水蒸気加熱処理を用いた乾燥食品の製造方法

長野県工業技術総合センター　食品技術部門
加工食品部　研究員　山崎慎也

2021年11月25日

１．はじめに

野菜や果物は40～60℃の、比較的低温で乾燥が行われることが多いが、
ブドウやミニトマトなど、皮の厚いものは乾燥が困難
（表面のワックス層が水分の蒸発を妨げる）

従来の乾燥方法

◆70℃以上の高温での乾燥

課題
- 色素の分解や酵素による酸化等で、黒く変色
- メイラード反応等により、焦げ臭や苦味等が発生

◆熱アルカリ浸漬による前処理⇒乾燥

課題
- アルカリによる変色、品質への影響
- 浸漬後のアルカリ除去、廃液の問題

高温乾燥

品質
劣化

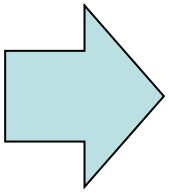
新技術説明会
New Technology Presentation Meetings!

解決手段⇒高温水蒸気による前処理

高温水蒸気（過熱水蒸気）
⇒熱伝導性にすぐれるため、熱に弱い色素や成分への影響を
　最小限に、組織破壊や酵素失活が可能であると考えられる

表面組織の破壊

酵素失活



- 低温乾燥
- 変色抑制

（過熱水蒸気とは）
100℃以上に加熱された気体状態の“水”。一般的なオーブンの「輻射伝熱」や「対流伝熱」に加えて、水蒸気が凝集する際に発生する「凝集伝熱」によっても熱が伝わるため、熱伝導性が非常に高い。

1．はじめに

従来乾燥方法

◆70℃以上の
　高温での乾燥
◆熱アルカリ浸漬処理

・ブドウ（緑色系）
・ミニトマト（丸）
低温での乾燥が困難

×黒ずんだ色に変色
×ブドウ本来の香り消失

×メイラード反応による
　焦げ臭、苦味
×硬く好ましくない食感

新規乾燥方法

◆40～60℃程度の
　低温乾燥
◆蒸気による前処理

○元の緑色を保持
○ブドウ本来の香り

○トマトの旨味、香り
○軟らかく食べやすい食感

期待

新技術説明会
New Technology Presentation Meetings!

①緑色系ブドウの緑色保持

●用いた試料　　シャインマスカット

課題：皮が厚く乾燥に時間＆高温を要する
乾燥すると茶褐色に変色してしまう

◆処理条件

		処理温度	処理時間
実験1	微細水滴加熱※	115℃	1.5分、4分
	過熱水蒸気	180℃	1.5分
	スチーム	100℃	2分、7分
	ボイル	沸騰水	2分
	Control（生、無処理）		
実験2	微細水蒸気加熱	115℃	7分
	スチームコンベクション	115℃	7分
	家庭用ウォーターオーブン	120℃	10分

※微細水滴加熱（アクアガス）
過熱水蒸気の一種

⇒乾燥：55℃×40時間（木原製作所製 SM7S-EH）（無処理は＋70℃×15時間）
⇒測色色彩計（コニカミノルタ、CR-13）で色値（$L^*a^*b^*$）を測定

新技術説明会
New Technology Presentation Meetings!

②ミニトマトの乾燥の促進

●用いた試料　　ミニトマト

課題：皮が厚く高温での乾燥⇒風味・食感に影響

◆処理条件

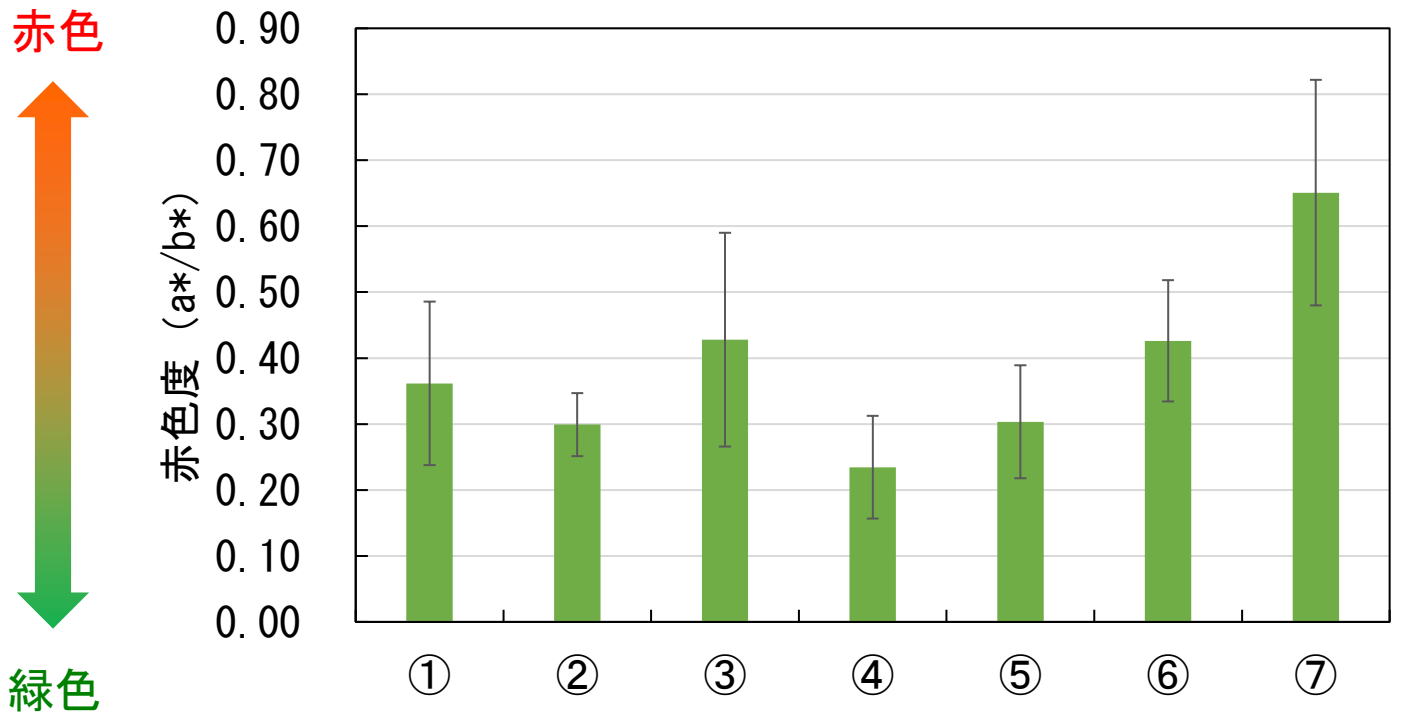
		処理温度	処理時間
実験3	微細水滴加熱	115℃	3分
	スチーム	100℃	3分
	ボイル	沸騰水	2分
	Control（無処理、丸）		

⇒乾燥：40℃×48時間（木原製作所製 SM7S-EH）
所定時間ごとに重量を測定
→乾燥前を100%として重量変化率を計算

過熱水蒸気装置
（㈱タイヨー製作所）

３．実験結果

①シャインマスカットの緑色保持



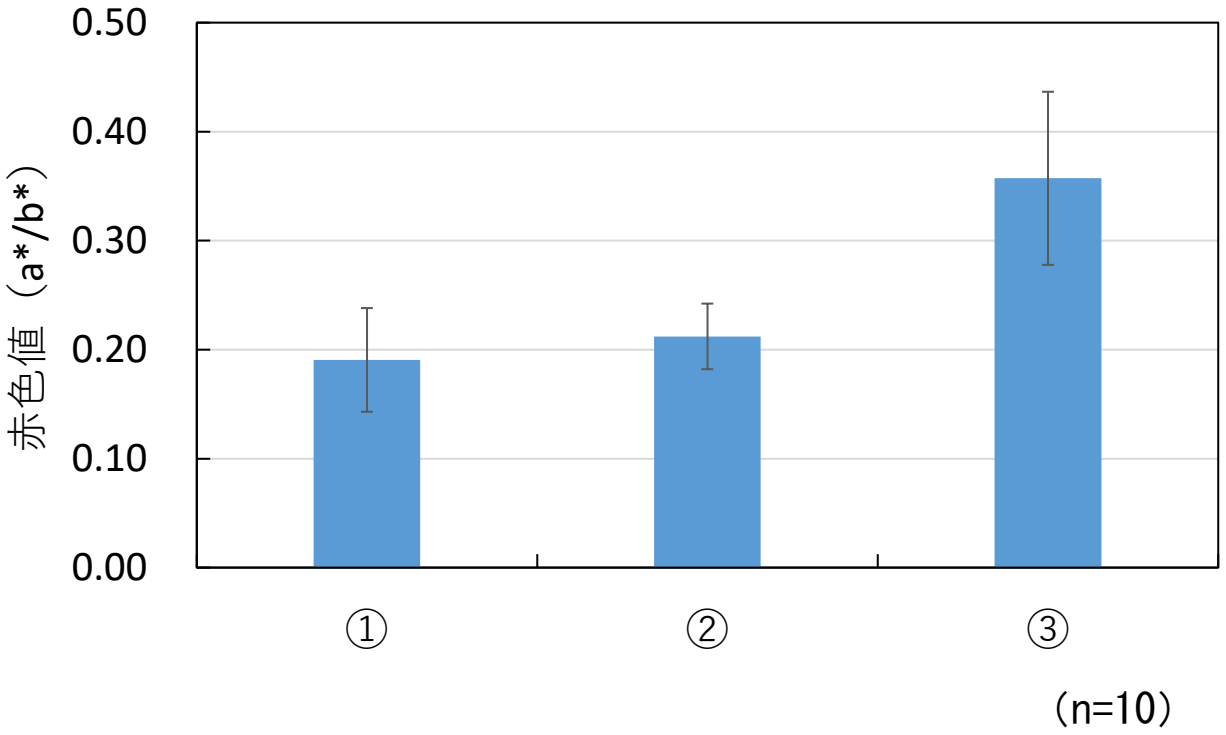
（n=6）

① スチーム　１００℃・２分
② スチーム　１００℃・７分
③ 微細水滴　１１５℃・１．５分
④ 微細水滴　１１５℃・４分
⑤ 過熱蒸気　１８０℃・１．５分
⑥ ボイル　沸騰水・２分
⑦ Control

②シャインマスカットの緑色保持ー過熱水蒸気以外の加熱方法ー

赤色

緑色

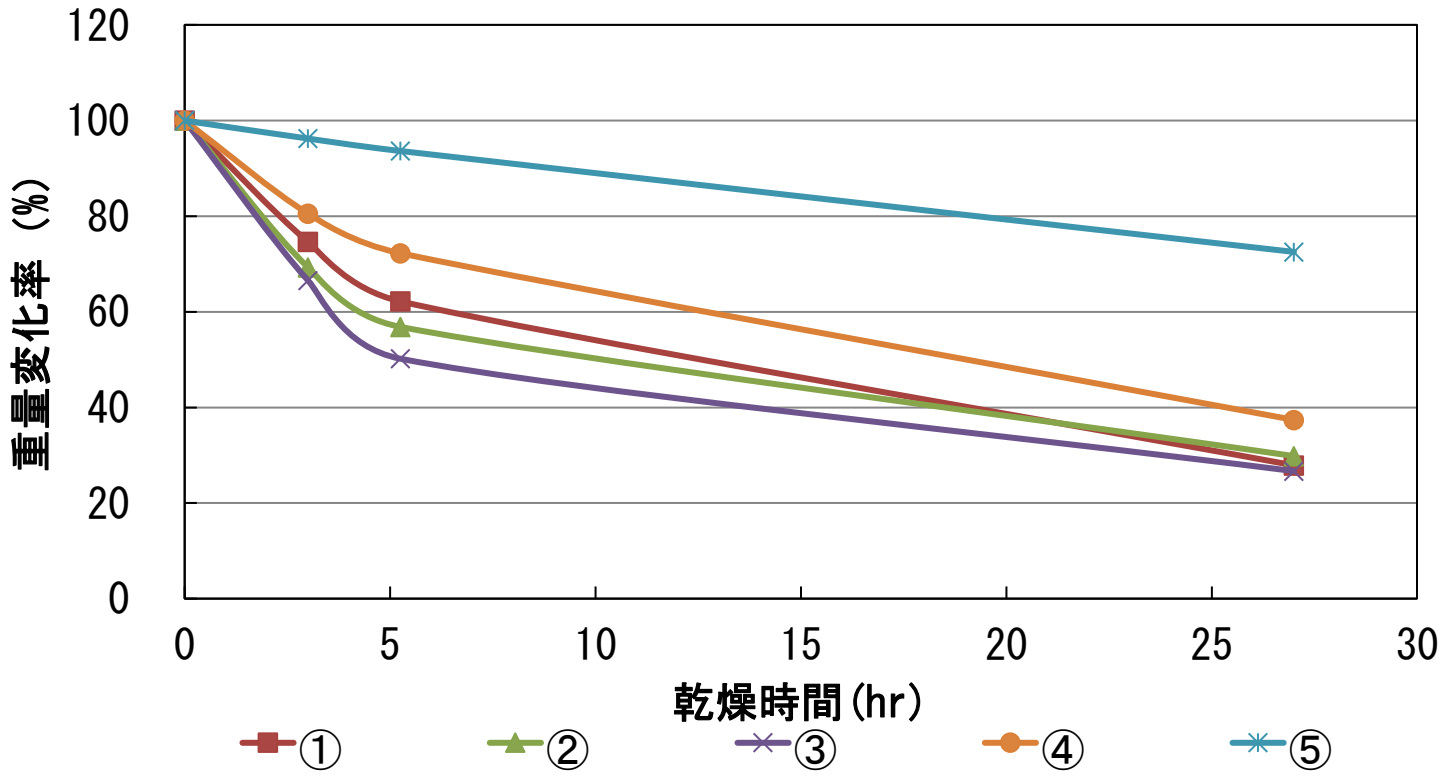


（n=10）

①　微細水滴　１１５℃・７分
②　スチームコンベクション　１１５℃・７分
③　ウォーターオーブン　１２０℃・１０分

新技術説明会
New Technology Presentation Meetings!

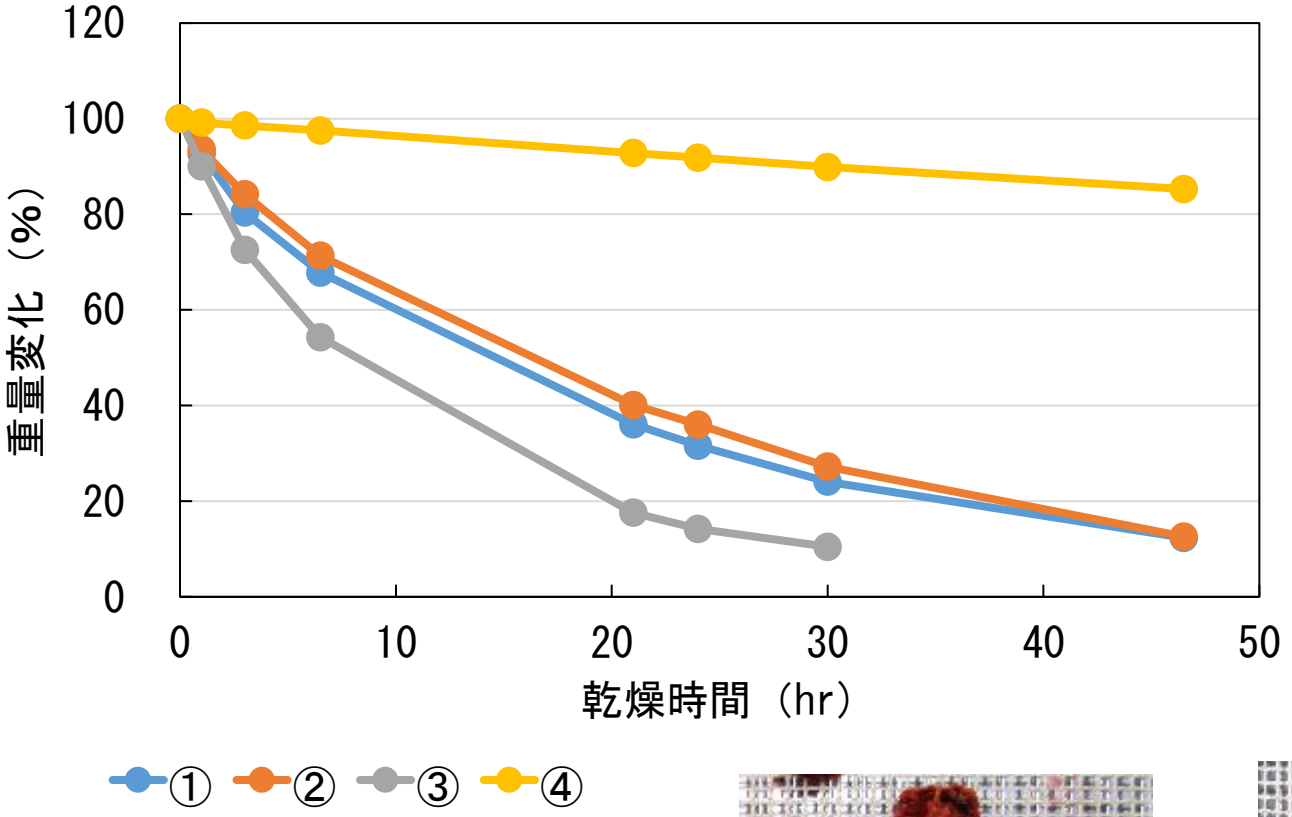
緑色ブドウの乾燥促進（品種：トンプソン）



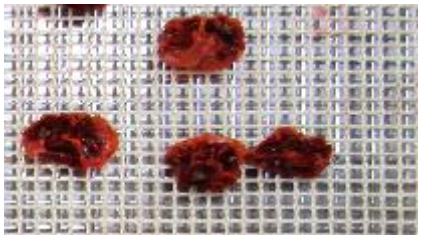
① 微細水滴
② スチーム
③ 過熱水蒸気
④ ボイル
⑤ Control

新技術説明会
New Technology Presentation Meetings!

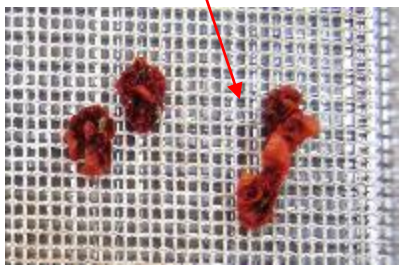
③ミニトマトの乾燥促進



① スチーム
② 微細水滴
③ ボイル
④ Control



微細水滴



ボイル

新技術説明会
New Technology Presentation Meetings!

高温水蒸気処理により乾燥速度が上がるメカニズムについて

①温度履歴の測定

●用いた試料
シャインマスカット（表面側）

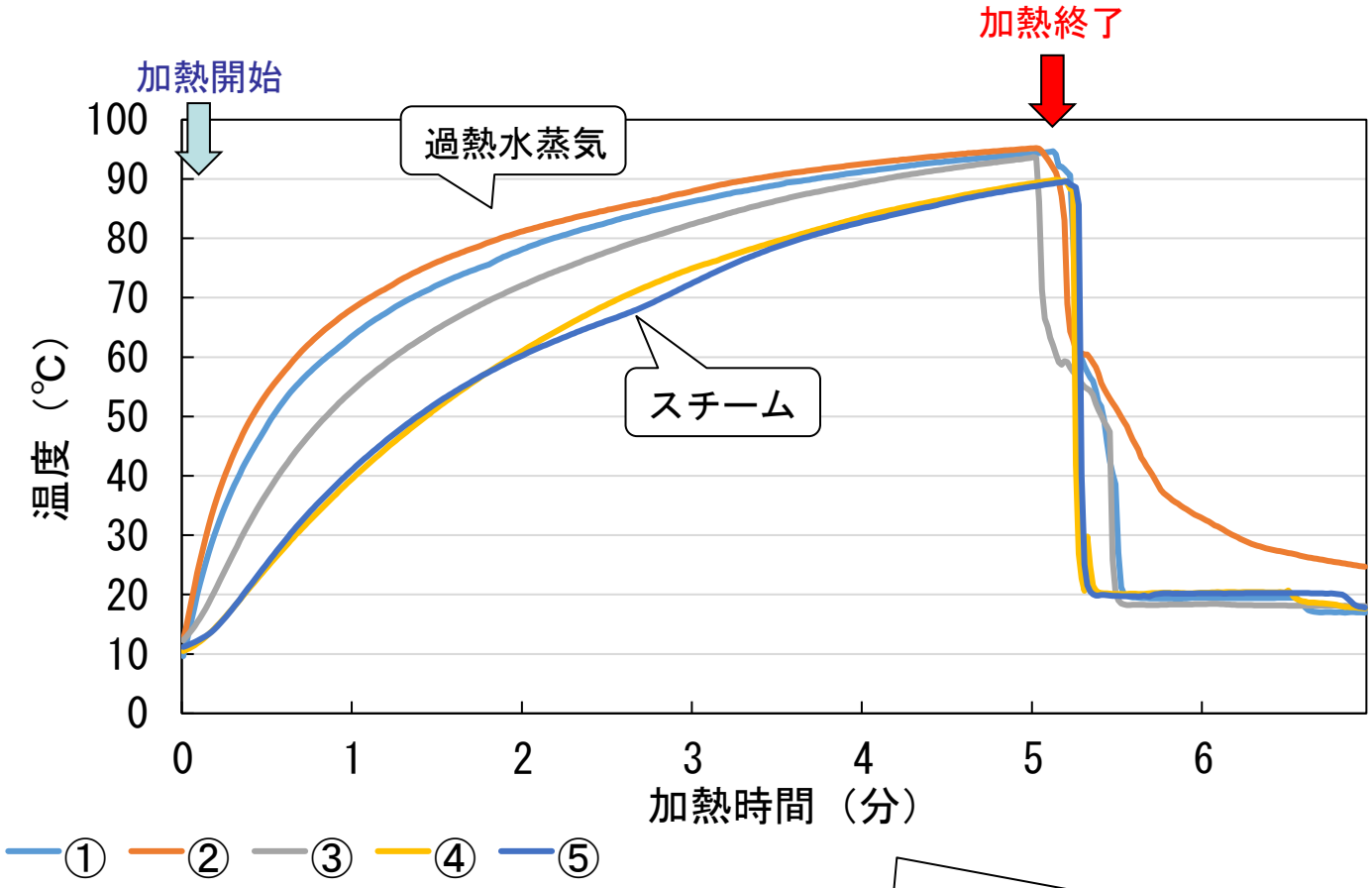
◆処理条件

実験4

	処理温度	処理時間
微細水滴加熱	115℃	5分
過熱水蒸気	130℃	5分
スチーム	100℃	5分
スチームコンベクション	115℃	5分

⇒温度履歴測定装置（エラブジャパン㈱、TrackSense Pro）
それぞれの加熱方法による温度変化を測定

４．考察



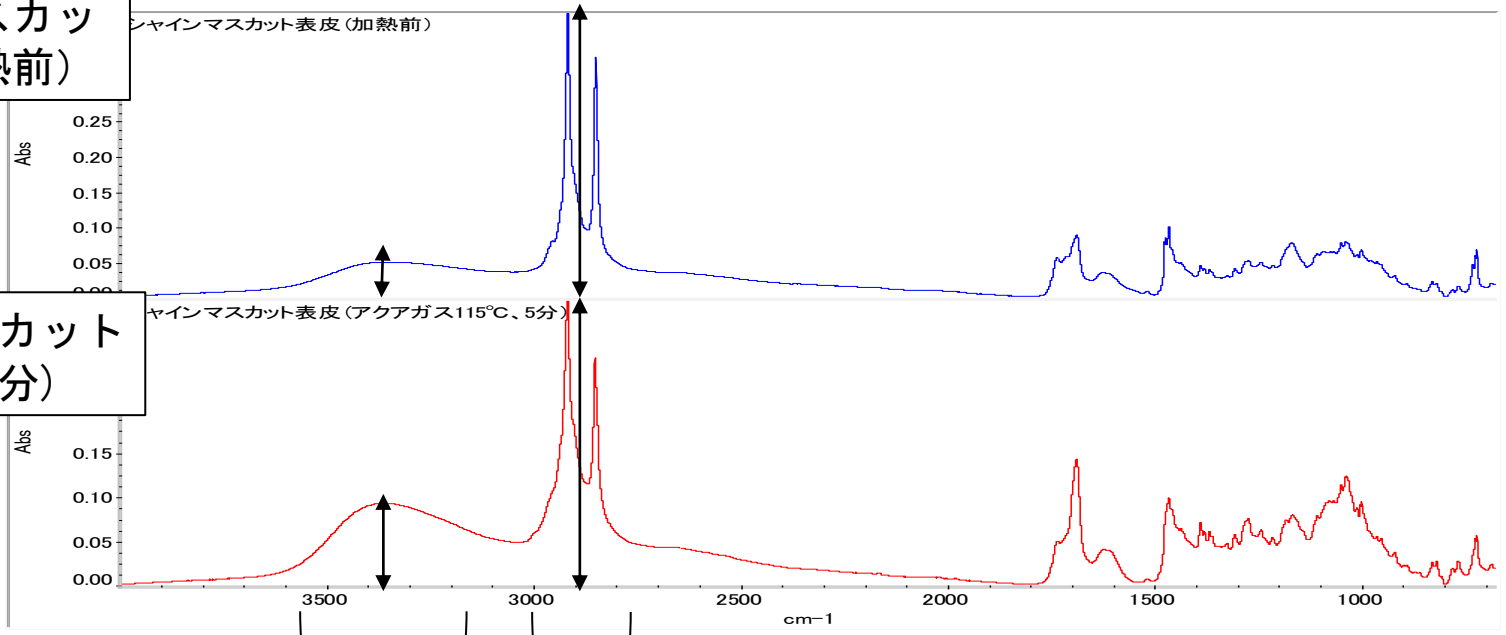
① 微細水滴 100℃
② 微細水滴 115℃
③ 過熱水蒸気 130℃
④ スチーム 100℃
⑤ スチコン 115℃

微細水滴処理、過熱水蒸気処理の方が速やかに高温に達する
⇒ポリフェノールオキシダーゼが失活されやすい

②FTIRによる表面測定

シャインマスカット表皮（加熱前）

シャインマスカット表皮（115℃5分）



糖質由来ピーク

脂質由来ピーク

加熱により表面ワックス層の脂質が減少⇒乾燥を促進？

	糖質由来ピーク高さ (Abs) (3000～3500cm^{-1})	脂質由来ピーク高さ (Abs) (2800～3000cm^{-1})	ピーク比率 (脂質/糖質)
無処理表皮	0.05	0.40	8.0
微細水滴表皮	0.10	0.30	3.0

まとめ

過熱水蒸気（微細水滴処理）による前処理を用いることで、

◆従来方法より低い温度での乾燥が可能になった

それにより、

◆緑色を保持した緑色系ブドウのレーズン
◆低温乾燥による風味の良いドライミニトマト

を作ることが可能になった。

従来方法

ブドウ

ミニトマト

新規方法

ブドウ

ミニトマト

◆実用化にむけた課題

- 農産物は個体差が大きく、皮の厚さ、粒の大きさによって水蒸気加熱条件を変える必要がある
- 乾燥機＋過熱水蒸気、もしくはスチームコンベクションの設備導入が必要
- ブドウ、ミニトマト以外への応用の可能性

◆企業への期待

- 乾燥機に加え過熱水蒸気、もしくはスチームコンベクションの設備導入を行える
- 他社との差別化を考えており、高品質なドライフルーツの商品化を考えている企業にとって有用な技術と思われる

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称　:水蒸気加熱処理を用いた
- 　　乾燥食品の製造方法
- 出願番号　　:特願2019-198105
- 出願人　　:長野県
- 発明者　　:山﨑慎也

お問い合わせ先

長野県
工業技術総合センター　技術連携部門

ＴＥＬ　０２６－２６８－０６０２（代）
ＦＡＸ　０２６－２９１－６２４３
e-mail　gijuren@pref.nagano.lg.jp