

平成28年度

食品加工に関する試験成績

平成29年11月

福井県食品加工研究所

目 次

I 試験成績・調査

[試験成績]

サトイモ澱粉の特性評価	1
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	3
ソバの ACE 阻害活性効果を活かした調理・加工技術の開発	5
香り成分バランスに優れる純米大吟醸用酵母の育成	7
グルコアミラーゼ法による蒸米の糊化度測定	9
上庄産と他産地の冷凍サトイモ洗い子の調理による影響	11

[調査]

カリンの処理による性状変化	12
---------------------	----

II 概要

1. 組織・職員	17
2. 施設・財産	17
3. 平成 28 年度試験研究課題一覧	17
4. 技術相談・施設利用・依頼分析業務	18
5. 研修受け入れ	18
6. 福井 6 次産業化サポートセンター業務	18
7. 研修会・講習会	18
8. 論文・雑誌・著書	19
9. 発表・講演	19
10. 保有特許	20

I 試験成績・調査

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

サトイモ澱粉の特性評価

天谷 美都希、吉永 朱里

目的

サトイモ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精製について検討を行い、シュウ酸、タンパク質、ポリフェノール等の低減について検討してきた¹⁾²⁾。今回はサトイモ澱粉の特性評価およびサトイモ澱粉乳の利用について検討した。

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、-30℃で保管した。

2. サトイモ澱粉の調製

サトイモ親芋をすりおろしたものに 2 倍量の水を加えて攪拌し、水酸化カルシウム (Ca(OH)₂) で pH 8.5 に調整した後、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 倍量の水を加えて再度攪拌し、同様にろ過して澱粉乳を得た。澱粉乳から遠心分離 (3,000 rpm×15 min) により沈澱を回収し、約 10 倍量の水を加えて攪拌と遠心分離を繰り返して澱粉を精製した。精製澱粉は、真空乾燥後に超高速遠心粉碎機 (スクリーン 0.12 mm) にて粉末化した。

3. サトイモ澱粉乳の調製

サトイモ親芋を 2 倍加水でミキサー摩砕し、濾し袋と篩 (100、200、300 メッシュ) でろ過して澱粉乳を得た。

4. 糊化特性評価

サトイモ、馬鈴薯、コーンスターチ、米の各澱粉を試料とした。水分 14%換算で 3.5 g (バレイショのみ 1.75 g) の澱粉に水 25 mL を加えて攪拌し、ラピッドビスコアナライザー (RVA、Newport Scientific 社製 RVA-3D+) を用いて糊化特性を調べた。

5. アミロペクチン鎖長分析

サトイモ澱粉を糊化後イソアミラーゼ (株林原) で処理し、蛍光ラベル化後、キャピラリー電泳動装置 P/ACE システム MDQ (ベックマン製) により同社製糖鎖解析キットを用いて泳動分析を行い、アミロペクチン鎖長分布を調べた³⁾。

6. サトイモ澱粉のゲル特性評価

サトイモ澱粉の 5%懸濁液を RVA で 95℃ 20 分間加熱後 40℃まで冷却し、そのまま 4℃で一定期間保管した。粘度測定前に室温にて 1 時間保持した後 RVA で 160 rpm、40℃として 10 分後の粘度を測定し、冷蔵耐性を調べた。耐熱性は、同様に調製したサトイモ澱粉ゲルをオートクレーブで 121℃ 15 分間加熱し、放冷後同様に粘度を測定した。pH の影響については、サトイモ澱粉 14%水懸濁液を酢酸で pH を調製し、RVA を用いて 95℃ 20 分加熱後 40℃まで冷却し、粘度測定を行った。

結果

1. サトイモ澱粉の糊化特性評価

RVA 糊化特性評価では、サトイモ澱粉は粘度増加開始温度が他の澱粉に比べて 5～14℃程度高かった (図 1)。また、サトイモ澱粉は最高粘度が低い傾向が見られた。

2. アミロペクチンの鎖長分布

アミロペクチンの鎖長分析では、DP(重合度) 12 をピークとした鎖長分布を示した (図 2)。

3. サトイモ澱粉のゲル特性評価

サトイモ澱粉の 5%ゲルは冷蔵 1 日後以降の粘度が冷蔵前より高かったが、冷蔵による粘度への影響は小さいと考える (図 3)。121℃ 15 分の加熱により粘度が 12 RVU から 14 RVU となりやや増大したが、その差はわずかであった (データ省略)。また、サトイモ澱粉をゲル化する時の pH の影響について調べたところ、pH 4 以下で粘度低下が見られた (図 4)。

4. サトイモ澱粉乳の利用

サトイモ澱粉乳の澱粉濃度は 2 倍加水で約 3%、1 倍加水で約 5%と推測されるが、ともに単独でゲル化しなかった。澱粉乳単独ではゲル化が困難であるが、植物澱粉との混合によりゲルを形成した (図 5)。また、混合する澱粉により食感や弾力は大きく異なり、ともに特徴のあるゲルが得られた (表 1)。

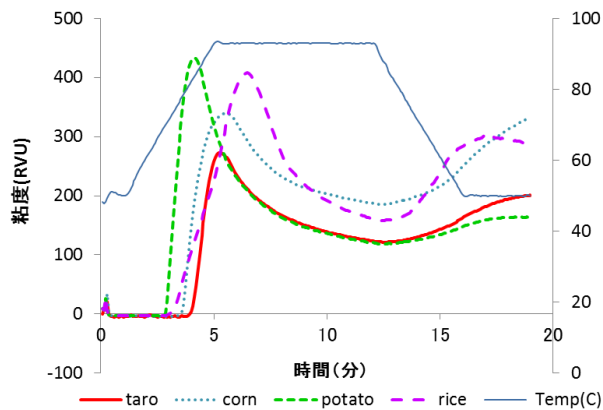


図 1. 各種澱粉の糊化粘度変化

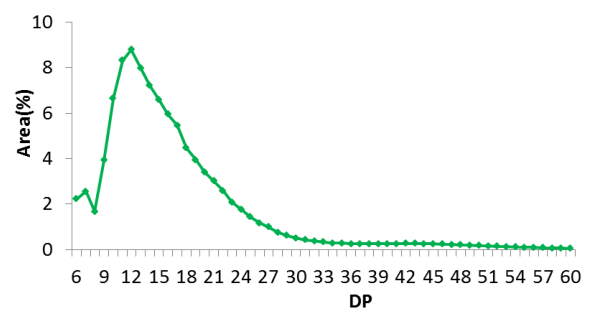


図 2. サトイモ澱粉のアミロペクチン鎖長分布

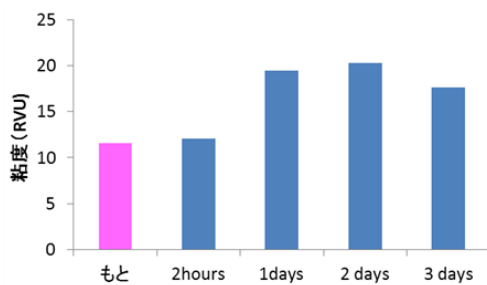


図 3. サトイモ澱粉ゲルの冷蔵耐性

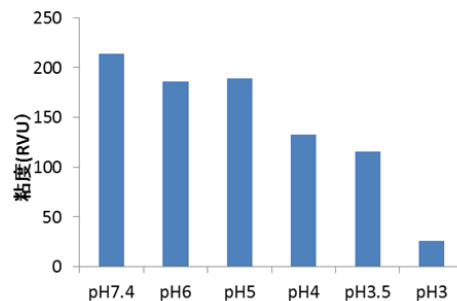


図 4. サトイモ澱粉ゲルの pH 耐性

表 1. サトイモ澱粉乳混合ゲルの特徴

	馬鈴薯澱粉混合ゲル	コーンスターチ混合ゲル
ゲル化および保形性	5%混合でゲル化 単独では保形しない	5%混合でゲル化 単独でも保形する
食感	やわらかいが弾力ある 口どけよい モチモチ、ブルブル	粘性が高い、弾力弱い ねっとり
好ましい 利用法	ごま豆腐 ブラマンジェ	ういろう やわらかいプリン



図 5. 澱粉乳と植物澱粉の混合ゲル
(左:馬鈴薯澱粉、右:コーンスターチ)

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) 天谷美都希: 平成 27 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 (2016)
- 3) 佐藤有一: 平成 25 年度食品加工に関する試験成績, pp4-5, 福井県食品加工研究所 (2015)

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^{*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(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

平成 26、27 年度福井県農業試験場で品種比較（大野在来、丸岡在来、春のいぶき）、播種期、肥料試験した玄ソバを用いた。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。ソバ殻は超遠心粉碎機により粉末にしたものを分析に供した。

2. ACE 阻害活性の測定

既報¹⁾に準じて測定した。ソバ粉は水抽出（室温、1 hr）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°C, 1 hr）、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（カテキン+プロアントシアニジン）の測定には、ACE 阻害活性の測定時と同様に 80%エタノール抽出-水置換したものを 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 hr）したサンプルを HPLC により求めた。

4. 2-ヒドロキシニコチアミン (HNA) の分析

前報²⁾と同様に、ソバ粉 0.5 g およびエタノール抽出濃縮物 0.1 g に純水 5 mL を加え、室温で 1 時間抽出し、遠心分離（3000 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（3000 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。

5. 動物実験用ソバ粉エタノール抽出濃縮物の調製

H26 年産ソバ粉 500 g に 50% エタノールを 2,500 mL 加え、攪拌しながら、50°C で 16 時間抽出後、遠心分離（10,000 rpm, 10 min）した上清をエバポレータで減圧濃縮して 200 mL に調製した。さらに濃縮物に含まれる脂質を除くため、濃縮物と同量のヘキサンを加え、遠心管内（PP 製）で、室温で時々混合しながら 2 時間放置後、遠心分離させ、水層部分を取り出し、エバポレータで減圧濃縮したものを 60 mL に調製して、動物実験用試料とした。（HNA 濃度 2.35 mg/mL）

6. 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 6 週令で購入後、約 6 週間かけて環境・経口投与操作・血圧測定操作に馴化させた後、12 週令（体重約 300 g）に投与試験を行った。6 匹にソバ粉抽出サンプル（= HNA 濃度 2.35 mg/mL）を約 2 mL ずつ（= HNA 約 16 mg/kg-体重相当）ゾンデで強制経口投与後、投与後 1, 2, 4, 6, 21 時間後の血圧を測定した。また同時に、別の 3 匹の個体にはカプトプリル（10 mg/kg-体重）をゾンデで経口投与し、同様に投与後 1, 2, 4, 6, 21 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。

結果

1. ソバ粉の ACE 阻害活性、HNA 含量の品種・系統、栽培条件による影響

HNA 含量は、大野在来、丸岡在来、春のいぶきで大差なかった。大野在来の播種期別の HNA 含量は、8/3 播種で少なく、ACE 阻害活性も低い傾向を示した。肥料組成の違いでは、窒素成分が多いほど蛋白質、HNA 含量が高くな

る傾向であった。(図1) HNA 含量と ACE 阻害活性との間に、 $r=0.595^{**}$ の正の相関が認められた。(図2)

2. ソバ 50%EtOH抽出濃縮物の SHR ラットによる単回投与試験

50%EtOHソバ抽出サンプルをSHRラットに経口投与した結果、経口後1~2時間で最大の血圧低下作用を示し、その後効果が減弱していると考えられた。一方、カプトプリルは投与後4時間で最大の効果を示し、その後、減弱した。(図3) 今回の投与量ではカプトプリルの方が血圧低下作用は大きかったが、前報²⁾で経口投与した水抽出物サンプルより明瞭な効果が認められた。

3. 収穫時期別のソバ殻のポリフェノール含量と ACE 阻害活性

総ポリフェノール、フラバノール、ルチン含量は早期収穫で多く、晚期収穫で低下した。ACE 阻害活性も同様の傾向を示した。総ポリフェノールの内、フラバノールの占める割合が高く、ルチン、ケルセチンは少なかった。(表1) ポリフェノール成分を SephadexLH-20 により、水分分、80%エタノール画分、60%アセトン画分に分離した結果、60%アセトン画分に ACE を阻害する作用が強く、カテキンの重合体であるプロアントシアニジンの関与が示唆された³⁾。

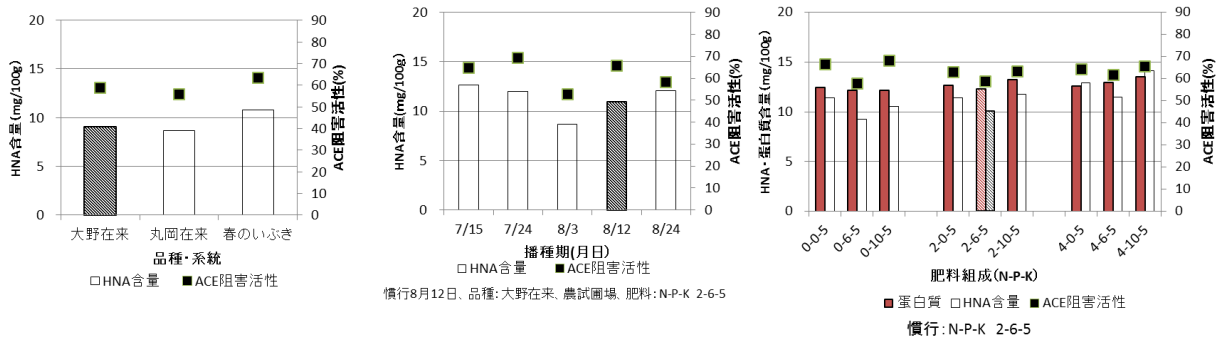


図1. 県内在来種ソバの ACE 阻害活性・HNA 含量の播種期及び施肥条件による影響 (ACE 阻害活性：抽出濃度 5 mg/mL)

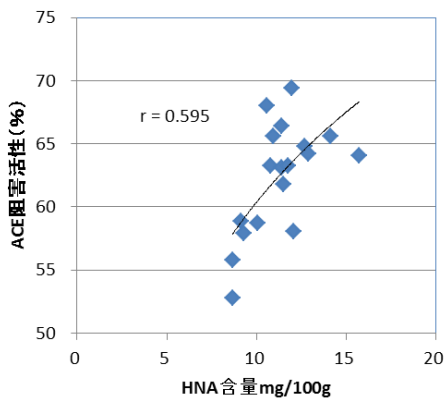


図2. HNA 含量と ACE 阻害活性の相関 (n=18)

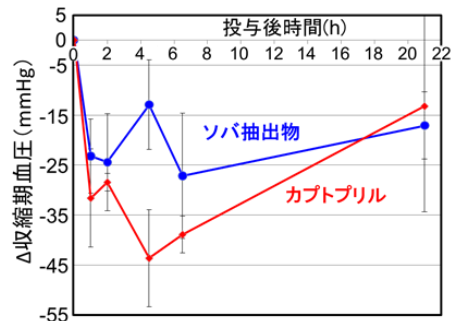


図3. SHR ラットに対するソバ EtOH 抽出物およびカプトプリルの血圧低下作用の比較
ソバ抽出物：HNA ca16 mg/kg 相当投与 (SHR/Izm rat, ♂, 12 週齢, n=6)
カプトプリル：10 mg/kg 投与 (SHR/Izm rat, ♂, 12 週齢, n=3)

表1. 収穫時期別のソバ殻に含まれる主なポリフェノールとACE阻害活性

収穫時期 ¹⁾ (月日)	総ポリフェノール (mg/100g)	フラバノール ²⁾ (mg/100g)	Rutin (mg/100g)	Quercetin (mg/100g)	ACE 阻害活性 ³⁾ (%)
早期 10/20	711	330	25.0	4.0	72.5
適期 10/27	412	168	13.0	3.3	45.2
晚期 11/4	280	105	8.2	3.0	39.7

¹⁾H27年度産大野在来種 ²⁾カテキン+プロアントシアニジン ³⁾抽出濃度2.5 mg/mlの上清を測定

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)
- 3) 杉本雅俊, 高橋正樹, 山本誠一, 高橋正和：日本食品科学工学会第 63 回大会講演集 pp147, (社)日食科学工学会(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

ソバの ACE 阻害活性効果を活かした調理・加工技術の開発

杉本 雅俊

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、そば麺等ソバの調理・加工における ACE 阻害活性の加熱、溶出による影響を検討する。

方法

1. 試料

ソバの剥き実、平成 27 年、28 年福井県産 ((株)カガセイフンから購入) を用い、ソバ粉は剥き実を低温粉碎装置で粉碎した。

2. そば麺の製造工程

生麺は、十割製麺システム (高千穂精機製(株)) のハイブリッドミキサーを用い、ソバ粉 400 g に 45%加水 (180 mL)、2 分間攪拌させ生地玉を製造し、6 分割した後、複合型製麺装置で圧延、切り出した (細麺タイプ 1.5 mm×1.5 mm)。茹で麺は、生麺を熱湯で 25 秒間茹で、冷水で洗い、ざるで水切りした。生麺、茹で麺を凍結乾燥後、粉碎したものを試料とした。

3. 分析方法

蛋白質はケルダール法、遊離糖、遊離アミノ酸、総ポリフェノールは、80%エタノール抽出 (80°C, 1 hr) 試料をそれぞれフェノール硫酸法 (グルコース相当量)、ニンヒドリン比色法 (グルタミン酸相当量)、Folin-Denis 法 (カテキン相当量) により求めた。カリウムは、1%塩酸抽出試料を原子吸光分析法、ヒドロキシニコチアナミン (HNA) は、水抽出 (常温, 1 hr) 試料を除蛋白後、HPLC-プレカラム誘導体化法 (蛍光検出) で求めた。ACE 阻害活性は、水抽出 (常温, 1 hr, 抽出濃度 5 mg/mL の上清) 試料をマイクロプレート法により求めた。

4. ソバの調理・加工方法

1) そばがき：ソバ粉 100 g に対して熱湯 100 mL を加え混ぜながら、ガスコンロを用い弱火で約 1 分間加熱処理した。

2) そば粥：レトルトパウチ用フィルムにソバの剥き実 50 g と水 70 mL を加え、シーラーで密閉し、1 時間静置後、沸騰水浴中で 10 分間加熱処理 (ボイル区) およびレトルト食品用オートクレーブ (トミー精工製) で 121°C, 10 分加熱処理 (レトルト区) した。放冷後、内容をブレンダーでホモジナイズしたものを試料として用いた。

3) そば蒸しパン：表 1 の配合で混ぜたものを、30 g ずつアルミカップ (8 号サイズ) に入れ、蒸し器で 18 分間蒸した後、放冷した。

4) そば炊飯：ソバの剥き実 300 g に対して 1.5 倍容 450 mL の水を加え、1 時間吸水させて後、家庭用炊飯器 (3 合炊き) で炊飯した。

5) そばパン：表 2 の配合を基準に、ホームベーカリー (パナソニック製 SD-BT103) 米粉パンコースで焼き上げ、1 時間放冷した。

表 1. そば蒸しパンの配合

ソバ粉	100	g
ベーキングパウダー	8	g
グラニュー糖	20	g
水	105	g

表 2. そばパンの配合

ソバ粉	200	g
グルテン	50	g
砂糖	15	g
バター	15	g
スキムミルク	7.5	g
塩	5	g
ドライイースト	5	g
水	180	g

結果

1. そば麺の製造工程における ACE 阻害活性と各成分量の変化

ACE 阻害活性は、茹で麺では生麺に比べ 18.9%低下した。ACE 阻害物質である HNA は 27.3%の減少がみられた。(表

3. 図1) 手打ちそば麺 (ソバ粉 70 : 小麦 30 : 加水 48) に含まれる HNA は、茹で工程では安定で、茹で水中に 49.8% が移行することが報告されている。今回の場合、10 割そばで茹で時間が短いため、HNA の茹で水中への溶出が比較的少ないと推察された。その他の成分では、蛋白質はほとんど変化がなかったが、カリウム 13.8%、総ポリフェノール 24.1%、遊離アミノ酸 35.2%、遊離糖 33.7%が茹で工程で消失することが明らかになった。

2. ソバの調理・加工が ACE 阻害活性に及ぼす影響

各調理・加工後の ACE 阻害活性の残存率を求めた結果を表 4、図 2 に示した。

加熱温度が 100℃程度で処理時間が短い、そばがき、そば蒸しパン、そば粥 (ボイル区) では、調理・加工後も 95% 以上活性が残存していた。一方、処理温度が高いそば粥 (レトルト区) は 76.2%、そばパンでは 64.8%、処理時間が長いそば炊飯では 83.7%に低下した。このことから、ACE 阻害活性の低下を抑えるには、茹で工程等による ACE 阻害物質の流出がなく、100℃以下の短時間加熱処理による調理・加工が適していると判断された。

今後、HNA 他有用成分の残存率を確認するとともに、ACE 阻害物質を効率的に摂取できるよう調理・加工品のレシピ化を行う予定である。

表 3. そば麺の製造工程における ACE 阻害活性と各成分量の変化

項目	ACE 阻害活性 (%)	HNA ()	カリウム (mg/100 gDW)	総ポリフェノール ()	蛋白質 (g/100 gDW)	遊離アミノ酸 (mg/100 gDW)	遊離糖 (g/100 gDW)
ソバ粉	76.1	12.9	531	285	13.1	174	1.81
生麺	76.9	12.8	515	278	13.0	182	2.40
茹で麺	62.3	9.3	444	211	13.0	118	1.59

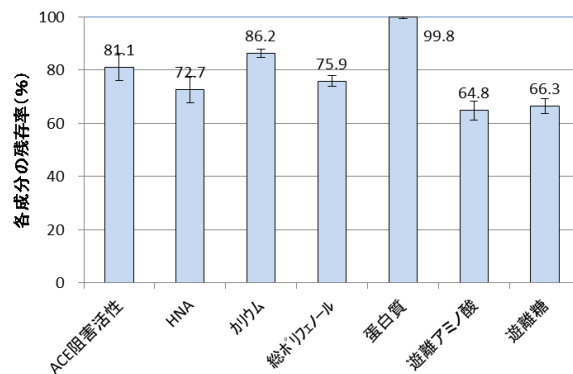


図 1. そば麺の茹で後の ACE 阻害活性と各成分の残存率
(茹で後の残存率=茹で後の値/茹で前の値×100)

表 4. 加熱処理温度・時間と ACE 阻害活性残存率

品目	加熱処理温度 (°C)	時間 (min)	調理・加工後の ACE 阻害活性残存率 (%)
そばがき	100	5	97.0
そば蒸しパン	100	18	99.1
そば粥 (ボイル)	100	10	95.0
そば粥 (レトルト)	121	10	76.2
そば炊飯	100<	40	83.7
そばパン	220	35	64.8
茹で麺	100	25 秒	81.1

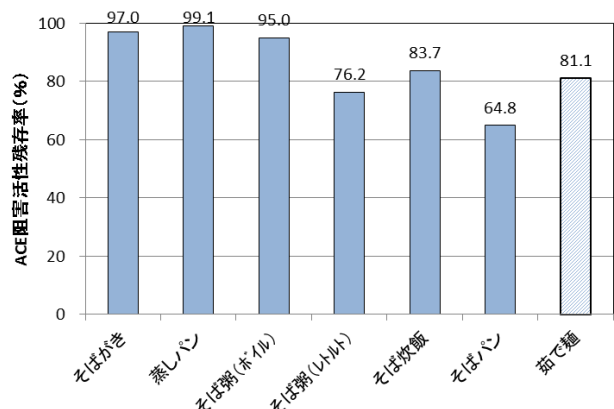


図 2. ソバの調理・加工後の ACE 阻害活性の残存率

活性残存率=加工後の ACE 阻害活性/加工前の ACE 阻害活性×100

参考資料

1) 日笠志津: 博士 (栄養学) 学位論文, pp22-25, 女子栄養大学 (2011)

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 M45-18¹⁾)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、薬剤（エチルメタンスルフォネート）、イオンビーム（炭素線、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（15 W、距離 30 cm）を使用し、照射時間は 30～120 秒とした。薬剤処理のエチルメタンスルフォネート濃度は 3%とし、30℃にて 30～60 分間処理した。イオンビームは、菌体をメンブランフィルター上に固定した状態で照射に供し、線量は炭素線 100～500 Gy 陽子線 100～1,500 Gy で実施した。

変異処理の後の選抜は、クロトリマゾール（CTZ）耐性または 18%エタノール抵抗性を指標として実施した。CTZ 濃度は 20 mg/L、エタノール処理は 15℃にて 1～2 時間とした。各処理で得られた株を 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 の小仕込試験で評価した。仕込配合は、麴歩合 20%、汲水歩合 130%の 1 段仕込みとし、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 1×10^7 cells/mL となるように加え、15℃一定にて醪管理を行った。上槽は遠心分離にて実施し、製成酒は火入れ（65℃）後 20℃にて保存し成分測定試料とした。仕込みは全て 2 反復で実施し、各測定値は全て平均値とした。

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）を使用した。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、ここでは日本酒度を発酵力の指標として使用した。

これまでに取得した 415 株の、総米 10 g 小仕込試験における日本酒度、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、親株に対する比率として現した。また、生成酒の日本酒度が親株に比べて高くなった株は「○」、低くなった株は「×」のマークにて示した (図 1)。供試株は、発酵力向上が報告されている CTZ 耐

性²⁾ 付与株および18%エタノール処理で生存し10%エタノール含有培地で良好な生育を示した株であるが、小仕込試験において親株以下の発酵力を示すもの(図中×のマーカ)が一定程度出現した。目的とする発酵力が向上した株(図中○のマーカ)の香气成分生産性の分布には広がりがあり、親株に比べて生産性の低下した株が相当数認められた。一般に、香气成分高生産株は総じて発酵力が弱いことが知られており、発酵力の向上に相反して香气成分生産性が低下する現象は妥当な結果とも考えられる。一方、発酵力が向上すると共に酢酸イソアミル生産性も向上した株が一定数出現したことは非常に興味深い結果である。酵母のエステル生成はストレス緩和手段の一つと考えられている³⁾ことから、これらの株ではエステル生成量を増加させることでストレス耐性を向上させている可能性がある。

香气成分生産性が親株と同等以上で発酵力が向上した株については、仕込み規模を拡大して醸造特性評価を実施している。

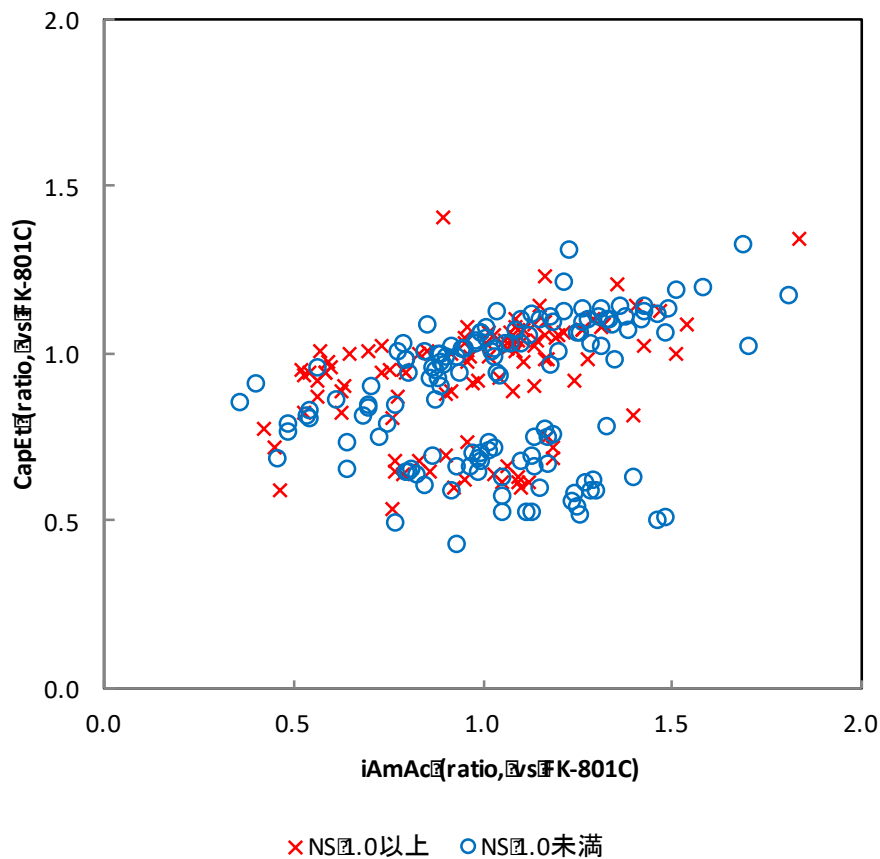


図. 取得 415 株の発酵力および香气成分生産性 (総米 10 g)

酒中の濃度を親株 (FK-801C) に対する比率で表示 (n=2 の平均値)

○: 発酵力が向上した株、×: 発酵力が低下した株

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)
- 2) 渡辺 睦: 清酒酵母の研究—90 年代の研究—, pp86-90, 清酒酵母・麴研究会 (2003)
- 3) Sofile M. G. Saerens, Freddy R. Delvaux, Kevin J. Verstrepen and Johan M. Thevelein: *Microbial Biotechnology*, 3 (2), 165-177 (2010)

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

グルコアミラーゼ法による蒸米の糊化度測定

吉永 朱里

目的

酒米の消化性は醸造特性の中で重要な項目の 1 つである。昨年度、RVA の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推定方法を確立した¹⁾。酒米消化性は糊化や老化の影響を受けるが、この 2 つの指標は糊化に関わる因子で、老化による影響は考慮されていない。老化程度を数値化する手法に、糊化度の減少から老化程度を推定する方法がある。一般的な糊化度の測定法としては β -アミラーゼ・プルラーゼ (BAP) 法が用いられるが、この方法は操作が複雑であり多検体の評価には不向きである。そこで簡便な方法としてグルコアミラーゼ法²⁾による蒸米の糊化度測定を試みた。

方法

1. 試料

酒米は福井県農業試験場で栽培したものをを用いた。生米を粉砕機 (UDY CORPORATION 製) で粉砕した粉末試料と、米を蒸した後 15°C で一定時間放置し、フリーズドライ (BETA 2-8 LD plus、CHRIST 製) で 30 時間乾燥、粉砕機で粉砕した蒸米の乾燥粉末試料を得た。

また米由来澱粉試薬として SIGMA の Starch from rice を、グルコアミラーゼは和光の *Saccharomycopsis fibuligera* 由来を使用した。

2. アルカリ糊化検液の検討

同一試料でもアルカリ糊化検液の吸光度が異なることがあった。これは完全に糊化していないことが原因と考えられる。そこで、以下の実験を行い、アルカリ糊化液作製法の検討を行った。

1) 10 mol/L 水酸化ナトリウム (NaOH) 溶液添加量の検討

米由来澱粉試薬および生米の粉末試料に 10 mol/L NaOH 溶液を終濃度が 25.0、50.0、62.5、87.5、100.0、112.5、125.0 mL/L となるように添加した。そこに pH が 5.5 になるように酢酸を添加し、全量が 8 mL になるように水を加えた (n=2)。

2) NaOH 溶液添加量の決定

NaOH 溶液の終濃度を 50、62.5、87.5 mL/L とし、3 反復間の吸光度差を調べた。NaOH 溶液の終濃度 50.0、62.5 mL/L では全量を 5.0 mL、87.5 mL/L では 6 mL とした。

3) NaOH 溶液添加時の条件検討

NaOH 溶液添加後室温で 30 分放置、NaOH 溶液を添加し 50°C で 5 分加温後 15 分室温で放置、試験管に NaOH 溶液を入れてから懸濁液を加え室温で 10 分放置の 3 条件で反復間の差を調べた。NaOH 溶液の終濃度は 50 mg/L とした。

3. 老化処理米と糊化度の関係

蒸し後、米を粉砕機で粉砕できる硬さになるまで放置し粉末試料とした老化処理米を 100% 老化したとみなし、糊化度を測定した。生澱粉はグルコアミラーゼにはほとんど反応しないため、老化処理米と生米の割合を変えて測定した時、糊化度が変動するか調べた。

4. 異なる吸水率で調製した蒸米の糊化度測定

グルコアミラーゼ法で蒸し直後の糊化度の測定が可能か、また、吸水率と糊化度に相関がみられるのかを調べた。吸水時間の異なる蒸米を蒸し後すぐに凍結し、フリーズドライで乾燥した試料で糊化度を測定した。

結果

1. アルカリ糊化検液の検討

グルコアミラーゼ法では、試料澱粉の懸濁液とアルカリ糊化液の酵素分解で生成した還元糖量の比率から糊化度を算出するため、アルカリ糊化が十分かつ再現良く行われる必要がある。試料澱粉が完全に糊化するための条件を探するため米由来澱粉および、米粉末試料で 10 mol/L 水酸化ナトリウム (NaOH) 溶液の濃度、反応液量、反応温度および反応時間の検討を行った。まず NaOH 溶液の濃度を検討したところ、米由来澱粉および米粉末試料とも NaOH 溶液の終濃度が 50.0、62.5、87.5 mL/L で安定する結果が得られた (図 1)。その終濃度で 3 反復間の差を調べた結果、終濃度 50.0 mL/L では吸光度 (550 nm) 平均 0.51 ± 0.019 、62.5 mL/L では 0.50 ± 0.021 、87.5 mL/L では 0.39 ± 0.018 となり、ばらつきが抑えられた。終濃度 87.5 mL/L は全量が多く吸光度が低くなったため、終濃度 50.0 mL/L が最適であると考えた。さらにばらつきを抑えるため、NaOH 溶液添加時の条件を検討したところ、50°C で 5 分加温後 15 分室温で放置した条件では平均 0.45 ± 0.016 と反復間の差が最も小さくなったが、温度調整が困難なので、酵素反応温度である 40°C で 10 分加温する条件を設定した。この条件で n=8 で測定したところ平均 0.50 ± 0.013 とばらつきがさらに小さくなった。

以上より、アルカリ糊化検液に添加する 10 mol/L NaOH 溶液の終濃度は 50.0 mL/L とし、添加後 40°C で 10 分加温することでばらつきが抑えられることが示唆された。

2. 老化処理米の糊化度測定

放置時間を変えて老化させた米の糊化度を測定することで老化速度が推定できると考え糊化度を測定したところ、放置時間が異なっても糊化度に差が見られなかった (データ省略)。そこで、100% 老化したとみなした老化処理米と生米粉を混ぜ、老化処理米の割合を変えて糊化度を測定した。グルコアミラーゼは生米とほとんど反応しないため、どの割合でも同じ糊化度になるとの結果が期待されたが、結果は老化処理米の割合が大きくなると糊化度も大きくなった (図 2)。これより、グルコアミラーゼでの糊化度の測定は老化が進行すると難しいことが示唆された。

3. 異なる吸水率で調製した蒸米の糊化度測定

老化した米の糊化度をグルコアミラーゼ法で測定するのは難しいと分かったが、糊化直後であれば糊化度の測定ができる可能性がある。吸水率と消化性には正の相関があることは既知であり¹⁾、異なる吸水率で調製した蒸し直後の米の糊化度に相関が見られればグルコアミラーゼ法で糊化直後の糊化度を測定可能であるということが出来る。そこで、吸水時間を変えた蒸米の蒸し直後の糊化度を測定したところ、吸水率と糊化度に正の相関が見られた (図 3)。これより、糊化直後であればグルコアミラーゼ法で糊化度が測定できること、および理想の糊化度にするための吸水時間を示す指標を作れることが分かった。

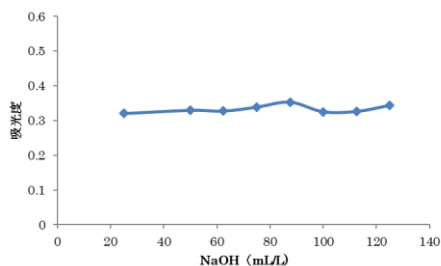


図 1. NaOH 溶液の終濃度を変えたときのアルカリ糊化検液の測定結果(生米)

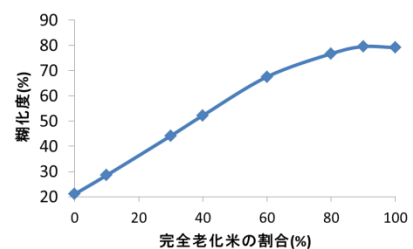


図 2. 老化処理米と生米混合試料の糊化度の関係

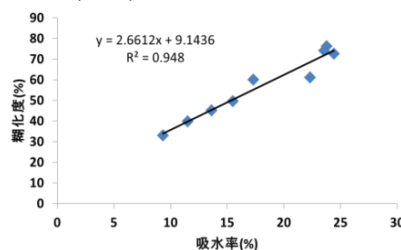


図 3. 吸水性と糊化度の関係

参考資料

- 1) 吉永朱里, 久保義人, 林 猛: 平成 27 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 (2016)
- 2) 鈴木繁夫, 中村道徳: 澱粉科学実験法, pp171-173, 学会出版センター (1979)

試験成績

研究課題名：一般研究

研究期間：平成 28 年度

上庄産と他産地の冷凍サトイモ洗い子の調理による影響

西尾 裕子

目的

サトイモの薄皮を残して洗った「洗い子」は、すぐに調理できることから奥越地区上庄産サトイモを中心に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。上庄産サトイモは硬さなどに特徴があり、冷凍保存後調理したのも美味しいとされている。しかし、他産地との違いについては、経験的なものだけで良くわかっていない。そこで、上庄産洗い子と他産地洗い子の冷凍保存後の調理物（奥越地区で一般的な、煮っ転がし）について違いを検討した。

方法

1. 試料 サトイモは、H27 年上庄産および H28 年宮崎県産を用いた。里芋洗い機（サシナミ RM40-4）を用い、20～90 分間洗い、ペーパーで軽く拭いたサトイモをコンテナに広げ 140 分間日陰にて干して冷凍保存した洗い子を試料とした。
2. 塩分の浸透 凍ったままの上庄産および宮崎県産洗い子を（1 個あたり約 20 g）をしょうゆ・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、煮汁に浸漬したまま保存した。その後、それぞれの洗い子の表面から 5 mm 切り取った後の内部分をホモジナイズ後 100 mL にメスアップし、遠心分離（3,000 rpm×10 分）した上清をさらに遠心分離（2,500 rpm×10 分）し、この上清を試料とした。保存 0, 2, 24 時間後の試料の食塩量をモール法により測定した。
3. 硬さ しょうゆ・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、煮汁に 2 時間浸漬した上庄産および宮崎県産洗い子の破断応力を、レオメーター（レオテック社 NRM-2010j-CW）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 の条件で測定した。

結果

塩分の浸透について図 1 に示した。加熱直後、2 時間後については差はみられずほぼ同等となった。しかし、24 時間後については、宮崎県産のサトイモの方が 2 倍近く塩分の浸透が認められた。硬さについては図 2 に示した。宮崎県産は上庄産の約 5 分の 1 程度の硬さしかなく、煮崩れを起こしていた。上庄産はブランピングをせずに冷凍保管した後で調理しても、煮崩れも起こさず生の洗い子とほぼ同等の調理が出来ることがわかった。

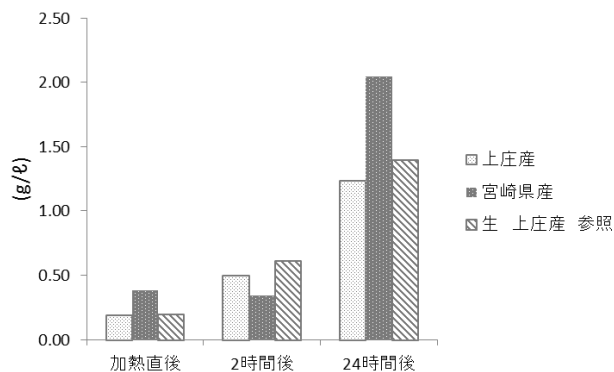


図 1. 塩分の浸透の比較

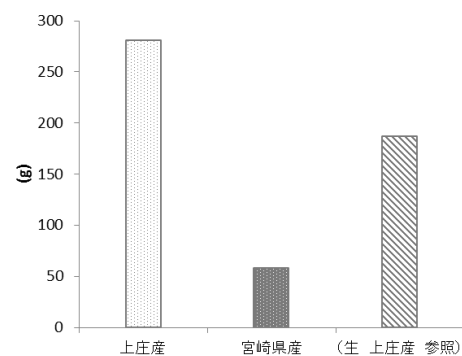


図 2. 硬さの比較

参考資料

- 1) 栗波 哲, 河野通佳: 日本土壤肥科学雑誌, 63(3), 304-309 (1992)
- 2) 西本登志ら: 近畿中国四国農業研究, 10, 10-15 (2007)

調査

研究課題名：一般研究

実施期間：平成 28 年度

カリンの処理による性状変化

吉川 侑沙

目的

カリンはバラ科の落葉高木である。その果実は固く、強い渋味と酸味を有し、繊維質が多く生食には適していないため、一般に砂糖漬けや果実酒に加工される。本調査では、カリンの各種処理による性状変化について検討した。

方法

1. 試料

10 月から 11 月下旬にかけて福井県内で収穫されたカリンを使用した。

2. 破断応力測定

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/min、直径 3 mm の円柱状プランジャーで測定した。果肉を約 2 cm 角にカットし、皮つき、皮むき（むき厚さ約 1 mm）の 2 種類について破断応力を測定した。測定値は、3 回測定の平均値とした。

3. 処理方法

1) 追熟

未熟果を青色から全体が黄色っぽくなるまで室温で追熟した。追熟前と後について破断応力を測定し、酸味、渋味、食感を確認した。

2) 水さらし

追熟果を使用した。3~4 mm 程度に薄くスライスした果肉について、30 分水につけた。また、同様にスライスした果肉について流水に 1 晩さらした。それぞれについて酸味、渋味、食感を確認した。

3) ゆでる

追熟果を使用した。3~4 mm 程度に薄くスライスした果肉について、30 分ゆでたあと酸味、渋味、食感を確認した。

結果

1. 追熟

未熟果、追熟果について、それぞれ皮つき、皮むきで果肉の破断応力を測定した。結果を表 1 に示した。追熟前と比較して、追熟後は皮つきの破断応力がやや低くなったのに対し、皮むきの破断応力はあまり変化がなかった。また、果肉には強い酸味と渋味があり、食べた後に繊維が口に残った。追熟前後で酸味、渋味、食感の変化は見られなかった。

2. 水さらし

30 分間水につけた場合、果肉の酸味はやや薄くなったが、渋味はなくならなかった。

1 晩流水にさらすと酸味はほぼなくなり、渋味も薄くなっていた。1 晩さらした果肉をゆでて砂糖を加えて煮つめても固まらず、香りも薄くなっていた。

3. ゆでる

ゆでることにより果肉からは酸味および渋味が抜け、ほぼ無味となった。ゆで汁に酸味と渋味を感じた。果肉は柔らかくなったが、繊維が口に残る食感は変わらなかった。ゆで汁に砂糖を加えて煮詰めると、固まって飴状になり、

強い渋味を感じた。ゆでた後の果肉をミキサーにかけ、ゆで汁と一緒に砂糖を加えて煮つめるとざらざらした食感の悪い渋いジャムになった。

4. まとめ

固さについては追熟させることで多少切りやすくなると思われるが、果肉部分の固さはあまり変わらなかった。水さらしやゆでることにより、果肉の酸味、渋味を抜くことができた。水さらしよりもゆでのほうが早く酸味、渋味が抜けた。ゆでによって繊維が柔らかくなることはなかった。

表 1. 追熟による破断応力の変化

	破断応力 (g)	
	皮つき	皮むき
未熟	2,715	1,559
追熟 1	2,282	1,368
追熟 2	2,374	1,606

II 概 要

1. 組織・職員 (平成 28 年 4 月 1 日現在)

所 長 小林 恭一
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) 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 (H28 年度購入)]

- ・示差屈折計検出器 RID-20A (株)島津製作所
- ・窒素タンパク質測定装置一式 NDA701 (株)アクタック

3. 平成 28 年度試験研究課題一覧

- 1) 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)
- 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) 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)
- 4) 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)
- 5) 県育成微生物の利用促進 (乳酸発酵甘酒の開発)
(県費：農林水産業の技術開発事業)
- 6) ソバ・園芸作物・伝統野菜など福井県特産農産物に含まれる健康機能成分の定量・機能性評価
(県費：県立大地域貢献研究)

4. 技術相談・施設利用・依頼分析業務

技術相談	236 件
施設利用	112 件、655 名
依頼分析	15 件、51 検体

5. 研修受け入れ

平成 28 年 6 月 1 日～平成 29 年 3 月 31 日 オグラヤ商事株式会社 豊田 薫子
平成 29 年 1 月 16 日～1 月 20 日 株式会社マイセンファインフード 谷川 武尊、辻野 奈央

6. 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	46 件
6 次産業化関係の技術相談	55 件
6 次化関係の現地対応、施設利用等	37 件
総合化事業計画認定事業者に対するフォローアップ	37 件

[研修会等の開催]

- 1) 名 称：平成 28 年度人材育成研修会 講師：株式会社 アルプ 山内 俊博 氏 他
日 時：平成 28 年 7 月 22 日 (金) 13:30～16:10
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：食品衛生について、HACCP について
- 2) 名 称：平成 28 年度人材育成研修会 講師：株式会社 明治 角 直樹 氏
日 時：平成 28 年 12 月 7 日 (水) 13:30～15:00
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：「大手」と「6 次化事業者」のマーケティングについて
- 3) 名 称：平成 28 年度個別研修会 講師：株式会社 明治 角 直樹 氏
日 時：平成 28 年 12 月 8 日 (木) 9:30～15:30
場 所：株式会社マイセンファインフード、(有) 白山やまぶどう農園、JA 福井市 喜ね舎
対象者：株式会社マイセンファインフード、(有) 白山やまぶどう農園、JA 福井市 喜ね舎
内 容：講師による 6 次化業務に関するアドバイス

7. 研修会・講習会

- 1) 名 称：平成 28 年度食品加工研究所講演会
日 時：平成 29 年 3 月 15 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 次産業化にとりくむ事業者、関係機関など
内容等：食品加工に関する新技術ならびに県内における食品加工の現状と展望を

テーマとした講演会

講演会

1. 多用途に使える新しい米の加工技術「米ゲル」とその応用
国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構
食品研究部門 食品加工流通研究領域 食品素材開発ユニット 主席研究員 杉山 純一
2. 福井県産農産物を活用した食品開発
福井県食品加工研究所 所長 小林 恭一

実演会

米ゲル加工実演：米ゲルを使用したシュークリーム作り

8. 論文・雑誌・著書

[雑誌]

- 1) 久保義人：若き醸造家の皆さんへ，温古知新 No.56, pp66-69

[書籍]

- 1) 小林恭一：N ブックス 新版 食品学Ⅱ，第2章2. いも類, pp34-43 建帛社（東京）

9. 発表・講演

[学会発表]

- 1) 杉本雅俊，高橋正樹，山本誠一，高橋正和：ソバ殻に含まれるポリフェノールと ACE 阻害活性の品種間差及び栽培条件による影響（日本食品科学工学会第 63 回大会一般講演，8 月 27 日，名古屋市）
- 2) 天谷美都希，八田珠郎，山本和貴：サトイモ「大野在来」から精製した澱粉の構造解析及び糊化特性評価（日本応用糖質科学会平成 28 年度大会一般講演，9 月 14 日，福山市）
- 3) 高橋正和，村上茂，小林恭一：福井県産農産物の機能性研究によるブランド強化の取り組み（日本農芸化学会 2017 年度大会，3 月 18 日，京都市）

[講演]

- 1) 久保義人：夏酒のきき酒評価（第 29 回酒造技術者交流会，7 月 2 日，大野市）
- 2) 小林恭一：6 次化に取り組むときに考えなければいけないこと（6 次産業化加工技術向上研修会，7 月 12 日，大野市）
- 3) 宇多川隆：新魚醬類の開発（日本海水産物利用担当者会議，7 月 6 日，福井市）
- 4) 杉本雅俊：食品の健康増進機能，そば（福井県立大学オープンカレッジ公開講座，7 月 16 日，福井市）
- 5) 久保義人：28BY 吟醸造りの注意点（能登杜氏組合 平成 28 年度夏期酒造講習会，8 月 25 日，石川県珠洲市）
- 6) 宇多川隆：発酵の話（女子栄養大学講演会，10 月 15 日，埼玉県）
- 7) 久保義人：北陸地方における全国新酒鑑評会への対応策（第 28 回北陸酒造講演会，10 月 18 日，石川県金沢市）
- 8) 宇多川隆：バイオものづくりにおける産学官連携（福井県立大学短期ビジネス講座，11 月 19 日，福井市）
- 9) 小林恭一：加工食品の知識と視る目を養う（大野市消費者グループ連絡協議会研修会，11 月 25 日，大野市）
- 10) 久保義人：福井県における醸造微生物の育種利用について（アグリ技術シーズセミナー in 北陸，11 月 29 日，石川県金沢市）

- 11) 久保義人：28BYの製造について（福井県杜氏組合講習会, 12月6日, 福井市）
- 12) 小林恭一：福井県農産物の加工技術・食品開発（福井県立大学生物資源学先端セミナー, 1月24日, 永平寺町）
- 13) 久保義人：酒蔵が求める酒米とは（坂井地区農業士会冬季研修会, 2月6日, あわら市）
- 14) 天谷美都希：福井県産サトイモの特徴とその利用について（日本応用糖質学会中部支部澱粉関連講演会特別講演, 3月10日, 名古屋市）

10. 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 28 年度 食品加工に関する試験成績

2017 年月 11 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/>

2017.11.21115.150