

平成 22 年 5 月 17 日現在

研究種目：若手研究（スタートアップ）

研究期間：2008 年度 ～ 2009 年度

課題番号：20880038

研究課題名（和文） マイクロ波を用いた青果物ブランチング最適化システムの開発

研究課題名（英文） Development of optimum microwave blanching system for fruit and vegetables

研究代表者

折笠 貴寛 (ORIKASA TAKAHIRO)

研究者番号：30466047

研究成果の概要（和文）：調理用トマトの乾燥およびブランチングに対してマイクロ波を適用し、その有効性を調査した。マイクロ波乾燥、熱風乾燥において、乾燥速度および色彩変化をそれぞれ測定、比較したところ、マイクロ波乾燥では、熱風乾燥のみの場合と比較し、乾燥速度が増大し、その乾燥過程では各出力において、恒率乾燥期間、減率乾燥期間が確認された。熱風乾燥においては明度が減少したのに対し、マイクロ波乾燥において明度の増加が確認された。マイクロ波ブランチングでは、熱湯浸漬と比較し、処理時間の短縮、アスコルビン酸およびリコピン含有量の減少の抑制、色彩変化の抑制が認められた。以上の結果より、調理用トマトの乾燥およびブランチング処理において、マイクロ波ブランチングが有効であることが示唆された。

研究成果の概要（英文）：The applicability of microwaves to the drying and blanching processes of cooking tomatoes was examined. Drying treatment was performed using hot air (50°C) and microwaves at 3 radiation powers (20, 50, and 100 W/g-dry sample), and the changes in drying rate and surface color of the sample were measured and compared. The drying rate in all the microwave dryings was greater than that in the hot air drying, and the constant-rate and the falling-rate drying period were observed in the case of each microwave radiation power. Microwave drying caused a greater increase in lightness than hot air drying. Blanching treatment was performed using microwaves and the boiling water method, and changes in temperature, nutrients, and surface color of the sample were measured and compared between the 2 methods. Microwave blanching required less time, resulted in higher retention of nutrients (ascorbic acid and lycopene), and caused less change in color than boiling water blanching. These findings suggest the applicability of microwaves to the drying and of blanching processes involved in cooking tomatoes.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
平成 20 年度	1,200,000	360,000	1,560,000
平成 21 年度	1,050,000	315,000	1,365,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,250,000	675,000	2,925,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：農業工学・農業環境工学

キーワード：ブランチング、マイクロ波、パーオキシダーゼ、調理用トマト、リコピン、アスコルビン酸、色彩、乾燥処理

1. 研究開始当初の背景

近年、わが国では単独世帯数の急激な増加に伴い、簡単に調理ができ、かつ長期保存が可能な冷凍食品の需要が増大している。一方で、近年の健康志向の高まりから食品が持つ機能性について注目されるようになり、手軽さや便利さだけでなく、栄養・機能性成分に富んだ冷凍食品の需要が高まりつつある。青果物の冷凍食品製造工程においては青果物に含まれる各種酵素による加工処理中および加工後の栄養成分の減少などの品質劣化を避けるため、酵素類の失活を目的としたブランチングが行われている。その操作の多くは熱水に浸漬させる方法であるため、水溶性ビタミンの溶出やカロチノイド類の減少が起こるといった問題がある。スチームによるブランチングも一部試みられているが、熱水と比べて熱容量が小さいために試料内部に熱が伝わるまで長時間を要し、また、加熱ムラが生じるためターゲット酵素が充分失活しない可能性がある。このような理由により、冷凍食品の多くは栄養価が損なわれているのが現状である。そのため、これらの問題点を解消した熱水やスチームに代わる新たなブランチング技術が開発できれば栄養価の高い高付加価値冷凍食品の生産が可能となり、国民の健康増進に対して大きく貢献することができる。

2. 研究の目的

ブランチングに関する従来研究には、熱水ブランチングにおける対象試料中のパーオキシダーゼ活性を1次反応速度式により解析した例などがある（例えば、Aguero et al., *LWT-Food Science and Technology*, 41, 401-407, 2008）。しかしながら、品質の評価は充分とは言えず、ブランチングの最適条件は文献によりばらつきがあるのが現状である。本研究は、品質の変化を考慮した独自のブランチング最適化システムの構築を目指す研究と位置づけることができる。本研究で得られた品質評価モデルを用いてブランチング条件を評価し、マイクロ波による新たな青果物ブランチング技術を開発することを最終的な目的とする。

3. 研究の方法

本研究では、マイクロ波を用いた青果物ブランチング最適化システムの開発について

研究を行う。マイクロ波ブランチングにおける酵素失活状況の把握と栄養・機能性成分変化（ブランチング条件の違いによるビタミンの破壊状況など）の測定を行い、変動状況について速度論的解析を行う。成分変化解析と3次元テクスチャ解析を基にして品質劣化度を数式化し、酵素活性の変動解析結果と併せて新しいブランチング最適化システムを構築する。得られた知見を用いてマイクロ波ブランチング条件を評価し、マイクロ波を用いた青果物ブランチング技術の開発を目指す。まず、20年度はマイクロ波を用いた青果物ブランチングを行い、酵素活性、抗酸化活性および栄養・機能性成分に関する測定と反応速度論を用いた解析を行い、各項目の変動状況を把握する。また、ブランチング処理過程における試料の目減りについても検討するため、マイクロ波処理における乾燥特性（乾燥速度、含水率モデル）の解析を行う。21年度は、酵素活性、成分変化、含水率変化のモデルを組み合わせ、新たなマイクロ波ブランチングモデルの最適化を行う。これにより、栄養・機能性成分およびテクスチャを保持しつつ酵素を完全失活させるマイクロ波ブランチング技術を開発する。

4. 研究成果

調理用トマトの乾燥およびブランチングにマイクロ波を適用しその乾燥特性およびブランチングにおける酵素活性、品質変化を調査したところ、以下の知見が得られた。

(1) 調理用トマトの乾燥へマイクロ波を適用したところ、照射前の熱風乾燥と比べて、マイクロ波照射開始から乾燥速度が増大し、高出力であるほど乾燥時間は短縮された（図1）。

(2) 調理用トマトの含水率変化には、各出力において指数モデルが適用でき、含水率0.5 (d.b. decimal) 以下の範囲においては減率乾燥第一段にあることが示された（図2）。

(3) 熱風乾燥において明度が減少したが、マイクロ波を照射することで明度が増加する傾向が見られた。マイクロ波照射においては、各出力において、どの含水率の段階からの照射でも色彩変化は同様であり、照射時間の延長が色彩へ与える影響はほとんど無いことが示唆された（図3）。

(4) 調理用トマトのブランチングにマイクロ波を適用することで、熱湯浸漬と比較し酵

素の失活までに要する時間が短縮され、アスコルビン酸およびリコピン含有量、色彩等の品質変化を抑制できた (図4)。

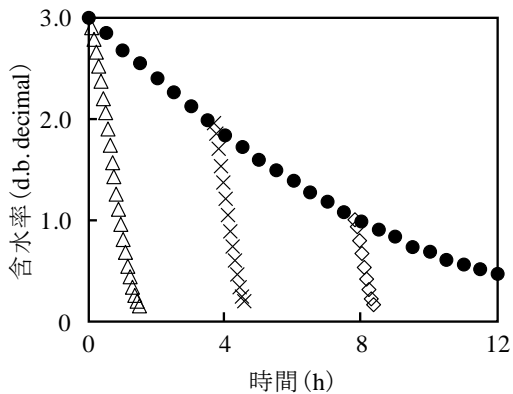


図1 マイクロ波乾燥 (マイクロ波出力 50W/g-乾物) における含水率の経時変化
マイクロ波乾燥開始含水率 ◇ 1.0 (d.b. decimal), × 2.0 (d.b. decimal), △ 3.0 (d.b. decimal), ● 熱風乾燥

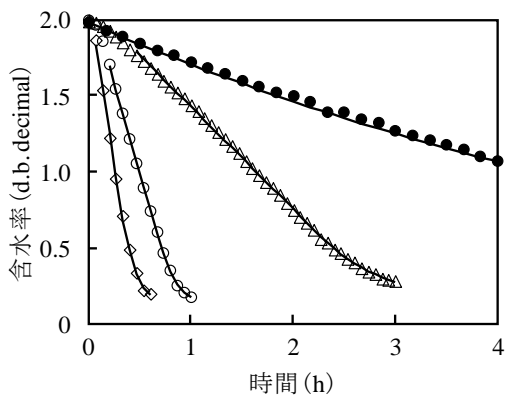


図2 マイクロ波照射開始含水率 2.0 (d.b. decimal) 試料における含水率の経時変化
△ 20W/g-乾物, ○ 50W/g-乾物, ◇ 100W/g-乾物, ● 熱風乾燥, — 計算値

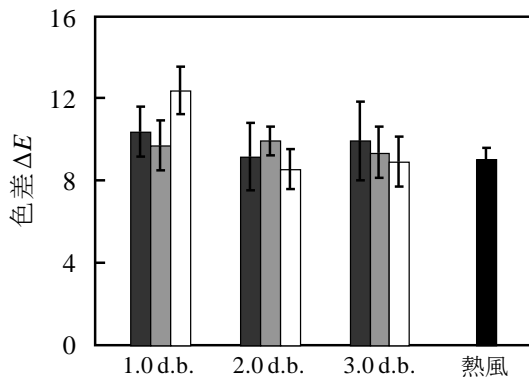


図3 乾燥前後における色差
■ 20W/g-乾物, ▒ 50W/g-乾物, □ 100W/g-乾物
図中のバーは標準誤差を表す (n=10)

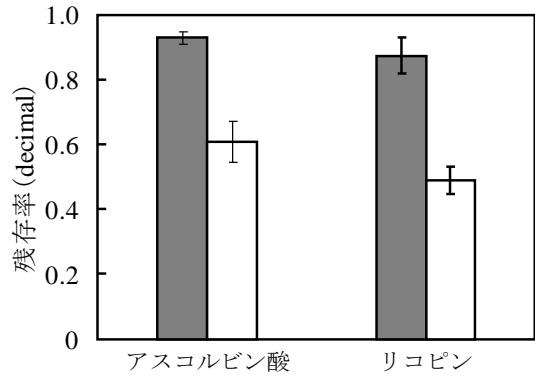


図4 ブランチング前後におけるアスコルビン酸およびリコピン残存率

■ マイクロ波, □ 熱湯

図中のバーは標準誤差を表す (n=6)

一方、サツマイモは、他の野菜類と比べビタミンやミネラル類など機能性成分が多く含まれている。高品質なサツマイモ乾燥製品を得るためには、乾燥特性の解析だけでなく、乾燥による機能性成分の損失状況など、品質変化を定量的に把握する必要がある。本研究では、サツマイモの熱風乾燥過程における機能性成分変化の把握を目的とし、乾燥に伴うL-アスコルビン酸含量の変化を測定した。さらに、色彩、Brix 糖度についても測定し、サツマイモの熱風乾燥過程における品質の変動状況について検討した。その結果、設定温度が高いほど乾燥後の L-アスコルビン酸残存率は低い値を示した (図5)。その結果を

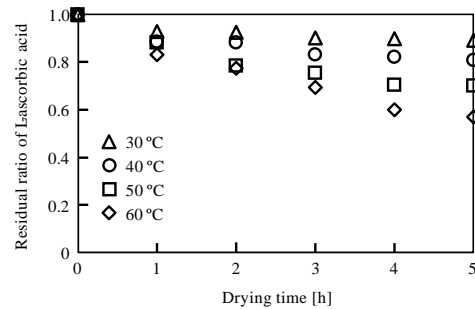


図5 サツマイモの熱風乾燥におけるL-アスコルビン酸の経時変化

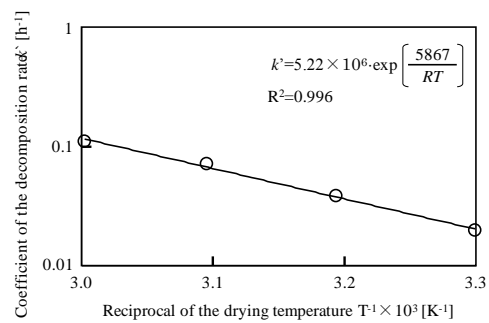


図6 アスコルビン酸分解速度定数のアレニウスプロット

基に、L-アスコルビン酸の分解速度定数 k を一次反応速度式により算出し、温度依存性を調べたところ、Arrhenius 型の温度依存性を有することがわかった (図 6)。色差は、設定温度が高いほど低い値を示し、これは乾燥時間に依存するためと推察した (表 1)。また、Brix 糖度と硬化の関係性を調べたところ、有意に正の相関があることが示された (図 7)。サツマイモの加熱過程における硬化現象は、でん粉の糊化やペクチンのエステル化度の低下が主な原因とされていたが、糖の濃縮も硬化に関与している可能性が示された。

表 1 サツマイモの熱風乾燥における色差および色彩

Parameters	Fresh	Drying temperature [°C]			
		30	40	60	50
L^*	85.7	80.2	82.6	82.2	82.8
a^*	-1.07	0.45	0.56	-1.82	-0.68
b^*	33.4	20.0	22.2	20.3	17.5
ΔE	0.00	16.6	16.3	12.1	11.4

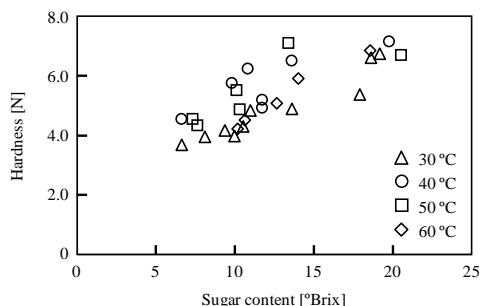


図 7 サツマイモの熱風乾燥におけるBrix糖濃度と表面硬度の関係

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 2 件)

1. 安藤泰雅, 折笠貴寛, 椎名武夫, 五月女格, 五十部誠一郎, 村松良樹, 田川彰男, 調理用トマトの乾燥およびブランチングへのマイクロ波の適用, 日本食品科学工学会誌, 査読有, 57(5), 191-197, 2010
2. Takahiro Orikiyas, Long Wu, Yasumasa Ando, Yoshiki Muramatsu, Poritosh Roy, Toshikazu Yano, Takeo Shiina, Akio Tagawa, Drying characteristics using data of equilibrium moisture content and L-ascorbic acid changes during hot air drying of sweet potato, *International Journal of Food Engineering*, 査読有, 6(2), 12(1-17), 2010

[学会発表] (計 4 件)

1. 折笠貴寛・安藤泰雅・武龍・ロイポリトシュ・椎名武夫・矢野歳和・田川彰男, サツマイモの熱風乾燥における品質変

化の変動解析, 日本食品科学工学会第 56 回大会, 2009 年 9 月 11 日, 名城大学

2. 安藤泰雅・折笠貴寛・椎名武夫・田川彰男, 調理用トマトの乾燥へのマイクロ波の適用, 日本食品科学工学会第 56 回大会, 2009 年 9 月 11 日, 名城大学
3. 田川彰男・安藤泰雅・折笠貴寛・椎名武夫・小川幸春, ブランチング方法の違いが野菜の品質に及ぼす影響, 日本食品科学工学会第 56 回大会, 2008 年 9 月 6 日, 京都大学
4. 安藤泰雅, 小川幸春, 田川彰男, 折笠貴寛, 椎名武夫, 調理用トマト乾燥へのマイクロ波の適用, 平成 21 年度農業機械学会関東支部年次大会, 2009 年 7 月 11 日, 千葉大学園芸学部

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

[その他]

6. 研究組織

(1) 研究代表者

折笠 貴寛 (TAKAHIRO ORIKASA)
宮城大学・食産業学部・助教
研究者番号: 30466047

(2) 研究分担者

(3) 連携研究者

(4) 研究協力者

田川 彰男 (AKIO TAGAWA)
千葉大学・大学院園芸学研究科・教授
研究者番号: 90216804

椎名 武夫 (TAKEO SHIINA)
独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構・食品総合研究所・ユニット長
研究者番号: 40353974

安藤 泰雅 (YASUMASA ANDO)
千葉大学・大学院園芸学研究科・大学院生