

資 料

規格外冷凍トマトの香味成分評価

松林 和彦*・小林 こずえ**・田畑 光正*

1. 目 的

農産物の規格外品は冷凍により保存後、加工品として利用されることがあるため、冷凍保存による成分変化を把握することは加工後の品質を考慮する上で重要である。浜田市の TC 浜田農場（浜田市金城町）で栽培されるトマトの規格外品は、食品ロス低減のため市内の食品加工業者が利用しており、そこから「一度冷凍した方が美味しく感じる場合がある」との情報を得た。そこでトマトの冷凍保存による香味成分の変化を科学的な手法で明らかにすれば規格外品を利用した商品開発に役立つと考え、トマトの保存方法の違いによる香味成分の差異について調査した。

2. 方 法

2.1 測定試料

トマトは2020年3月12日に TC 浜田農場で収穫した際生じた規格外品を使用した。ヘタを取り除き、冷蔵（4℃）及び冷凍（-25℃）で3日間保存した。サンプル数はそれぞれ12個用いた。保存後包丁で切り刻みろ過したろ液を分析試料として用いた。

2.2 HPLCによる遊離アミノ酸分析

遊離アミノ酸はトマトに多く含まれることが知られているグルタミン酸及びアスパラギン酸¹⁾を測定対象とし、プレカラム誘導体化法²⁾により行った。2.1で調製したろ液を0.1 mmol/Lの塩酸で100倍希釈し、遠心分離後上清をろ過した。ろ液10 µLに1 µmol/mLのメルカプトプロピオン酸溶液50 µL及び2 mg/mLのオルトフタルアルデヒド溶液30 µLを加えて攪拌し、1分後0.2 mg/mLのクロロギ酸9-フルオレニルメチル溶液10 µLを加えて攪拌した。誘導体化後の試料を高速液体クロマトグラフィー（島津製作所製 Nexera XR）で分析した。分析条件は、カラム：Luna Omega C18 50 mm × φ 2.1 mm, 1.6 µm, カラム温度：35℃, 溶離液 A：20 mmol/L リン酸カリウム緩衝液（pH6.9）, 溶離液 B：アセトニトリル：メタノール：水=45：40：15, グラジエント条件：B Conc. 11% (0 min) -13% (2 min) -31% (3.5 min) -37% (5.0 min) -70% (6.0 min) -100% (7.0-9.0 min) -11% (9.5-20 min), 流量：0.4 mL/min,

検出：蛍光検出器（Ex 350 nm/Em 450 nm）で行った。

2.3 HPLCによる糖類分析

糖類はトマトに多く含まれることが知られているフルクトース及びグルコース³⁾を測定対象とした。2.1で調製したろ液をエタノールで20倍希釈し、遠心分離後の上清をろ過して高速液体クロマトグラフィー（島津製作所製 Nexera XR）で分析した。分析条件は、カラム：Imtakt UK-Amino 250 mm × φ 3 mm, 3 µm, カラム温度：60℃, 溶離液 A：95%アセトニトリル, 溶離液 B：60%アセトニトリル, グラジエント条件：0 min B 10% -10 min B 50%, 流量：1 mL/min, 検出：蒸発光散乱検出器で行った。

2.4 GC/MSによる香気成分分析

香気成分は2.1で調製したろ液1 mLを20 mL ヘッドスペースバイアルにはかりとり、ガスクロマトグラフ質量分析装置（Thermo Fisher Scientific 製 Trace1310 GC/ISQ QD MS/TriPlus RSH）で分析した。バイアルに封入した試料を90℃, 30分間加温し, SPME ファイバー（DVB/CAR/PDMS (50/30 µm), Sigma Aldrich）を用いて90℃, 5分間抽出, 濃縮を行った。その後, 250℃, 2分間の脱着により GC カラムに導入した。GC の分析条件は、カラム：Shimadzu SH-Stabilwax (60 m × φ 0.25 mm, 0.25 µm), 注入法：スプリットレス（パージ 15 mL/min, 2 min), 注入口温度：250℃, オープン：40℃ (3 min) -5℃ /min -250℃ (15 min), キャリアガス：He, 200 kPa（定圧モード）, トランスファーライン温度：250℃で行った。MS の分析条件は、イオン源温度：200℃, イオン化電圧：70 eV, 質量範囲：m/z 33-300, 分析モード：Scan (0.2 sec/scan) で行った。NIST スペクトルライブラリにより化合物同定を行った。

2.5 データ解析

遊離アミノ酸含量及び糖類含量が、冷蔵保存と冷凍保存において優位な差であるかどうかを student の t 検定で検証した。検定の有意水準は5%とした。香気成分は GC/MS で得られた各成分のクロマトグラフの面積値を正規化し主成分分析を行った。これらのデータ解析には Microsoft Excel 2016 を用いた。

* 食品技術科, ** 食品等高品質加工処理技術開発プロジェクトチーム

表1 トマトの遊離アミノ酸含量

保存条件	アミノ酸含量 (mg/100g)	
	グルタミン酸	アスパラギン酸
冷蔵 (4℃)	230 ± 65	8.4 ± 2.6
冷凍 (-25℃)	310 ± 63	12 ± 2.6

値：平均値±標準誤差

表2 トマトの糖類含量

保存条件	糖類 (%)	
	フルクトース	グルコース
冷蔵 (4℃)	0.70 ± 0.05	0.68 ± 0.05
冷凍 (-25℃)	0.68 ± 0.06	0.71 ± 0.05

値：平均値±標準誤差

3. 結 果

3.1 遊離アミノ酸

トマトの遊離アミノ酸の分析結果を表1に示す。グルタミン酸含量及びアスパラギン酸含量は、冷蔵と冷凍で有意差はなかった ($p>0.05$)。

3.2 糖類

トマトの糖類の分析結果を表2に示す。フルクトース含量及びグルコース含量は、冷蔵と冷凍で有意差はなかった ($P>0.05$)。

3.3 香気成分

トマトの香気成分を主成分分析した結果を図1、図2に示す。図1のスコアプロットが示すように、冷蔵品と冷凍品は分離され、第1主成分の寄与率は32%、第2主成分の寄与率は17%であった。図2にローディングプロットを示しており、トマトに一般的に含まれることが知られている香気成分^{4, 5)}により特徴を抽出することが出来た。第1主成分はゲラニルアセトン (甘い香り)、 β -ヨノン (花の香り) の寄与が大きく、第2主成分は2-ヘキセナール (青葉アルデヒド)、ヘキサナール (緑茶の香り)、3-ヘキセン-1-オール (青葉アルコール) などの寄与が大き

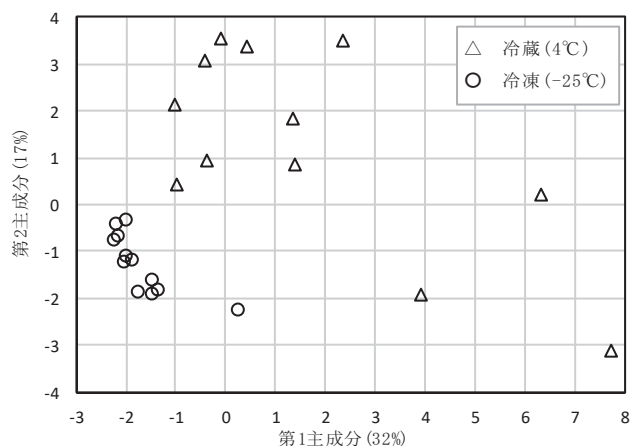


図1 スコアプロット

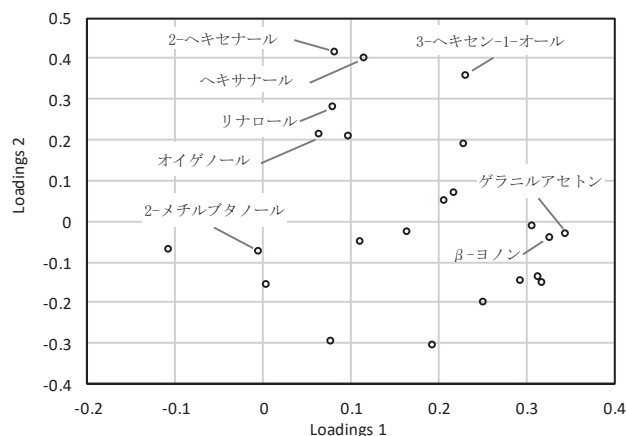


図2 ローディングプロット

かった。これらは冷蔵と冷凍の香りの違いを特徴付ける成分であるといえる。一方リナロール (果実の香り)、オイゲノール (ハーブの香り)、2-メチルブタノール (甘い香り) は寄与が小さいため、冷蔵と冷凍の差に及ぼす影響が小さいことが示された。

3.4 まとめ

TC 浜田農場で栽培された規格外トマトの冷蔵及び冷凍保存における香味成分評価結果を以下に示す。

- 1) トマトの味に係わる成分であるアミノ酸及び糖の含有量について、保存条件の違いによる有意差は見られなかった。
- 2) トマトの香気成分は保存条件により特徴が異なることが明らかになった。トマトに最も大量に存在する香り成分であり、一般的に青臭いと表現される2-ヘキセナール、ヘキサナール、3-ヘキセン-1-オール⁵⁾が、冷蔵保存に比べ冷凍保存で少ないことが確認された。

謝 辞

実験で使用したトマトは、TC 浜田農場株式会社の野村広祐氏からご提供いただいた。サンプルの処理方法および冷凍保存条件について、株式会社吉寅商店の来原明宏氏よりご教示いただいた。ここに記して謝意を表します。

文 献

- 1) 稲葉昭次, 山本努, 伊藤卓爾, 中村怜之輔. トマト果実の樹上成熟及び追熟中の遊離アミノ酸と可溶性ヌクレオチド含量. 園芸学会誌, 1980, no.49, p.435-441.
- 2) 八木潤, 五十嵐智大, 片山貴之. 汎用的高速液体クロマトグラフ (HPLC) を用いたアミノ酸分析. 関税中央分析所報, 2020, no.57, p.67-74.
- 3) 望月龍也, 石内伝治, 伊藤喜三男. トマト果実における糖含量およびその栽培・環境条件に対する安定性の品種間差異. 園芸学会誌, 1999, no.68, p.1000-1006.
- 4) 三浦周行. トマト果実の香り・食味に関する研究. 農業および園芸, 2016, no.914, p.412.
- 5) 高田式久. トマトのアミノ酸について. 日本家政学会誌, 2012, vol.63, no.11, p.745-749.