

# シークワサー上層パルプの活用技術開発 (1) 中和法

望月智代、豊川哲也、松本亜里奈、金城朱里\*、仲本英夫、具志堅悠馬

シークワサージュース製造の副産物である上層パルプは、pHが低い<sup>1)</sup>ため食品加工への活用範囲が限られている。そこで上層パルプの畜産加工への有効利用を図るため、pH調整剤を用いた上層パルプの中和とそれらを添加したソーセージの試作を行った。検討項目としては最適なpH調整剤の選定、ソーセージ利用に適した中和パルプのpHと添加量とした。その結果、pH調整剤には水酸化カルシウム、ピロリン酸四ナトリウム、リン酸三ナトリウムが適しており、pH 6.0の中和パルプを1.0~5.0%添加したソーセージで良好な香りと食感が得られた。

## 1 はじめに

沖縄県は、第3次産業の割合が約8割を占める<sup>1)</sup>観光立県である。その観光資源の一つとして食があり、独特の食材や料理を当てとする観光客も多い。特に畜産物としては、牛肉ではステーキ、豚肉では沖縄そばの具材としても知られるソーキやラフテー等が挙げられる。またブランド肉アグーやヤギ肉を使用した特産品、県産素材を利用したハム・ソーセージなども存在しバリエーション豊富であるが、果実類を副原料とした製品は数少ない。

一方、同じく沖縄の特産品であるシークワサーは、令和元年における生産量が2,554 t、そのうち94%が加工用であり<sup>2)</sup>、加工製品の大部分がジュースである。搾汁時に排出される副産物としては、皮や種子などの他、果汁の0.5%程度を占める果汁上層に分離する上層パルプがある。この上層パルプはジュースよりも香りが強く、加工食品への香り付けに有効であると考えられる一方、pHが2.6~3.2程度と低いため幅広く食品加工へ適用することが難しい。そのためメーカーからは、食品加工における活用法の開発が望まれている。

そこで本研究では、畜産加工品の付加価値化とシークワサー上層パルプの有効活用を目的に、畜産加工におけるシークワサーの特徴を付与するための技術として、中和法の検討を行った。

## 2 実験方法

### 2-1 試料

試料は、令和3年10月のシークワサー搾汁時に採取した上層パルプ(pH 2.8)を用いた。上層パルプは小分けしたのち冷凍保存した。

### 2-2 pH調整練り肉によるソーセージ試作

豚挽肉100 gに対し、食塩(塩事業センター) 28.0 g、砂糖14.0 g、白胡椒0.5 g、水98.6 gの配合を基本とし、食

\*農業研究センター 名護支所

塩以外の原材料は、いずれも量販店で購入したものを用いた。原材料および使用する器具類はあらかじめ冷却し、5℃以下の環境下で作業を行った。原材料をすべて混ぜ合わせ、卓上ミキサー(ケンミックスKMM760、株式会社愛工舎製作所)にて1分間ミキシング、手入れの作業を3サイクル行い、練り肉を作製した。その後、クエン酸または水酸化カルシウムを添加し所定のpH値に調整した。pH調整した練り肉をラップで球状に成型した後、スチームコンベクションオーブン(ウノックスXV-505、株式会社エフ・エム・アイ)により中心温度75℃30分加熱し、室温で30分冷却した。

### 2-3 上層パルプのpH調整

流水解凍した上層パルプへ食品添加物のpH調整剤を添加し、所定のpH値に調整した。pH測定にはコンパクト型pH計(LAQUAtwin、株式会社堀場製作所)を用いた。中和パルプは冷凍保存し、適宜解凍して試験に供した。

### 2-4 パルプを添加したソーセージの試作

2-2に従い練り肉を作製した。pH調整していない上層パルプ(以下、無調整パルプ)または中和パルプを添加する場合は、パルプ添加分の水を減量した配合で練り肉を作製した。作製した練り肉は、φ25 mm×95 mmの円柱型容器またはラップを用いて棒状に成型し、2-2のように加熱および冷却した。

また容器成型した肉を加熱前後に重量測定し、次式により加熱損失率を算出した<sup>3、4)</sup>。加熱後の重量は、キムワイプでドリップを除去して測定した。

$$\text{加熱損失率 (\%)} = \frac{\text{加熱前の肉重量 (g)} - \text{加熱後の肉重量 (g)}}{\text{加熱前の肉重量 (g)}} \times 100$$

### 2-5 食味評価

試作ソーセージを工業技術センター職員5~7名で試食し、香り、味、物性について自由記述で評価した。

### 3 実験結果および考察

#### 3-1 練り肉のpH値の影響

食肉のpHは保水性、テクスチャー、色調など様々な肉質に影響を及ぼす<sup>5, 6)</sup>。そこでモデル的にpH値を変えた練り肉を作製してソーセージの試作を行い、pH値の影響を調べた。

練り肉 (pH 5.6) をpH 2.4~11.8に調整したところ、その性状に違いが認められた (図1)。pH 5.1~8.1の練り肉は無調整の練り肉と同等の品質だった。pH 4.4以下およびpH 9.6以上の練り肉では結着性が低下したためそばろ状になり、成型性が低下した。また色調についてはpH 4.4以下でくすんだ灰色、pH 9.6以上でやや白色を呈した。

これらの練り肉による試作ソーセージの食味および外観を図2、3に示す。pH 5.6~6.2の練り肉ではモチモチ感がある良好な食味を持つソーセージとなった。pH 4.4以下の練り肉では結着性が低下し、酸味と赤みがある肉の味に乏しい風味となった。pH 5.1の練り肉ではややパサつきが感じられた。pH 7.1以上の練り肉ではpH値の上昇とともに、アルカリ臭、刺激およびピンクの色調が強くなり、pH 11.8の練り肉では喫食できない風味となった。酸性またはアルカリ性が強いほど、結着性が低下し外観が悪くなった。以上より、ソーセージの練り肉における最適なpH値は、pH 5.6~6.2であることがわかった。上層パルプを畜産加工へ活用するためには、中和パルプのpH値と練り肉への添加量を検討し、pH 5.6~6.2の範囲になる条件を明らかにする必要がある。

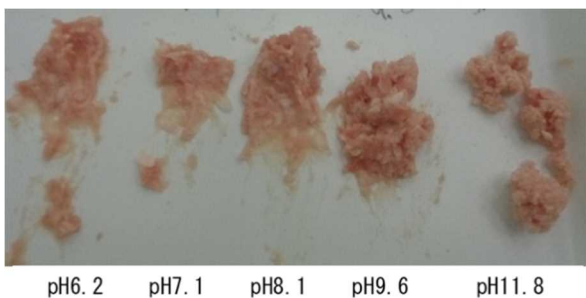
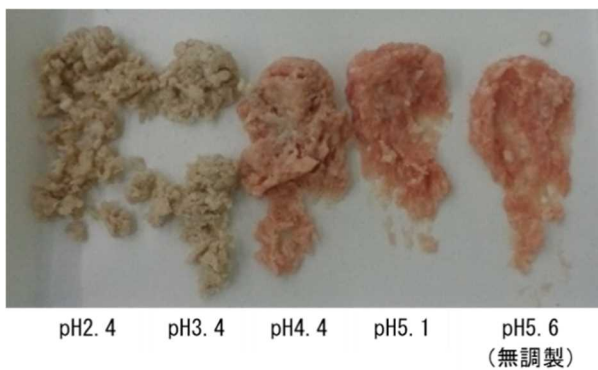


図1 pHによる練り肉の変化

(上図: pH 2.4~5.6、下図: pH 6.2~11.8)

pH	2.4	3.4	4.4	5.1	5.6 (無調整)
味、香り	酸味強い肉の味弱い	酸味あり肉の味弱い	酸味弱い肉の味少し	酸味なし肉の味あり	しっかりした肉の味
食感	ボソボソパサつき大	ボソボソパサつき大	パサつきあり	ややパサつき	モチモチ感
色	赤み強い	赤み強い	やや赤い	やや赤い	
外観	崩れる	崩れる			

図2 pH 5.6 (無調整) 以下の練り肉によるソーセージ品質

pH	6.2	7.1	8.1	9.6	11.8
味、香り	しっかりした肉の味	アルカリ臭刺激あり	肉の味なしアルカリ臭強、刺激強		
食感	モチモチ感	モチモチ感少し		ボソボソ	食べられない
色			部分的にピンク色	ピンク色	濃いピンク色
外観					

図3 pH 6.2以上の練り肉によるソーセージ品質

#### 3-2 pH調整剤の検討

食品添加物として用いられるpH調整剤のうち、中～強アルカリ性を示す水酸化カルシウム、ピロリン酸四ナトリウム、リン酸三ナトリウム、炭酸水素ナトリウム、炭酸ナトリウム、水酸化カリウムを用いpH 5.6に調整した中和パルプを、豚肉重量の5%量添加してソーセージを試作し官能評価を行った。その結果、水酸化カルシウム、ピロリン酸四ナトリウム、リン酸三ナトリウムはアルカリ臭がなく、シークワサーの香りが付与され、風味・食感とも良好だった。一方、炭酸水素ナトリウム、炭酸ナトリウム、水酸化カリウムではアルカリ臭が感じられ、ボソボソした食感だった。(表1)

以上より上層パルプの中和に用いるpH調整剤として、水酸化カルシウム、ピロリン酸四ナトリウム、リン酸三ナトリウムを選定した。

表1 pH調整剤による試作ソーセージの官能評価

pH調整剤	香り、食味
水酸化カルシウム	重い香りあり、硬めの食感
ピロリン酸四ナトリウム	さわやかな香り、硬めの食感
リン酸三ナトリウム	良好な香り、肉の味、硬めの食感
炭酸水素ナトリウム	香りなし、味が濃くなる、ぼそぼそ、アルカリ臭がある、経過時間ごとにパルプ褐変
炭酸ナトリウム	香りあり、味が濃くなる、ぼそぼそ、アルカリ臭がある、経過時間ごとにパルプ褐変
水酸化カリウム	香りなし、やや硬め、アルカリ臭がある、ぼそぼそ

表2 各種中和パルプを添加した練り肉pH値および試作ソーセージの官能評価

添加量	パルプのpH値							
	pH 2.8 (無調整)		pH 4.0		pH 5.0		pH 6.0	
	練り肉 pH	食味	練り肉 pH	食味	練り肉 pH	食味	練り肉 pH	食味
1.0%	5.37	ポロポロ 香り良	5.47	ややパサつき 香り良	5.53	ややパサつき 香り良	5.60	食感、香り ともに良好
3.0%	5.15	ポロポロ 香り良	5.41	パサつき 香り良	5.50	ややパサつき 香り良	5.61	食感、香り ともに良好
5.0%	4.99	ポロポロ 苦味あり	5.32	ポロポロ 苦味あり	5.44	ややパサつき 香り良、 苦味やや強い	5.60	食感、香り ともに良好、 苦味やや強い
10.0%	4.72	ポロポロ 香り苦味強い	5.14	ポロポロ 香り苦味強い	5.30	ポロポロ 香り苦味強い	5.60	ややパサつき 香り苦味強い

### 3-3 中和パルプのpH値と添加量の影響

pH 2.8の無調整パルプおよびピロリン酸四ナトリウムで中和したpH 4.0、5.0、6.0の中和パルプを用いて、添加量1.0、3.0、5.0、10.0%のソーセージを試作した。パルプを添加した練り肉のpH値および試作ソーセージの官能評価を表2に示す。pH 6.0の中和パルプを1.0~5.0%添加した練り肉はpH 5.60~5.61、食感と香りともに良好なソーセージだった。中和パルプpH 4.0の1.0%添加、pH 5.0の1.0~5.0%添加では、練り肉はpH 5.44~5.53、ソーセージはややパサつき、香りは良好だった。中和パルプpH 6.0の10.0%添加は練り肉のpH 5.60で、強い苦味があり口に残った。無調整パルプの1.0~10.0%添加、中和パルプpH 4.0の3.0~10.0%添加、中和パルプpH 5.0の10.0%添加は、練り肉のpH 5.41以下、試作ソーセージはパサつきがある、または結着性が低くポロポロとした性状が確認された。

以上より、上層パルプはpH 6.0に調整し、練り肉へ1.0~5.0%添加することで風味と食感が良好なソーセージが製造できることが明らかとなった。

### 3-4 加熱損失率

食肉は、加熱によって水分や脂肪が分離（加熱損失）し硬くなる<sup>7)</sup>。また加熱損失量は加熱温度や生肉の保水性によっても異なる<sup>8)</sup>。そこでpH 2.8の無調整パルプ5.0%添加、pH 6.0の中和パルプ5.0、10.0%添加、パルプ無添加のソーセージをそれぞれ試作し、加熱損失率を測定した。得られた値について多重比較検定を行った。練り肉のpH、加熱損失率、試作ソーセージの物性を表3に示す。無調整パルプと中和パルプを比較したところ、無調整パルプ添加では加熱損失率が20.2%となったのに対し、中和パルプ添加では4.3、4.2%と有意に低下した。練り肉のpHはそれぞれpH 5.0、5.6、5.7であった。パルプを添加したソーセージの加熱損失率は、練り肉pHが5.0から5.7の範囲では、pH値の低下に伴い上昇すること

が認められた。これは坂田ら（2004）による低pH処理した豚肉の加熱損失率の報告<sup>4)</sup>とも一致する。一方、中和パルプ添加とパルプ無添加では練り肉pH 5.6~5.7と同等だったが、加熱損失率はそれぞれ4.2~4.3%、9.3%となり、中和パルプ添加で有意に低かった。また官能評価では、中和パルプ添加における物性は顕著な違いは認められず、無添加は「少し硬め」との評価だった。これらから、中和パルプを添加した場合、無添加よりも柔らかい肉質となることが示唆された。このように肉質が変化した要因として、上層パルプまたはpH調整剤による影響が考えられるが、詳細については今後の検討課題である。

表3 パルプ添加による練り肉pH、加熱損失率、物性

	練り肉pH	加熱損失率(%)	物性
無調整パルプ5%添加	5.0	20.2±0.5 <sup>a</sup>	ポロポロ食感
中和パルプ5%添加	5.6	4.3±0.1 <sup>b</sup>	特になし
中和パルプ10%添加	5.7	4.2±0.2 <sup>b</sup>	特になし
パルプ無添加	5.7	9.3±0.3 <sup>c</sup>	少し硬め

※異符号間で有意差あり (p < 0.01)

### 4 まとめ

シークワサー搾汁時に排出される上層パルプの畜産加工への有効利用を図るため、pH調整剤を用いた上層パルプの中和とそれらを添加したソーセージの試作を行ったところ、以下のことが明らかとなった。

- 1) 上層パルプを中和するpH調整剤としては、3種類の食品添加物、すなわち水酸化カルシウム、ピロリン酸四ナトリウム、リン酸三ナトリウムが適していた。
- 2) pH 6.0の中和パルプを、練り肉へ1.0~5.0%添加した試作ソーセージで良好な香りと食感が得られた。

本研究より得たシークワサー上層パルプの中和技術は、畜産加工だけでなく、かまぼこなどの練り製品やこんにゃく、中華麺などのようなアルカリ性食品への活用も期待できる。

本研究は、経常研究課題「県産食材を活用した畜産加工技術の開発（2021技006）」により実施した。

#### 参考文献

- 1) 沖縄県：産業の内訳（うちわけ），  
<https://www.pref.okinawa.jp/site/kodomo/land/sangyo/uchiwake.html>（参照日 2023年6月12日）
- 2) 沖縄県農林水産部，沖縄県の農林水産業，75（2023）
- 3) 嶋澤光一，荒木勉：夏期における屠殺前の絶食が特産肉用鶏の肉質に及ぼす影響，家禽会誌，36，167-173（1999）
- 4) 坂田亮一，勝俣学，押田敏雄，島田裕之，神田宏：PSE性状を示す豚肉の加工適性：保水性、色調、および物性について，日豚会誌，41（2），76-81（1999）
- 5) 沖谷明紘，59-87，「肉の科学」，朝倉書店，東京（1996）
- 6) 伊藤肇躬，1101-1110，「肉製品製造学」，光琳，東京（2007）
- 7) 伊藤肇躬，1170-1182，「肉製品製造学」，光琳，東京（2007）
- 8) 右田正男：蛋白質と調理（V）－肉の加熱による変化（2）－，調理科学，2（2），92-97（1969）

# Technical development of utilizing upper layer pulp of *Citrus depressa*

## (1) Neutralization method

Tomoyo MOCHIZUKI, Tetsuya TOYOKAWA, Arina MATSUMOTO, Akari KINJO\*,  
Hideo NAKAMOTO, Yuma GUSHIKEN

Okinawa Industrial Technology Center

\*Okinawa Industrial Technology Center (currently Okinawa Prefectural Agricultural Research Center Nago Branch)

The upper layer pulp as a by-product of *Citrus depressa* juice manufacturing has a limited range of use for food processing because of the low pH. Therefore, in order to realize effective utilization of the upper layer pulp for livestock product processing, we performed neutralization of the upper layer pulp using a pH modifier and then trial manufacturing of sausages with the pulp. Examination items were the selection of the most suitable pH modifier and the pH and added quantity suitable for the sausage. As a result, it was found that calcium hydroxide, tetrasodium pyrophosphate, and trisodium orthophosphate are suitable as pH modifiers, and excellent fragrance and food feeling were obtained from sausage with 1.0% to 5.0% neutralized pulp with pH 6.0 added.

編 集 沖縄県工業技術センター

発 行 沖縄県工業技術センター

〒904-2234 沖縄県うるま市字州崎 12 番 2

T E L (098)929-0111

F A X (098)929-0115

U R L <https://www.pref.okinawa.lg.jp/site/shoko/kogyo/>

著作物の一部および全部を転載・翻訳される場合は、当センターに

ご連絡ください。