

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 10 日現在

機関番号：82111

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2014

課題番号：24780035

研究課題名(和文) 収穫後のウンシュウミカンにおいて発生する異味異臭の原因成分の特定と発生機構の解明

研究課題名(英文) Identification of causative compounds and mechanism for off-flavor generation during storage of satsuma mandarin fruit

研究代表者

松本 光 (MATSUMOTO, Hikaru)

独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構・果樹研究所 カンキツ研究領域・主任研究員

研究者番号：20355407

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)： 収穫後のウンシュウミカン果実において発生する異味異臭の原因成分を特定し、発生機構を解明するため、異味異臭を発生させる収穫後要因を調査した。収穫後温度は異味異臭の発生要因の一つであり、10℃では異味異臭が発生しないのに対して、5℃では異味異臭が発生するとともにオルニチンが顕著に集積した。しかし、オルニチンそのものは異味異臭の原因物質ではなく、オルニチンの集積を伴う代謝変化が異味異臭の発生に寄与していることが明らかとなった。さらに、オルニチンが集積しにくい温度で果実を保存すると、異味異臭の発生を抑制できる可能性が示唆された。

研究成果の概要(英文)： To identify causative compounds and mechanism for off-flavor generation during storage of satsuma mandarin fruit, we investigated postharvest factor affecting off-flavor generation. Postharvest temperature was one of the factors which causes the off-flavor generation. In the fruit stored at 10℃, off-flavor did not generated, but in the fruit stored at 5℃, off-flavor generated with ornithine accumulation. However, our result suggest that ornithine is not a causative compound for off-flavor, but metabolic changes leading to ornithine accumulation would contribute to the off-flavor generation. Our results also suggest that storage at the temperature, in which ornithine do not accumulate, would be effective to suppress off-flavor generation during storage of satsuma mandarin fruit.

研究分野：農学

キーワード：ウンシュウミカン 異味異臭 収穫後温度 オルニチン カンキツ

1. 研究開始当初の背景

収穫後のウンシュウミカン果実では、貯蔵・流通中に異味異臭が発生し、著しく風味が低下する場合がある。異味異臭はウンシュウミカン果実の品質劣化の主要な原因の一つであるため、異味異臭の発生機構の解明と制御研究は重要である。しかし、この原因成分は明らかにされておらず、その発生機構も未解明である。

ウンシュウミカンなどのマンダリン類は、皮が剥けやすいために需要は多いが、収穫後に風味が劣化しやすいという特徴を有する。近年、イスラエルやアメリカなどでも収穫後の風味劣化が問題となっており、原因について調査が進められている。これまでに、一部のマンダリン品種において、風味劣化した果実では、アミノ酸分解酵素の遺伝子発現が上昇していることが報告されたが、成分レベルの特定は成されておらず、風味劣化機構の解明には至っていない。

ウンシュウミカン果実は、多くの場合、樹上や収穫直後は良好な食味であるにもかかわらず、一般的な貯蔵条件下(5℃, 2ヶ月程度)で異味異臭が発生し、食味が著しく低下する傾向がある。これらの果実では、収穫後、異味異臭を発生させる代謝変化が起こっていると考えられる。

近年、LC-MS 等を用いた代謝物の網羅的解析(メタボローム解析)が可能となり、食品中の成分プロファイルを網羅的に解析し、食味との関連を解析することにより、食味に寄与する成分を特定する研究が進んでいる。さらに、網羅的遺伝子発現解析により、食味に寄与する成分の集積機構を調査することが可能である。このため、これらの手法をカンキツ果実に適用することにより、未だ解明されていない異味異臭の原因成分を特定し、当該成分の集積機構と制御方法を解明できれば、カンキツ果実の新たな品質保持技術につながる知見が得られると考えられる。

2. 研究の目的

本研究では、異味異臭の発生果実と非発生果実を作成し、メタボローム解析やマイクロアレイ解析等を用いて、成分および遺伝子発現プロファイルと比較することにより、収穫後のウンシュウミカンにおいて発生する異味異臭の原因成分を特定し、異味異臭の発生要因(収穫後条件)と発生機構を解明することを目的とした。さらに、これらの研究結果に基づき、貯蔵中に発生する異味異臭の制御方法を明らかにすることを目的として研究を行った。

3. 研究の方法

(1) 異味異臭の発生果実と非発生果実の作成と成分プロファイルの比較

ウンシュウミカン‘青島温州’を収穫適期である12月上旬に収穫し、異なる温度条件(5, 10, 20, 30℃)で0.5-3ヶ月間、保存した。経時的に果実の食味調査を行い、異味異臭の発生果実と非発生果実を実験的に作成した。これら果実の果肉中の代謝物(糖、有機酸、アミノ酸)の含量変化をLC/MS/MSによるメタボローム解析により調査して成分プロファイルと比較した。

さらに、貯蔵ウンシュウミカン品評会で食味審査を受けた果実の成分プロファイル进行分析し、果実に対する審査員の食味評価結果で、異味異臭の発生により食味が悪いと判定された果実試料に特徴的な成分を調査した。

(2) マイクロアレイ解析による遺伝子発現プロファイル比較

5℃保存により異味異臭が発生した果実および異味異臭が発生していない収穫直後の果実の果肉からmRNAを抽出し、マイクロアレイ解析に供試し、遺伝子発現プロファイルと比較した。

(3) CE/MSによるメタボローム解析

5℃保存により異味異臭が発生した果実および異味異臭が発生していない果実(収穫直後や10℃保存した果実)について、CE/MS

によるメタボローム解析を行い、オルニチンから派生する代謝物の変動を調査した。

4. 研究成果

(1) 異味異臭の発生要因の解明

収穫後温度が異味異臭の発生及ぼす影響

異なる温度(5,10,20,30)で保存した果実の食味調査を行った結果、2週間程度の短期間では、いずれの温度でも異味異臭は発生しなかった。しかし、5および10で数ヶ月間、保存すると、10では2ヶ月後でも異味異臭は発生しなかったのに対して、5では異味異臭が顕著に発生し、食味が大幅に低下した。

収穫後温度が食味関連成分プロファイルに及ぼす影響

異なる温度(5,10,20,30)で2週間、保存した果実中の食味関連成分の変化を調査した結果、糖・有機酸の含量は、収穫後、どの温度でもあまり変化しなかった。一方、アミノ酸の含量は温度により大きく変化した。

低温の5では、アミノ酸の一種であるオルニチンが、収穫直後に比べて約2週間で約3.3倍に急増した(図1、2)。一方、20や30の高温では、フェニルアラニン、バリン、リジン等の特定のアミノ酸が増加し、高温になるほど顕著に集積した(図2)。これに対して10では、他の温度で見られた特徴的なアミノ酸集積(オルニチン等)は起こらず、収穫直後の果実に最も近い成分プロファイルを維持した(図2)。

以上の結果から、収穫後の温度条件は異味異臭を発生させる要因の一つであり、10程度の温度では異味異臭が発生しにくいのに対して、5程度の低温では異味異臭が発生しやすいことが明らかとなった。さらに、収穫後温度は果実のアミノ酸プロファイルに影響を及ぼし、低温特異的に集積するアミノ酸(オルニチン)と高温特異的に集積するアミノ酸(フェニルアラニン等)が存在するが、

10程度の温度ではアミノ酸プロファイルの変化が少ないことが明らかとなった。

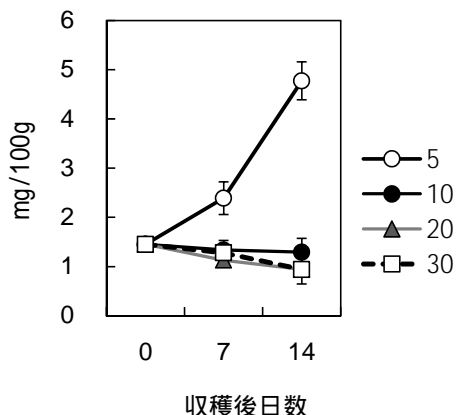


図1 ‘青島温州’の果肉におけるオルニチン含量の推移

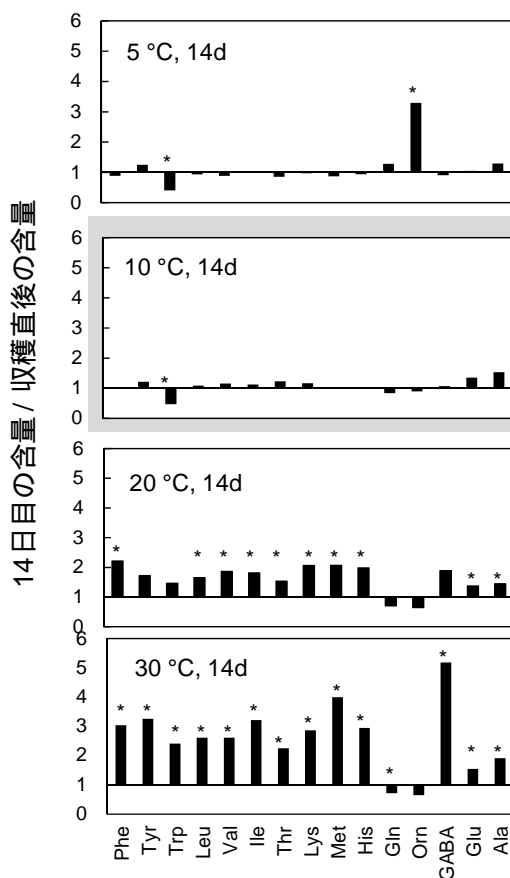


図2 ‘青島温州’の果肉における収穫後の成分含量変化率(*Student's t検定により5%水準で有意差あり, Orn:オルニチン, 10区の成分変化率が最も小さい)

(2) 異味異臭の原因成分および発生機構の 説明と制御方法

5 で数ヶ月間、果実を保存すると、約 2 週間で果肉中のオルニチン含量が増加し、その数ヶ月後から異味異臭が発生して食味が大幅に低下した。貯蔵ウンシュウミカン品評会の食味審査で、異味異臭の発生により食味が悪いと判定された果実においてもオルニチン含量が高い傾向が見られた。

しかし、異味異臭が発生した果実と同程度のオルニチン含量を有する果実(5 で約 2 週間保存)の食味に異常がないことから、オルニチンそのものは異味異臭の原因物質ではなく、オルニチン集積を伴う代謝変化が異味異臭の発生に寄与している可能性があるかと推察された。

そこで、異味異臭が発生していない果実と 5 保存により異味異臭が発生した果実の遺伝子発現をマイクロアレイで解析した結果、オルニチン生合成およびオルニチンからポリアミンへと代謝を促進する酵素群(3 種類)が上昇(Log2 ratio で 1.3 以上の発現差)すると共に、ポリアミンの分解に關与する酵素群(4 種類)が下降(Log2 ratio で - 1.3 以下の発現差)する傾向を示し、ポリアミンの一種(腐敗臭の成分のひとつ)が集積しやすい遺伝子発現プロフィールを示した。しかし、ポリアミンの含量を調査したところ、異味異臭が発生した果実においてポリアミンの顕著な集積は確認されなかった。

以上の結果から、ウンシュウミカンを低温(5 程度)で長期貯蔵すると、オルニチンの集積を伴ってして異味異臭が発生するが、オルニチンそのものは異味異臭の原因物質ではなく、オルニチン集積を伴う代謝変化が異味異臭の発生に寄与していることが明らかとなった。このため、原因成分の特定には、オルニチン集積を伴う代謝変化について、詳細かつ網羅的に解析する必要があると考えられた。さらに、ウンシュウミカンをオルニ

チンが集積しにくい温度条件(5 より高い 10 付近)で保存すると、収穫後の異味異臭の発生を抑制できる可能性が示唆された。

5 . 主な発表論文等 〔雑誌論文〕(計 1 件)

Matsumoto, H., Ikoma, Y. Effect of different postharvest temperatures on the accumulation of sugars, organic acids, and amino acids in the juice sacs of Satsuma mandarin (*Citrus unshiu* Marc.) fruit. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 査読有 60 巻 2012. 9900-9909. doi. 10.1021/jf303532s

〔学会発表〕(計 2 件)

松本 光、生駒 吉識 収穫後温度がカンキツ果実中の糖・有機酸・アミノ酸集積に及ぼす影響と品種間差 園芸学会 平成 25 年 9 月 20 日 岩手市 岩手大学

Matsumoto, H., Ikoma, Effect of postharvest temperature on accumulation of primary metabolites in juice sacs of Satsuma mandarin (*Citrus unshiu*) fruit 2012 年 11 月 20 XII International Citrus Congress in Valencia (Spain)

〔図書〕(計 2 件)

松本 光・日本園芸農業協同組合連合会 果実日本 2014 76-79.

松本 光・日本植物調節剤研究協会 植調 2014 125-130 .

6 . 研究組織

(1) 研究代表者

松本 光 (MATSUMOTO, Hikaru)

独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構・果樹研究所 カンキツ研究領域・主任研究員

研究者番号：20355407