

## ニオイ（青臭み等）が嗜好性に影響しやすい農産加工品の 風味改善技術の開発

Development of Flavor Improvement Technology for Processed Farm Products, Which Have an Odor (Green-Beany Flavor) that Easily Affects Preference

### 加熱による青臭みやウリ臭の変化について

For Changes in Green-Beany and Gourd Flavors with Heating

矢野原泰士\*・有福一郎\*

Taishi Yanohara and Ichiro Arifuku

\*食品開発研究所 アグリ食品科

官能評価および GC/MS（ガスクロマトグラフ質量分析装置）分析によって、トマトとスイカを加熱した場合の青臭みやウリ臭の指標となる成分を選抜し、青臭みやウリ臭が少なくなることを確認した。

スイカのウリ臭を低減し、スイカらしい香りを残す加工方法として、ソフトスチーム処理が有効であった。

## 1. はじめに

近年、6次産業化が推進され、農産加工品の生産量が増加傾向にある。そういったなか、県内で、これまであまり加工に利用されてこなかったスイカなどを用いた加工品作りが進められているが、においなどの嗜好性が課題として挙げられている。

食品加工では、保存性や栄養価だけでなく、食品のおいしさに関わる嗜好性も重視する必要がある。食品のおいしさには、様々な要素が関与しており、主に、味覚（甘味、酸味、苦味、塩味、うま味、辛味、渋味）、嗅覚（におい）、食感（テクスチャー）、視覚（色、形状）、聴覚が重要な役割を果たしていると考えられている。その中でも嗅覚から得られる情報が重要であると言われている。

本研究では、野菜嫌いの人でも食べやすい商品の開発や特産品の製造につなげることを目的とし、トマトやスイカなどの青臭みやウリ臭等を少なくする加工方法について検討している。今回は、官能評価と GC/MS 分析によって、トマトとスイカを加熱した際におけるにおいの変化を調べ、青臭みやウリ臭の指標となる成分を選抜し、青臭みやウリ臭を低減する加工方法として、ソフト（低温）スチーム処理を検討した。この技術については、農産物（ジャガイモ、ニンジン、ダイコン、

タマネギ、シソ葉、ゴーヤ、枝豆、ソラ豆、サツマイモなど）を処理した場合に、食材の生の食感を維持しつつ、甘味や旨味が増加することが報告されている<sup>1)</sup>、<sup>2)</sup>。

この加工方法におけるにおいの変化については報告されていないが、美味しさを阻害する揮発性成分を飛散させたり、少なくする可能性がある<sup>3)</sup>とされている。

## 2. 実験方法

### 2.1 供試材料

平成 27 年および平成 28 年に鳥取県園芸試験場日南試験地で栽培され、8 月に収穫されたトマト（品種：桃太郎サニー、平均重量：197.3±25.4 g）を試験に用いた。また、スイカ（平均重量 7.59±0.35 kg）は、9 月に収穫されたものを JA 鳥取中央より入手した。

### 2.2 ソフトスチーム処理

加熱特性の優れた湿り飽和空気を利用し、40～95℃の範囲の適温に制御された蒸気雰囲気中で食材を調理加工するソフトスチームによって、スイカ（果肉）を処理した。脱気・殺菌庫（なめらかくん付属、アラハタフードマシン）により、60℃で 30 分間行った（図 1）。



図1 ソフトスチーム処理  
(スイカ：60℃, 30分間)

## 2.3 官能評価

トマトのにおいについては、トマトを4等分した後、三方袋（KNP-S 27, (縦 200 mm、横 300 mm)）に入れ、90℃で、1、5、10分間加熱した試料について、3段階絶対評価法（0：青臭みがない、1：少し青臭い、2：青臭い）で当研究所職員5名により評価した。

スイカのにおいに関しては、ウリ臭およびスイカらしい香りについて、各処理区【(未加熱、ソフトスチーム処理区、加熱処理区 (90℃, 10分間))】の試料から調製した果汁について、5段階絶対評価法（ウリ臭については、1：弱い、2：やや弱い、3：ふつう、4：やや強い、5：強い）で評価し、香りについては、1：悪い、2：やや悪い、3：ふつう、4：やや良い、5：良い）で当研究所職員12名により評価した。

## 2.4 揮発性成分の捕集

スクリュウキャップ付き 10 ml 容バイアル中に、トマトまたはスイカ 0.5 g を採取し、50℃で5分間加熱した後、DVB/CAR/PDMS を吸着材とした SPME ファイバー（シグマアルドリッチ）をバイアル内に挿入し、50℃で15分間、ヘッドスペース中の揮発性成分を捕集した。

## 2.5 揮発性成分の分析

揮発性成分は、ガスクロマトグラフ質量分析装置（GC/MS-QP2010 Plus、島津製作所）を用いて分析した。DB-WAX カラム（60 m × 0.32 mm i.d. 膜厚 0.5 μm、アジレントテクノロジーズ）を装着し、オープン温度は

35℃から240℃まで10℃/minの速度で昇温した。ヘリウムガスをキャリアとし、流速は2.44 mL/min、注入口温度は200℃、スプリット比は1:1とした。イオン化電圧は70 eV (EI)、トランスファーライン250℃、イオン源温度200℃にて測定を行った。分離された成分は、SIM分析によって得られた質量スペクトルとの比較及びライブラリーリサーチシステム（NIST Mass Spectra Data Base）による検索により同定した。

また、トマトの青臭み成分とスイカのウリ臭成分については、GC/MS に接続したにおい嗅ぎシステム（Sniffer 9000 System, 島津製作所）を用いたスニッフィングにより推定した。

## 3. 結果と考察

### 3.1 官能評価

トマトの青臭みについての官能評価結果を図2に示した。トマトは、90℃で1分間加熱した状態では青臭みが強く、5分間加熱した試料は青臭みが残っていると評価されたが、10分間加熱した場合は青臭みがないと評価された。90℃で10分間加熱した試料のにおいは明らかに未加熱のものと異なっていて、甘く重いにおいに変化しているように感じられた。

青臭み成分が減少した一方で、増加した成分の存在が考えられる。今回は、加熱臭成分として報告されているジメチルスルフィド<sup>4)</sup>などは検出されなかった。今後、測定条件などを検討して、この点について検討していきたい。

スイカのウリ臭についての官能評価結果を図3に示した。スイカについては、未加熱の状態では、スイカらしい香りがするもののウリ臭が強く、90℃で10分間加熱した場合は、ウリ臭だけでなくスイカらしい香りも少なく、ソフトスチーム処理区（60℃で30分間処理）に関しては、ウリ臭が低減し、スイカらしい香りも残っていると評価された。

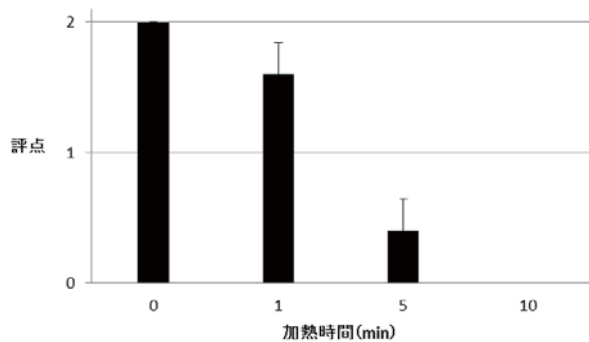


図2 加熱によるトマトのニオイの変化 (官能評価)  
 評点：青臭みがない (0)，少し青臭い (1)，青臭い (2)

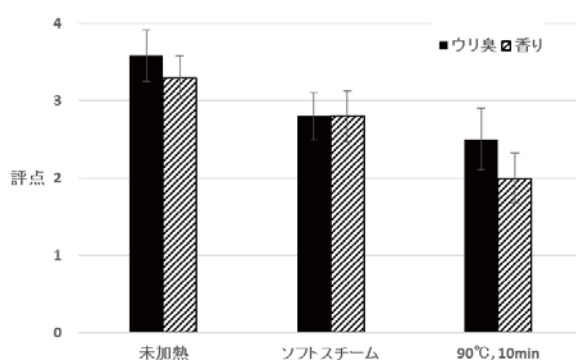


図3 加熱によるスイカのニオイの変化 (官能評価)  
 ウリ臭の評点：弱い (1)，やや弱い (2)，ふつう (3)，  
 やや強い (4)，強い (5)  
 香りの評点：悪い (1)，やや悪い (2)，ふつう (3)，  
 やや良い (4)，良い (5)

### 3.2 揮発性成分の分析

トマトの揮発性成分について、GC/MS で分析した結果、63 成分を検出した。その中から、加熱によって顕著に減少 (加熱前のピーク面積を 100% とした場合に、加熱後に 10% 以下に減少) した成分として、12 成分を選抜した (表 1)。トマトの主な揮発成分としては、青葉様の香りとして知られる 3-ヘキセナールをはじめ、2-ヘキセナール、ヘキセナール、土様の匂いを持つ 2-イソブチルチアゾールなどが報告され<sup>5)</sup>、この中では、特に 3-ヘキセナールなどのアルデヒド類が青臭みに影響するとされている。選択した 12 成分のうち、青臭みに影響するとされているアルデヒド類は 7 成分含まれていた。この中には、におい閾値が低いことが知られている 3 成分<sup>6)</sup> (ヘキサナール、ヘプタナール、2-ヘキセナール) も含まれていた。

表 1 加熱により顕著に減少した成分 (トマト)

	保持時間 (min)	化合物名	におい閾値* (水中 ppb)
Ketones (1)	9.2	1-Penten-3-one	
Aldehydes (7)	5.4	Acetaldehyde	
	10.2	Hexanal	4.5
	11.1	(E)-2-Pentenal	
	11.3	3-Hexenal	
	12.1	Heptanal	3
	12.4	(E)-2-Hexenal	17
	12.8	2-Hexenal	
Alcohols (3)	14.7	1-Hexanol	
	15.3	(Z)-3-Hexen-1-ol	
	15.5	(E)-2-Hexen-1-ol	
Terpenes(1)	9.3	Alpha.-pinene	

\*日本食品科学工学会誌, 44(3), p.169-176, J. Sci. Food Agric, 14, p.761-765 から引用による

検出された揮発性成分のうち、どの成分がにおいに関与しているかを調べるために、スニッフィングを行った。その結果、「青臭い」と感じたものが 3 成分 (3-ヘキセナール、1-ヘキサノール、3-ヘキセン-1-オール) あり、これらを青臭み成分として推定した。

同様に、スイカの揮発性成分について、GC/MS で分析した結果、40 成分を検出した。その中から、加熱によって顕著に減少した成分として 5 成分を選抜した (表 2)。スイカは独特のウリ臭を有していて、その原因成分としては、アルコール類 (ノナジエノールなど) やアルデヒド類 (3,6-ノナジエナール、3-ノネナールなど) が報告されている<sup>7), 8)</sup>。

表 2 加熱により顕著に減少した成分 (スイカ)

	保持時間 (min)	化合物名	におい閾値* (水中 ppb)
Aldehydes (4)	16.3	(Z)- 6-Nonenal	1
	17.3	(Z,Z)-3,6-Nonadienal	
	17.7	(E)- 2-Nonenal	
	18.1	(E,Z)- 2,6-Nonadienal	0.01
Alcohols (1)	18.5	(E)-3-Octen-1-ol	

\*日本食品科学工学会誌, 44(3), p.169-176 から引用による

スニッフィングを行った結果、「ウリのようなにおい」と感じたものが 4 成分 (6-ノネナール、3,6-ノナジエナール、2-ノネナール、2,6-ノナジエナール) あり、

これらをウリ臭成分として推定した。

これらには、におい閾値が低いことが報告されている2成分<sup>7)</sup>(6-ノネナル、2,6-ノナジエナル)も含まれていた。これらについて、GC/MS分析を行った結果、90℃で10分間加熱した場合と同様に、ソフトスチーム処理区においても、推定したウリ臭成分が減少していることを確認した(図4)。この結果は、官能評価の結果と一致していた。

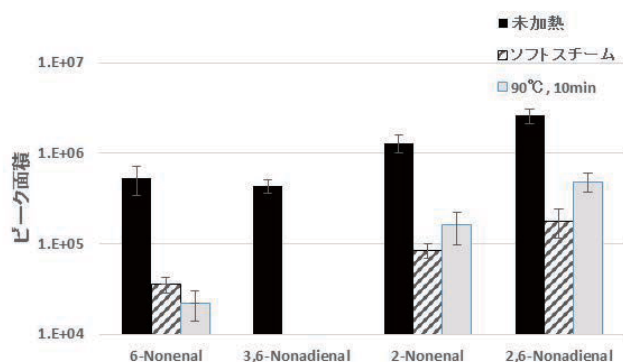


図4 ウリ臭成分の変化 (GC/MS)

今回の研究で、加熱によってトマトの青臭みとスイカのウリ臭が少なくなることを確認した。そして、GC/MS分析とスニッフィングによって推定した青臭みとウリ臭成分も同様に減少することがわかった。これらの成分は、加工条件を検討する際に、青臭みとウリ臭成分量の指標として利用できるのではないかと考えられる。

#### 4. おわりに

- (1) 加熱によって、トマトとスイカの青臭みやウリ臭が官能的に少なくなることを確認した。
- (2) GC/MS分析とスニッフィングによって、トマトの青臭み成分として3成分、スイカのウリ臭成分として4成分を推定した。
- (3) ソフトスチーム処理は、スイカのウリ臭を低減し、スイカらしい香りを残す加工方法として有効であった。

#### 謝辞

本研究を実施するにあたり、試料(栽培トマト)を提供いただきました鳥取県園芸試験場日南試験地の龜田修二地長をはじめ職員の方々に、感謝申し上げます。

#### 文献

- 1) 関根正裕・常見崇史・樋口誠一・高橋学・山川裕夫; 低温スチーム技術を利用した高品位食品加工技術, 埼玉県産業技術総合センター研究報告, 6, (2008).
- 2) 常見崇史・関根正裕・小島登喜子・山川裕夫; ソフト(低温)スチーム技術(2), 埼玉県産業技術総合センター研究報告, 7, (2009).
- 3) 平山一政; 低温スチーミング調理, 日本調理科学会誌, 30(4), p.381-386(1997).
- 4) 沢村正義・下田満哉・篠島豊; 温州ミカン果汁から生成されるジメチルスルフィドの定量, 日本農芸化学会誌, 50(2), p.113-114 (1976).
- 5) Xu, Y., et al.; Comparison of volatile release in tomatillo and different varieties of tomato during chewing, *Journal of Food Science*, 75(4), C352-358(2010).
- 6) Guadagni, G D., et al.; Odour thresholds of some organic compounds associated with food flavours, *J. Sci. Food Agric*, 14, p.761-765(1963).
- 7) Hatanaka, A., et al.; Biosynthetic pathway of cucumber alcohol: trans-2, cis-6-nonadienol via cis-3, cis-6-nonadienal, *Phytochemistry*, 14, p.2589-2592(1975).
- 8) 小林彰夫; 食品香気研究法の最近の進歩, 日本食品科学工学会誌, 44(3), p.169-176(1997).