、時間や温度による粘度変化が大きいという、えん下機能の低下が重度な者への提供において困難な点がある。天谷ら<sup>1)</sup>はサトイモの澱粉について粘度特性試験を行った結果、他澱粉と比較して、粘度変化が小さいことを明らかにした。このことから、調理後から喫食までの間、粘度を維持しやすいことが考えられる。一方、サトイモ澱粉ゲルは口腔内において容易に溶解し、まとまりが失われるという課題がある。そこで、寒天との混合による口腔内での溶解抑制を検討した。

## 方法

### 1. 材料

H25、26 年大野市産サトイモ親芋により天谷らが精製したサトイモ澱粉<sup>1)</sup>及び和光純薬工業㈱の粉末寒天を用いた。

### 2. 試料の作製

水にサトイモ澱粉 5%を加え攪拌し、室温 (22℃) に 3 分間静置後、2 分間加熱攪拌し、「サトイモ澱粉ゲル」を得た。同様の方法により、水に対して、サトイモ澱粉 5%、粉末寒天 0.1%及び 0.2%を混合し、2 段階濃度の「サトイモ澱粉・寒天混合ゲル」を得た。

### 3. 官能評価

調製した試料を舌で押し潰してから飲み込み、各試料の口腔内における物性特性を評価した。

### 4. レオメーターによる物性測定

調製した試料を、直径 40 mm×高さ 15 mm のステンレスシャーレに充填し、約 30 分間室温 (22℃) 静置後、レオメーター (㈱レオテック社製、NRM-2010J-CW) を使用して硬さ、付着性、凝集性、弾力性、粘着力を咀嚼試験により測定した。1 つの試料につき、5 つのステンレスシャーレに充填して測定を行い、その平均値を算出した。ブランチャーは樹脂性の直径 20 mm×高さ 8 mm を使用し、試料中心部を 2 回圧縮した。クリアランスは 5 mm、圧縮速度は 30 cm/min、レンジは 200 g の条件により行った。

## 結果

### 1. 口腔内における特徴

サトイモ澱粉は他澱粉と比較してえん下食として利用しやすい粘度特性をもつが、口腔内では溶解しやすい。えん下食へ利用するためにはまとまりを保ちながら咽頭を通過する物性を付与することが必要である。そこで、本試験ではゲル化し、かつ唾液アミラーゼによる作用を受けにくく、手軽に入手することができる寒天に着目した。サトイモ澱粉と寒天の混合ゲルを作製した結果、サトイモ澱粉ゲルと比較して口腔内における溶解が軽減した。さらに、サトイモ澱粉ゲルの口腔内における広がりやすさ、及び寒天ゲルの砕けやすさという両者の問題点が改善し、口腔内で広がりにくくまとまりを保持した (表 1)。以上のことから、混合による物性変化の有効性を確認することができた。

### 2. レオメーターによる物性測定

次に、レオメーターを使用してゲルの物性を測定した。寒天の添加により、硬さ、付着性、弾力性、粘着力は上昇し、凝集性は低下した。また、寒天の添加量を増加することにより数値はさらに変化した (図 1)。介護食品には官民の規格が複数存在する。その一つとして、特別用途食品における「えん下困難者用食品」の許可基準 (消費者庁) があり、え

ん下機能低下の重症度ごとに硬さ、付着性、凝集性の規格値がある。より容易に飲み込むことができる物性として許可基準 I が該当し、その凝集性の規格値は 0.2~0.6 である。本試験において、サトイモ澱粉ゲルの凝集性は 0.76 であり、寒天の添加より許可基準 I の規格内となった (図 1 左下)。硬さ及び付着性は、使用したレオメーターの測定値が非 SI 単位であるため上記分類と比較することはできないが、寒天を添加することにより物性の幅が広がることが分かった。えん下機能低下の重症度は個人差が大きく個々に合った食形態が必須となるため、物性を調節することができる「えん下食」の製造は重症度に応じた食事として有用であると考えられる。

以上のことから、サトイモ澱粉に寒天を混合することにより、口腔内における溶解性の問題点が改善し、物性のコントロールも可能になったことから、サトイモ澱粉の「えん下食」への利用可能性が示唆された。

表 1. 口腔内におけるゲルの特徴

|        | サトイモ澱粉ゲル                  | 寒天ゲル                           | サトイモ澱粉・寒天混合ゲル         |
|--------|---------------------------|--------------------------------|-----------------------|
| 溶解性    | 容易に溶解した                   | 溶解しにくかった                       | 溶解しにくかった              |
| その他の特徴 | ・軟らかく滑らかであった<br>・広がりやすかった | ・サトイモ澱粉ゲルより硬かった<br>・砕けやすく、ばらけた | ・まとまりがあった<br>・滑らかであった |

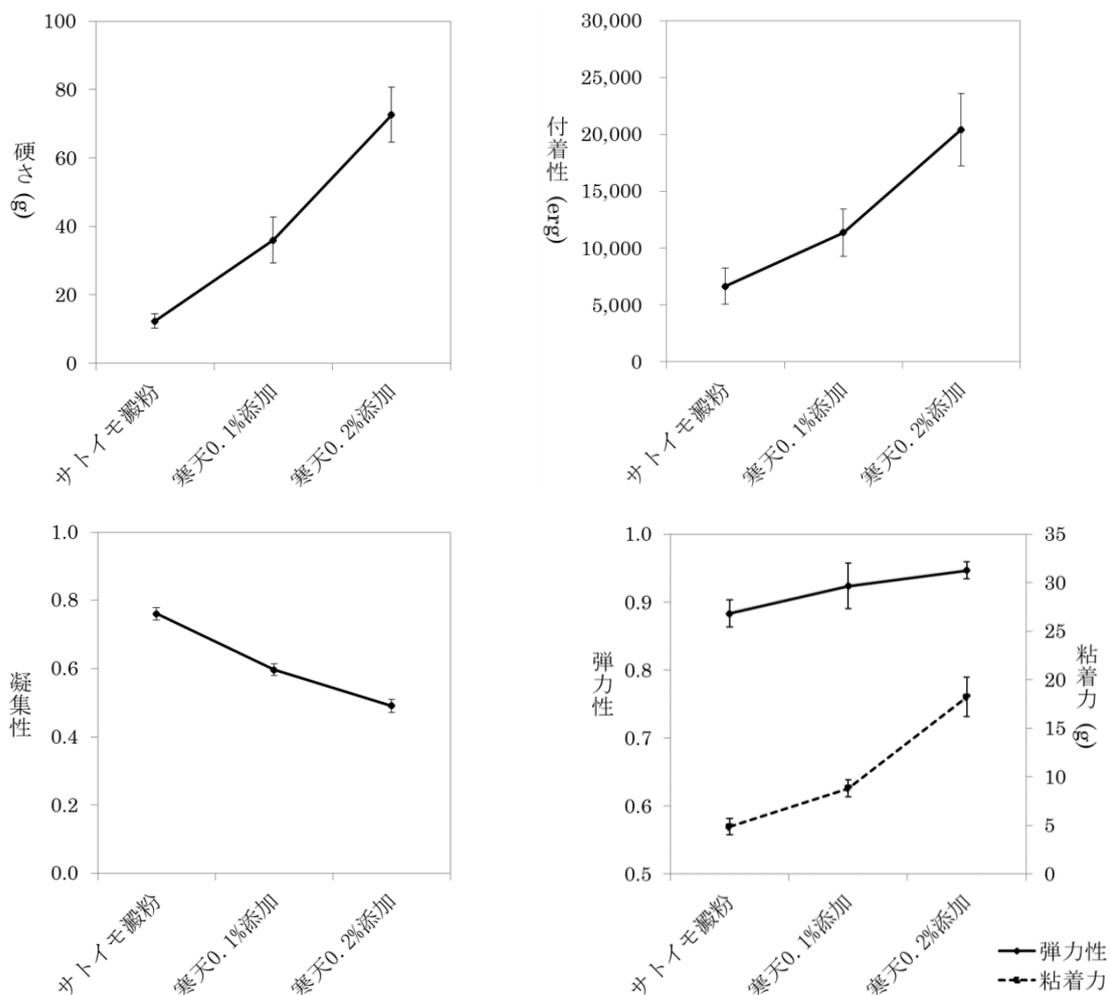


図 1. 各澱粉ゲルの硬さ、付着性、凝集性、弾力性、粘着力の測定結果 (異なる 5 回測定の平均値±標準偏差)

参考資料

- 1) 天谷美都希, 吉永朱里: 平成 28 年度食品加工に関する試験成績, pp1-2, 福井県食品加工研究所 (2015)

## 調査

研究課題名：一般研究

実施期間：平成 29 年度

# 分析型官能評価によるえん下特性評価の試み

山田 麻由

## 目的

現在の「えん下食」は、ゲル化剤やとろみ剤とともに大量の水分を加えて調整するため、栄養素の摂取率低下や食品素材の味が感じにくく単調な味となる等の問題が考えられる。そこで、食品のまわりをコーティングすることによりえん下しやすくする可能性について考えている。しかし、コーティングしたものは不均質かつ容器への充填が困難であるため、レオメーターによる評価が難しい。このことから、本試験では、人の感覚により物性を識別し、えん下特性を評価する方法について検討した。

## 方法

### 1. 澱粉を使用した官能評価

#### 1) 試料

タピオカ澱粉（株ギャバン）、馬鈴薯澱粉（ホクレン農業協同組合連合会）、葛澱粉（株丸三）、天谷らが精製したサトイモ澱粉<sup>1)</sup>を用いた。官能評価試料は、水に対して各澱粉 10%を混合し、糊化開始後、1 分間加熱攪拌して調製した。

#### 2) 官能評価

えん下機能に支障がなく、えん下特性の評価経験を有しない当研究所職員 11 名をパネリストとし、一口を 5 g として各試料二口で実施した。試料を舌で押し潰してから飲み込み、採点法（1～5 の 5 点法）によりえん下に関わる 6 項目を評価した（表 1）。統計解析は二元配置分散分析を用いた。

#### 3) レオメーターによる物性測定

試料を直径 40 mm×高さ 15 mm のステンレスシャーレへ充填し、約 1 時間室温（16℃）静置後、レオメーター（株レオテック社製、NRM-2010J-CW）を使用して、咀嚼試験により、特別用途食品における「えん下困難者用食品」（消費者庁）の規格値である硬さ、付着性、凝集性を測定した。サトイモ澱粉及び馬鈴薯澱粉は 3 つ、タピオカ澱粉及び葛澱粉は 2 つのステンレスシャーレに充填し測定を行い、平均値を算出した。プランジャーは樹脂性の直径 20 mm×高さ 8 mm を使用し、試料中心部を 2 回圧縮した。クリアランスは 5 mm、圧縮速度は 30 cm/min、レンジは 2 kg の条件により行った。

### 2. とろみ剤を使用した官能評価

市販のとろみ剤（ヘルシーフード株、トロミパワースマイル）を試料とした。水に対してとろみ剤 1.0%、1.1%、1.2%を混合し、3 段階濃度のとろみを調製した。本試験では、1.0%を薄いとろみ、1.1%を中間のとろみ、1.2%を濃いとろみとし、上記 11 名を対象に、濃度順への並び替え、及び最も飲み込みやすいと感じるとろみの選択を行った。

## 結果

### 1. 澱粉を使用した官能評価

由来の異なる澱粉試料において官能評価を行ったところ、澱粉の種類によりえん下に関わる物性評価は異なった（図 1）。パネリスト間のばらつきは「飲み込みやすさ」の項目に 5%有意で認められ、飲み込みやすさに個人差があることが分かった。

官能評価によるえん下特性評価の可能性を確認するため、レオメーターにより測定した硬さ、付着性、凝集性を、各々官能評価の「軟らかさ」、「はりつきにくさ」、「まとまりやすさ」と比較した（図 2）。その結果、付着性及び凝集性は

官能評価の評価順と矛盾しなかったため、官能評価によって試料間による付着性及び凝集性の高低を評価できる可能性が考えられた。一方、硬さは官能評価の評価順と矛盾した。官能評価結果より、「軟らかさ」と「溶けやすさ」の評価順が矛盾しなかったため、官能評価とレオメーターの硬さの相違には澱粉の種類による口腔内での溶けやすさの違いが影響した可能性が示唆された (図 1)。

## 2. とろみ剤を使用した官能評価

分析型官能評価はパネリストの正確な判断力を必要とする。そこで、とろみの濃度識別を行ったところ、正しい濃度順に回答した者は 11 名中 6 名であり、物性を識別する感度には個人差があった。また、最も飲み込みやすいとろみの濃度として、薄いと感じたものを選択した者は 4 名、中間と感じたものを選択した者は 4 名、濃いと感じたものを選択した者は 3 名であった。その理由として、薄い方が容易に喉へ入るため飲み込みやすいという回答があった一方、濃い方がまとまって喉を通過するため飲み込みやすいとの回答があった。このことから、飲み込みやすさの感じ方及び判断基準についてパネリストにより異なることが分かった。

## 3. まとめ

「飲み込みやすさ」の項目にパネリスト間でばらつきがあった要因として、物性識別の感度差、飲み込みやすいと感じる物性の違い、まとまり感や滑らかさなど重視するテクスチャーの違い、口腔や咽頭など評価に用いる器官のばらつき、5 点法における尺度の捉え方の違いなどが影響する可能性が考えられる。以上のことから、分析型官能評価によりえん下特性を評価するためには、えん下食に適する物性の学習や官能試験反復を通じたパネリストの訓練と選定により、口腔・咽頭における物性識別の感度向上を図る必要があることが分かった。

表 1. 官能評価の項目 (6 項目、5 点法)

|                | 1点         | 2点 | 3点          | 4点 | 5点 |
|----------------|------------|----|-------------|----|----|
|                | 硬い         |    | 軟らかい        |    |    |
| 口腔・咽頭内にはりつきやすい | 分散しまとまりにくい |    | 分散せずまとまりやすい |    |    |
|                | 溶けにくい      |    | 溶けやすい       |    |    |
| 喉通りが滑らかでない     | 飲み込みにくい    |    | 飲み込みやすい     |    |    |
|                |            |    | 喉通りが滑らかである  |    |    |

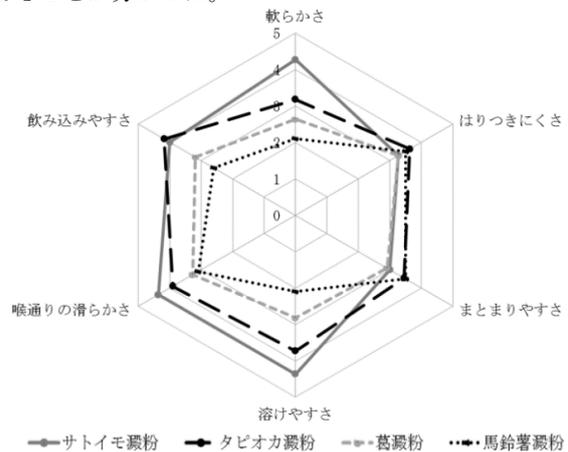


図 1. 各種澱粉ゲルの官能評価結果 (パネリスト 11 名の平均値)

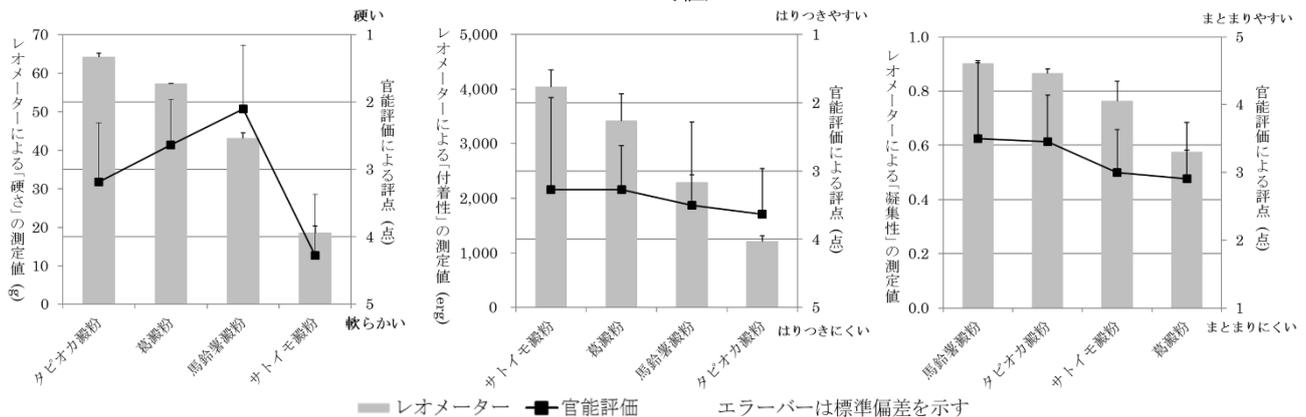


図 2. レオメーターの「硬さ」「付着性」「凝集性」と官能評価の「軟らかさ」「はりつきにくさ」「まとまりやすさ」の結果

< レオメーター > サトイモ澱粉・馬鈴薯澱粉: 3 回測定 of 平均値と標準偏差, タピオカ澱粉・葛澱粉: 2 回測定 of 平均値と標準偏差

< 官能評価 > パネリスト 11 名の評価平均値と標準偏差

## 参考資料

- 1) 天谷美都希, 吉永朱里: 平成 28 年度食品加工に関する試験成績, pp1-2, 福井県食品加工研究所 (2015)

## 調査

研究課題名： 一般研究

実施期間：平成 29 年度

# 保存方法の違いが乳酸菌の形質変化に与える影響

巻田 春香

## 目的

本研究所では、乳酸菌の保存を継代培養と-80℃でのグリセロールストックの2種類の方法で行っている。継代培養株はすぐに使うことが出来るという利点はあるが、3ヶ月に1回植え継ぎを行わなければならない。そこで長期にわたって保存可能なグリセロールストックでの保存に統一するため、2つの保存方法で形質に差がないかを調べた。

## 方法

### 1. 使用菌株

研究所保有株6株を使用した。菌株名と由来、菌種はFPL1、FPL2(共にらっきょうの下漬由来・*Lactobacillus plantarum*)、YSA1(由来不明・*Pediococcus pentosaceus*)、14f1(らっきょう由来・*Lactobacillus plantarum*)、125AT1(由来不明・未同定)、YH3(酒もろみ由来・未同定)である。

### 2. 生育速度

菌の性質が変われば菌が生育する速さも変わると考え、生育速度を調べた。各供試株をMRS液体培地(Lactobacilli MRS Broth, Difco)で24時間、30℃で前培養し、培養液を分光光度計(U-5100、日立)を用いてOD<sub>660</sub>で濁度を測定した。その後96穴プレートにMRS液体培地を加え、グリセロール株と継代培養株の濁度が同程度になるように、前培養液をMRS液体培地に対して1%程度添加した。添加後蛍光プレートリーダー(EZS-ABS、IWAKI)にセットし、24時間、30℃で培養した。濁度はOD<sub>690</sub>(660では測定できないため)で、30分おきに測定するように設定した。この生育速度の測定は2回行った。生育速度を調べるために対数増殖期の菌数の増え方を確認した。濁度の増加が大きかった時間の濁度を3点とり、増殖率(傾き)を求めた。

### 3. 糖資化性試験

乳酸菌はグルコース以外の糖も資化することができるが、資化できる糖の種類は菌株により異なるため、糖資化性試験を行った。乳酸菌実験マニュアル従って糖資化性試験用培地を調整した<sup>1)</sup>。糖の種類はグルコース、フルクトース、ガラクトース、スクロース、マルトースマンニトール、ラクトース、トレハロース、キシロース、ソルビトール、リボースの計11種類と糖なしで試験を行った。各乳酸菌をMRS液体培地で24時間、30℃で前培養した。その後前培養液をよく懸濁し、白金線につけ、培地に刺した(一枚のシャーレに間隔をあけて12ヶ所刺した)。その後30℃で培養を行い、5日後に培地を確認した。乳酸菌が糖を資化して乳酸を生成することにより、培地中の炭酸カルシウムによって中和され、乳酸を生成した部分のみ透明になる(以下クリアゾーンとする)。このクリアゾーンの有無で、+(クリアゾーン及び糖の資化あり)、-(クリアゾーン及び糖の資化なし)を目視で糖の資化を評価した。

### 4. 胆汁耐性評価

菌の性質が変われば、胆汁耐性にも影響が出るのではないかと考え、胆汁耐性評価を行った。供試株はFPL2を除く5株(FPL1、YSA1、14f1、125AT1、YH3)を使用した。これらの株は胆汁耐性を持つことが確認されている<sup>2)</sup>。各乳酸菌をMRS液体培地で24時間、30℃で前培養した。胆汁末(和光)を0、0.1、0.2、0.3%含むMRS液体培地を作製した。前培養液を培地に対して1%を添加後17時間、37℃で培養した。分光光度計(U-5100、日立)で濁度(OD<sub>660</sub>)を測定し、胆汁末濃度0%と比較して0.1、0.2、0.3%の濁度がどのくらい減少したのかを調べた。

## 結果

### 1. 生育速度

生育速度の結果を表1に示した。FPL2株を除いた5株では継代培養株と凍結保存株で傾きに大きな差は認められなかった。また、FPL2株は1回目の測定時には保存方法によって濁度の差があったものの、2回目の測定では大きな差は認められなかった。よってFPL2に関しては再度検証する必要がある。

### 2. 糖資化性試験

乳酸菌6株において糖資化性試験を行ったところ、グルコースでは全ての株でクリアゾーンを確認することができ、糖無しの培地ではクリアゾーンが認められなかった。また保存方法別で調べると、継代培養株と凍結保存株で資化できる糖の種類に違いは認められなかった。

### 3. 胆汁耐性評価

胆汁末濃度0%を基準として、0.1、0.2、0.3%の時の濁度の減少率を調べた(表2)。125AT1株の胆汁末濃度が0.1%の時に2倍以上の差があった。しかし他の菌株や条件では継代培養株と凍結保存株で濁度の減少率に2倍以上の大きな差はなかった。つまり保存方法によって胆汁耐性に変化は認められなかった。

今回生育速度、糖資化性試験、胆汁耐性評価を行ったところ、一部の株では再度検証が必要なものの、継代培養株と凍結保存株に大きな違いは認められなかった。すなわち2つの保存方法で保存した株は同一形質である可能性が高いことが示唆された。

表1. 継代培養株と凍結保存株の増殖率(傾き)

|          |       | FPL1  | FPL2  | YSA1  | 14f1  | 125AT1 | YH3   |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|
| ΔOD660/h | 継代培養株 | 0.044 | 0.049 | 0.100 | 0.058 | 0.059  | 0.065 |
|          | 凍結保存株 | 0.048 | 0.062 | 0.098 | 0.050 | 0.061  | 0.067 |

増殖率は単位時間当たりのOD660増加率(ΔOD660/h)で示した

表2. 胆汁酸耐性の比較

| 胆汁末濃度(%) | FPL1 |      | YSA1 |     | 14f1 |      | 125AT1 |      | YH3  |      |
|----------|------|------|------|-----|------|------|--------|------|------|------|
|          | 継代   | 凍結   | 継代   | 凍結  | 継代   | 凍結   | 継代     | 凍結   | 継代   | 凍結   |
| 0.1      | 44.9 | 49.6 | -0.6 | 3.7 | 13.1 | 11.7 | 15.2   | 7.1  | 44.9 | 49.6 |
| 0.2      | 58.8 | 56.6 | 27.5 | 27  | 46.8 | 43.1 | 31.8   | 34.1 | 58.8 | 56.6 |
| 0.3      | 65.1 | 72.9 | 43.6 | 40  | 52.5 | 55   | 54.9   | 46.3 | 65.1 | 72.9 |

胆汁酸耐性は胆汁末0%の生菌数に対する比率で示した

### 参考資料

- 1)小崎道雄, 内村泰, 岡田早苗: 乳酸菌実験マニュアルー分離から同定までー, p99-100, 株式会社朝倉書店(1992)
- 2)小林恭一, 角谷智子, 駒野小百合, 百木華奈子, 谷 政八: 平成19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(2011)

## 調査

研究課題名： 予備試験

実施期間：平成 29 年度

# 県内味噌・醤油の分析について

巻田 春香・久保 義人

## 目的

県内の味噌醤油製品の品質の安定と消費拡大に向けて、県内製品の特徴を把握することを目的に県内の味噌・醤油の成分分析を行った。

## 方法

### 1. 試料

福井県醤油味噌鑑評会に出品された味噌 12 点 (全て米味噌)、醤油 22 点 (本醸造 7 点、混合醸造 15 点)を用いた。

### 2. 色調

味噌をシャーレに入れ、分光側色計 (MINOLTACM-3500d) を用いて Yxy 法で色調の測定を行った。Y は明るさ (値が大きいほど明るい)、x は 0.40 ~ 0.54 の範囲でオレンジから赤色、y は 0.39 ~ 0.46 の範囲で黄色から赤色を示している。

### 3. 塩分

味噌は 1%になるように蒸留水を加え、ミニローテーター (ACR-100、AS ONE)で 10 分間振とうし、液部をチューブに移した。その後蒸留水で 10 倍希釈し、15,000 rpm で 5 分間遠心分離を行い、上清を塩分測定に使用した。醤油は蒸留水で 100 倍希釈した。上清及び希釈液をコンパクトナトリウムイオンメーター (HORIBA) で測定し、ナトリウム量から塩分を食塩相当量で求めた (食塩相当量 [g] =ナトリウム [mg] ×2.54 / 1,000)。

### 4. 糖・有機酸・遊離アミノ酸の分析

#### 1) 前処理

前処理として味噌は 3%スルホサリチル酸で 3 倍希釈し、ミニローテーターで 10 分間懸濁後、4℃で一晩静置させ、15,000 rpm で 10 分間遠心分離し、上清を回収した。味噌の上清と醤油は以降同様の操作を行った。同量のクロロホルムを加えて強く振とうし、15,000 rpm で 10 分間遠心分離した。上清をチューブに移し、前処理液とした。

#### 2) 糖

前処理液を蒸留水で味噌を 50 倍、醤油を 100 倍希釈し、高速液体クロマトグラフ (島津製作所) で測定を行った。グルコース、フルクトース、スクロースの 3 種類を測定した。

#### 3) 有機酸

蒸留水で前処理液を味噌では 5 倍、醤油では 50 倍に希釈し、15,000 rpm で 10 分間遠心分離した。上清をバイヤルに回収し、有機酸分析システム (島津製作所、LC ポストカラム緩衝化法) を用いて、クエン酸、ピルビン酸、リンゴ酸、コハク酸、乳酸、酢酸、醤油のみレブリン酸も測定した。

#### 4) 遊離アミノ酸

20 mM の塩酸で前処理液を味噌では 100 倍、醤油では 500 倍に希釈し、超高速アミノ酸分析法 (日立ハイテクサイエンス) で分析を行った。ヒスチジン (His)、アルギニン (Arg)、アスパラギン (Asn)、グルタミン (Gln)、セリン (Ser)、アスパラギン酸 (Asp)、グルタミン酸 (Glu)、トレオニン (Thr)、グリシン (Gly)、プロリン (Pro)、GABA、アラニン (Ala)、バリン (Val)、メチオニン (Met)、ロイシン (Leu)、イソロイシン (Ile)、リシン (Lys)、チロシン (Tyr) の測定を行った。

## 結果

塩分、色調、脂肪酸、遊離アミノ酸、有機酸、糖の分析結果の平均値を示した (図 1~5)。有機酸では、味噌でピ

ルビン酸が検出されなかった。また糖では味噌でグルコースしか検出することができなかった。

味噌は色調、塩分、有機酸、糖、醤油は全ての成分で製品ごとに特徴がみられた。しかし試料の数は少なく、測定項目も現在検討中であるため、今後も県内の味噌醤油の分析を継続する予定である。

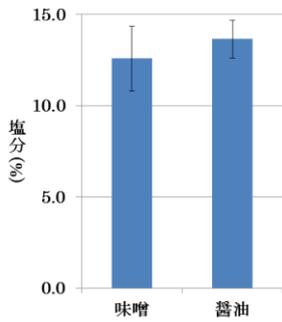


図 1. 味噌と醤油の塩分

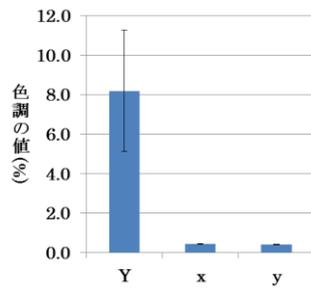


図 2. 味噌の色調

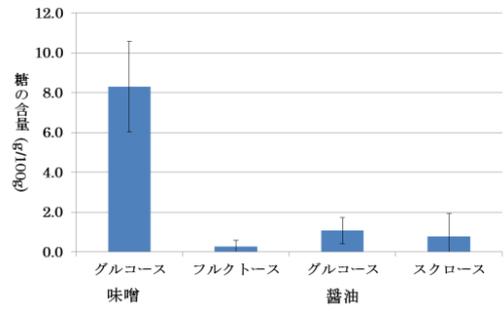


図 3. 各糖の含量

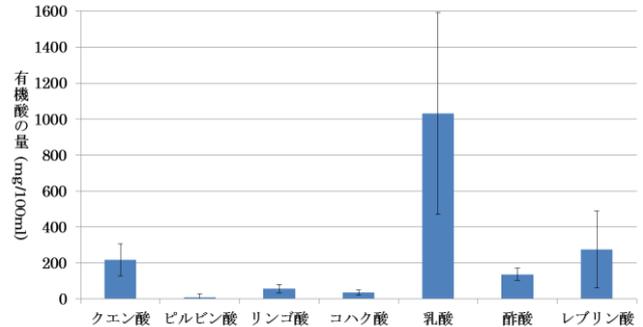
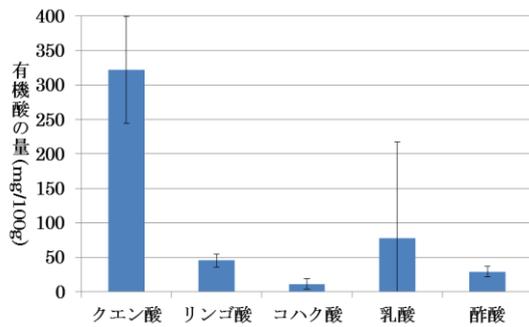


図 4. 各有機酸の含量 (左:味噌、右:醤油)

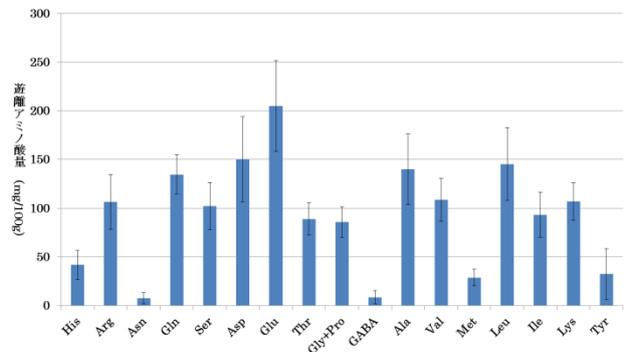
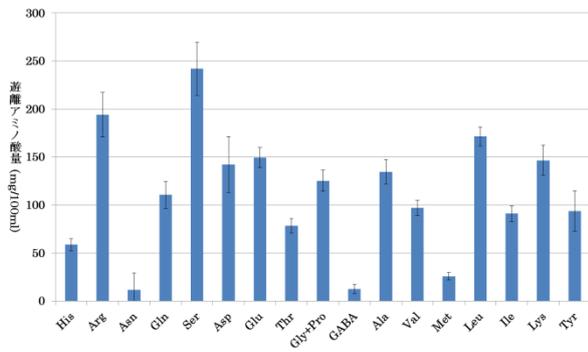


図 5. 各遊離アミノ酸の含量 (左:味噌、右:醤油)

## 調査

研究課題名：予備試験

実施期間：平成 29 年度

# へしこ由来乳酸菌のアミノ酸脱炭酸能の評価

巻田 春香・久保 義人

## 目的

一部の乳酸菌は、アミノ酸脱炭酸能力を有することが知られている。アミノ酸は味噌醤油における重要な呈味成分であり、アミノ酸脱炭酸反応を利用することで呈味特性を改変することが可能となる。そこで、味噌醤油用乳酸菌育成の親株として使用可能な菌株を選抜するため、当研究所が保有するへしこ（主に嶺南地方で製造される、鯖を塩漬けにした後さらに糠漬けにした伝統食品）由来乳酸菌のアミノ酸脱炭酸能力を評価した。

## 方法

当研究所の小林らにより、県内へしこ糠床から分離された 117 株を使用した。供試株を 1 mL の 5% NaCl 添加 Lactobacilli MRS Broth (Difco) で前培養し、その 10  $\mu$ L を 18% NaCl 及び 500 mg/L Asp, Arg, His 添加 Lactobacilli agar AOAC (Difco) 培地に接種し、30°C にて 7 日間静置培養した。遠心分離で菌体を除いた後、上清の遊離アミノ酸 (Asp, Ala, His, Tyr) を日立超高速アミノ酸分析キット（日立ハイテクサイエンス）を使用して測定した。

## 結果

今回の試験では、アスパラギン酸 (Asp) の脱炭酸によるアラニン (Ala) の生成、ヒスチジン (His) およびチロシン (Tyr) の脱炭酸による減少、の 2 反応に着目し評価を実施した。図に示すように、大部分の株で大きな濃度変化は認められなかったが、大きな濃度変化を示す株も存在していた。Asp の脱炭酸による Ala の生成では、約 10% の株で Asp の減少と Ala の増加が確認できた (図左)。His および Tyr については His の濃度変化が顕著であり、約 20% の株で His の減少が認められた (図右)。酸味を示す Asp から甘味を示す Ala への変換は呈味性の改変との観点から好ましいのに対し、His および Tyr の脱炭酸はアミン類の成因になり好ましくない。今回の結果を参考に、今後菌株の選定を予定している。

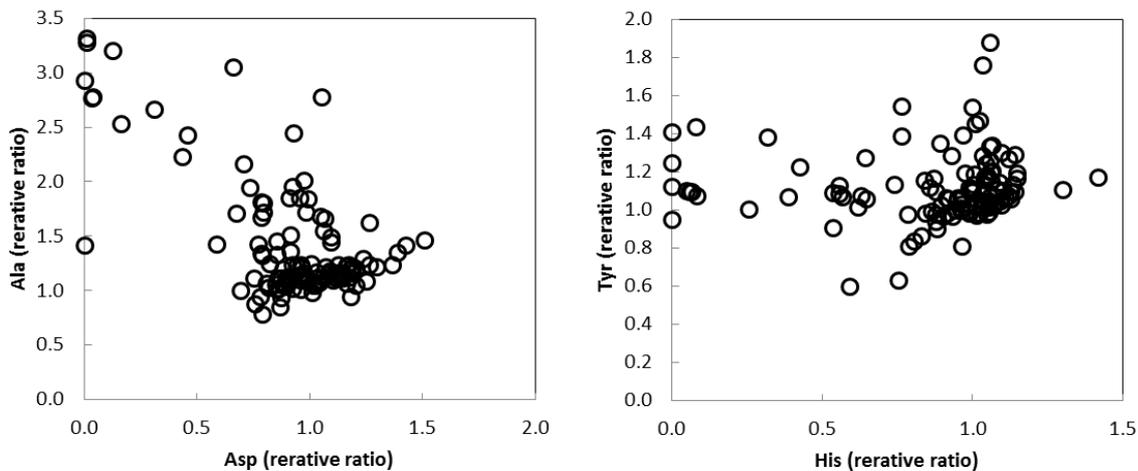


図. 培養によるアミノ酸濃度の変化

培養前の各アミノ酸濃度に対する、培養後の濃度を比率で表示。

<左図> アスパラギン酸およびアラニンの濃度変化 <右図> ヒスチジンおよびチロシンの濃度変化

## II 概 要

## 1. 組織・職員 (平成 29 年 4 月 1 日現在)

所 長 佐藤 有一  
特別研究員 宇多川 隆

### 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) 渡辺 和夫\*<sup>1</sup>  
主任研究員 田中 ゆかり  
主任研究員 (兼) 猿橋 由恵\*<sup>1</sup>  
研究員 (兼) 遠藤 彰\*<sup>2</sup>  
主事 岩谷 芳自

### 地域特産利用研究グループ

主任研究員 久保 義人  
主事 吉永 朱里  
主事 巻田 春香  
主事 山田 麻由

\*<sup>1</sup> 福井県農業試験場勤務、\*<sup>2</sup> 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 m<sup>2</sup>  
本館 鉄筋コンクリート造 2 階建 2,371.91 m<sup>2</sup>  
車庫 鉄筋コンクリート造平屋建 68.88 m<sup>2</sup>

## 3. 平成 29 年度試験研究課題一覧

- 1) ソバペプチドの抽出技術の開発 (国庫：地域科学技術振興研究事業)
- 2) 県育成酒米と酵母を使用した「ふくいプレミアム清酒」の開発 (国庫：地域科学技術振興研究事業)
- 3) ふくいオリジナル酒米品種の開発 (国庫：地域科学技術振興研究事業)
- 4) 天然素材を利用した米菓調味法の開発 (県費：農林水産業の技術開発事業)
- 5) 食品加工副生物の有効利用技術の開発 (県費：農林水産業の技術開発事業)
- 6) 福井県産ミディトマトのおいしさ指標確立 (県費：農林水産業の技術開発事業)
- 7) 県産品を利用した「えん下」製造のためのコーティング技術の可能性調査 (県費：農林水産業の技術開発事業)

#### 4. 技術相談・施設利用・依頼分析業務

|      |             |
|------|-------------|
| 技術相談 | 200 件       |
| 施設利用 | 133 件、618 名 |
| 依頼分析 | 9 件、30 検体   |

#### 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          | 45 件 |
| 6 次産業化関係の技術相談           | 36 件 |
| 6 次化関係の現地対応、施設利用等       | 38 件 |
| 総合化事業計画認定事業者に対するフォローアップ | 3 件  |

#### 6. 研修会・講習会・イベント等

1) 名 称：平成 29 年度 酒造技術研修会

日 時：平成 29 年 7 月 12 日（水）13:30～16:30

場 所：食品加工研究所 研修室

対象者：県内清酒製造事業所の経営者および従業員 34 名

内容等：食品加工研究所における酒類関連研究結果の報告、鑑評会入賞率向上への取り組み、品質向上に向けた支援内容の紹介等を通じて研究所保有技術の普及を促進するとともに、県内清酒製造業の振興に資することを目的として開催

2) 名 称：平成 29 年度食品加工研究所研究成果発表会

日 時：平成 30 年 3 月 20 日（水）13:30～16:00

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 28 名

内 容：

研究成果発表

講演 1 イオンビームを活用した清酒酵母の育成 主任研究員 久保 義人

講演 2 産官学連携による「にしん魚醤」の開発と商品化 特別研究員 宇多川 隆

研究報告

|                         |       |        |
|-------------------------|-------|--------|
| 1. 澱粉を使用した「えん下食」の可能性    | 主 事   | 山田 麻由  |
| 2. 県産味噌・醤油の成分分析について     | 主 事   | 巻田 春香  |
| 3. 乳酸菌によるエタノールの生成について   | 主 事   | 吉永 朱里  |
| 4. トマトのおいしさに与える成分の影響    | 主任研究員 | 田中 ゆかり |
| 5. 福井県産サトイモの特徴とその利用について | 主任研究員 | 杉本 雅俊  |

3) 名 称：2017 食品加工研究所一般公開 day

日 時：平成 29 年 11 月 18 日（土）10:00～15:00

場 所：食品加工研究所 参加者 114 名

内 容：そばガレットを作ろう・オリジナル缶詰を作ろう・クイズラリー・研究者になってみよう

## 7. 視察・見学

- 1) 視 察 2件4人
- 2) 見 学 7件169名

## 8. 発表・講演

[講演]

- 1) 宇多川隆：福井の伝統食に学ぶ（教育庁スポーツ保険課研修会, 4月25日, 福井市）
- 2) 杉本雅俊：福井そばの美味しさと機能,（福井県立大学公開講座前期, 7月15日, 福井市）
- 3) 宇多川隆：地域資源の有効活用（北陸なつめ研究会研修会, 8月31日, 福井市）
- 4) 久保義人：酒造時の注意事項（酒類製造業者活性化研修, 9月13日, 福井市）
- 5) 佐藤有一：調理と加工の違い(福井県地産地消商談会ミニセミナー, 10月18日, 福井市)
- 6) 久保義人：29BYの製造について（福井県杜氏組合講習会, 12月7日, 福井市）
- 7) 巻田春香, 久保義人：県産醤油・味噌の品質成分分析結果について（福井県醤油味噌工業協同組合講習会, 1月26日, 福井市）
- 8) 杉本雅俊：最近の米粉加工技術に関する情報提供（6次産業化加工技術向上研修会, 2月15日, 大野市）
- 9) 宇多川隆：地域資源を活かした速醸魚醤類の開発と商品化（日本農芸化学会技術賞受賞講演, 3月15日, 名古屋市）
- 10) 佐藤有一：福井県における農業IT化と食品加工のIT活用の動き(i-BIRDセミナー, 3月15日, 坂井市)

## 9. 保有特許

|                     |               |
|---------------------|---------------|
| 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 29 年度 食品加工に関する試験成績

---

2018 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://www.pref.fukui.jp/doc/021115/>

---

2018. .21115.150