

## 機能性表示食品商品化に向けたミカン混合発酵茶の技術体系

試験研究計画名：機能性成分分析の高度迅速化による農産物における機能性表示食品商品化の加速

地域戦略名：農産物の機能性表示による新たな付加価値の創出

研究代表機関名：宮崎県総合農業試験場

地域の競争力強化に向けた技術体系開発のねらい：

ミカン栽培においては、品質の高い果実を生産するために摘果を行います。摘果された青ミカンのほとんどは廃棄されています。ミカン果実は、血流改善などの機能を有するヘスペリジンに富み、特に未熟な青ミカンにはヘスペリジンが高濃度に含まれています。しかし、ヘスペリジンは水に溶けにくく、体内への吸収量が少ないことから、ミカンを単に摂取するだけではヘスペリジンの有する機能が発揮されにくいのが難点です。

長崎県では、ヘスペリジンを高濃度に含む青ミカンと価格の安い緑茶三番茶葉を混合し、製茶機械で強く揉み込み乾燥させることで、ヘスペリジンの溶解性と体内吸収性を向上させた発酵茶（以下、ミカン混合発酵茶）の製造方法を開発しました（写真1）。荒茶価格が低迷する一方、消費者の健康志向の高まりで、茶の機能性に着目した商品開発が進んでいることから、開発したミカン混合発酵茶（葉）の製造について、生産者らに技術移転を図るとともに、ミカン混合発酵茶（葉）の摂取によるヒトでの機能解明を行い、機能性表示食品として届出および商品化を目指します。併せて、食品卸業と健康食品企業が参画することで生産から商品化までの効率的なサプライチェーン、バリューチェーンの構築を図り、ミカンおよび茶生産者の所得向上と国民の健康増進に貢献するための技術体系を構築します。



写真1 同一茶葉を用いて製造した緑茶（左）、紅茶（右）  
およびミカン混合発酵茶（中央）

技術体系の紹介：

### 1. 青ミカンを食品として活用するための防除と青ミカンに含まれるヘスペリジン量

6月下旬頃に摘果した青ミカン食品として安全に用いるための防除方法について検討しました。青ミカン採取のために行った防除（表1）では、農薬による果実汚れは問題ないレベルで、残留する農薬は、分析した10成分全てにおいて、「みかん」および「かんきつ」の残留基準値をクリアしていました。また、青ミカン採取のための防除を行った場合、慣行防除と比較して、成熟期の果実における黒点病の発病度、アザミウマの被害度に差はありませんでした。さらに、青ミカンの直径とヘスペリジン含量は関連性が強く、直径が小さいほどヘスペリジン高含有であることが分かりました（図1）。

表 1 農薬の散布実績（令和元年度）

散布時期	青ミカン採取のための防除		慣行防除	
	薬剤	倍数	薬剤	倍数
4月 上旬 中旬 下旬	ジチアノン水和剤	1000	ジチアノン水和剤	1000
			銅水和剤	1000
			炭酸カルシウム水和剤	200
			①アセタミプリド液剤	4000
5月 上旬 中旬 下旬	②フルアジナム水和剤	2000	②フルアジナム水和剤	2000
			③クレソキシムメチル水和剤	3000
			銅水和剤	1000
6月 上旬 中旬	④ピリフルキナゾール水和剤	2000	⑦マンゼブ水和剤	600
			⑧ブプロフェジン	1000
	⑤テブコナゾール	1500	⑨フェンピロキシメート水和剤	1000
			⑩スプラサイド乳剤40	1500
	⑥トリフロキシストロピン	1500		

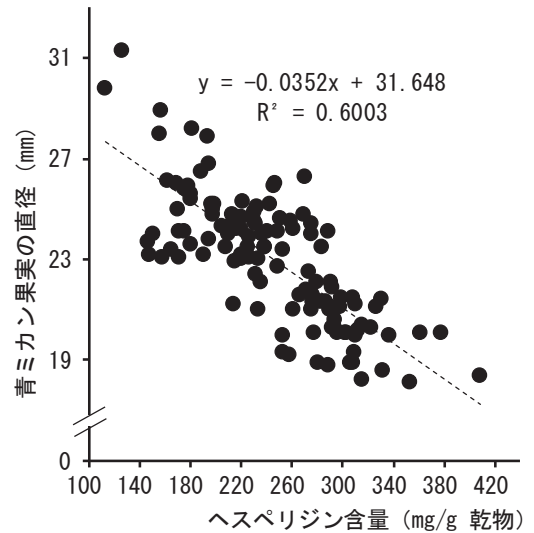


図 1 青ミカン果実の直径とヘスペリジン含量の関係

2. 緑茶葉の収穫目安

三番茶葉を原料として、ミカン混合発酵茶葉製造に適した茶葉の収穫目安について検討しました。茶葉が発酵すると、カテキン類が酸化して減少し、抽出液の色は茶褐色に変わります。茶褐色の主成分は、一般的に紅茶ポリフェノール類と呼ばれるもので、ヘスペリジンの溶解性と体内吸収量を向上させることがこれまでの研究で明らかになっています。そのため、ミカン混合発酵茶葉製造においては、できるだけ茶葉の発酵を促してやる必要があります。茶葉の繊維率と発酵に伴うカテキン類の減少率を調査したところ、繊維率が24%以下の場合、カテキン類が60%以上減少して、抽出液の色調が強い茶褐色になり、良好な発酵を示しました（写真2）。しかし、茶葉の繊維率は機械で測定する必要があるため、生産現場で簡易に評価できる指標を検討したところ、出開き度（新芽のうち出開いた芽の割合）と繊維率は関連性が強く、繊維率が24%の時の出開き度は約60%でした。そのため、ミカン混合発酵茶葉製造のためには、出開き度が約60%になる前に収穫するのが良いと考えられます（図2）。



写真 2 熱水抽出液の外観  
繊維率 23.9%（左）、26.5%（右）

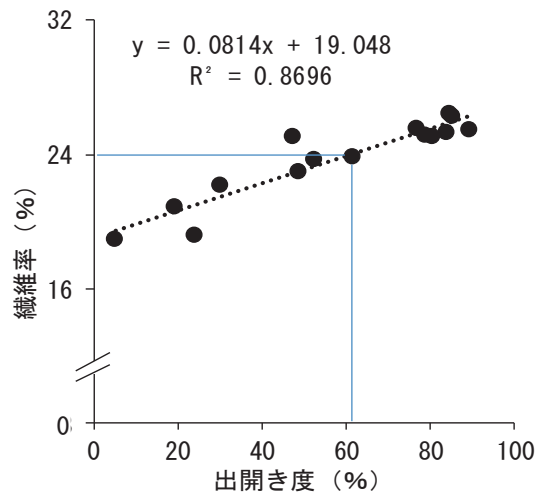


図 2 三番茶葉での出開き度と繊維の関係

### 3. ミカン混合発酵茶葉顆粒物を摂取することによるヒトでの有効性

ヘスペリジンは血流改善機能を有することから、生産現場で製造したミカン混合発酵茶葉を顆粒状にしたものを試験食品として、冷えに対する皮膚表面温度上昇効果について検証しました。

なお、ミカン混合発酵茶葉の顆粒物は、ミカン混合発酵茶葉を微粉碎後、グァーガムという粘着成分をバインダー（結合剤）として混合し、噴霧乾燥（霧状に噴霧しながら乾燥を行うこと）して製造しています。被験者に試験食品あるいは試験食品と味や香りの違いが分からないように似せて作った、ミカン混合発酵茶葉とヘスペリジンが入っていない食品（プラセボ食品）（表2）を飲んでもらった後、冷水中に手首までの浸水を1分間行い（冷却負荷）、冷却負荷前と負荷後の手の皮膚表面温度を測定したところ、ヘスペリジンを含む試験食品は、急激な冷えに対する皮膚表面温度を速やかに回復させ、皮膚表面温度を高める機能を有することが明らかになりました（図3）。また、この試験食品は、肩のこり改善効果、疲労感の軽減および睡眠の質向上効果を有することも確認しました。

表2 試験食品の配合とヘスペリジン量

	試験食品	プラセボ食品
ミカン混合発酵茶葉 (g)	0.89	—
乳糖 (g)	—	0.86
デキストリン (g)	0.29	0.28
プルラン (g)	0.02	0.02
カラメル色素 (g)	—	0.04
合計 (g)	1.20	1.20
うちミカン混合発酵茶葉由来のヘスペリジン量 (mg)	36.7	ND

— : 配合していない

ND : 未検出

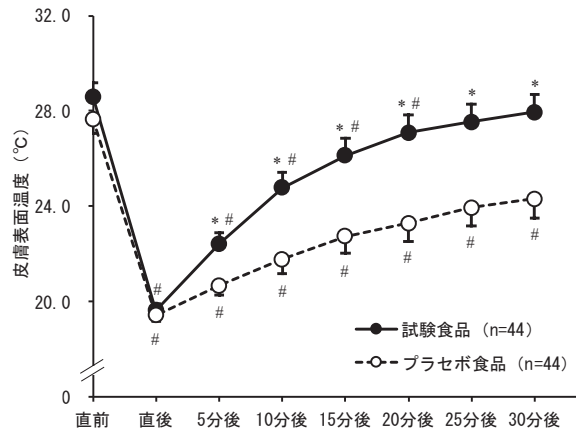


図3 冷却負荷による皮膚表面温度の推移

#試験開始時に対して有意差あり ( $p < 0.05$ )

\*プラセボ食品摂取に対して有意差あり ( $p < 0.05$ )

### 技術体系の経済性は：

#### 経営改善効果

長崎県では、茶の生産者で構成する（株）長崎ワンダーリーフが、ミカン生産者と協議し、直径27mm未満の青ミカン600円/kg、27mm以上30mm未満の果実を300円/kgで買取ることによって合意を得ております。令和元年度に実証農家6戸にて収穫された青ミカンを調査したところ、27mm未満の果実割合が86%、27mm以上30mm未満の果実が12%、30mm以上の果実は2%であったことから、青ミカンと成熟ミカンとを収穫して販売した場合の収支を試算した結果、ミカン生産者は43%の収益向上になることが分かりました（表3）。また、機能性表示食品として、ミカン混合発酵茶葉を類似の先行商品と同価格で最終製品企業に販売したと想定すると、ミカン混合発酵茶葉を製造する茶生産者についても、30%程度の純収益の増加になると試算しています。

表3 ミカン混合発酵茶葉の製造・販売を前提とした、ミカン生産者の経営収支

収入	青ミカンの収穫・販売 + 成熟ミカンの収穫・販売				慣行(成熟ミカンの収穫・販売)			
	円/kg	kg/10a	実数割合	円/10a	円/kg	kg/10a	円/10a	
青ミカン (27mm未満)	600	250	86%	129,000				
青ミカン (27~30mm)	300	250	12%	9,000				
青ミカン (30mm以上)	0	250	2%	0				
成熟ミカン	199	2,565		510,435	199	2,565	510,435	
計				648,435			510,435	
支出				円/10a			円/10a	
農業費、肥料費、諸材料費				126,244	農業費、肥料費、諸材料費		124,829	
雇用労賃(間引き摘果・洗浄・収穫) 時間	円/時				雇用労賃(摘果・収穫) 時間	円/時		
	68.8	1,000		68,800	25	1,000	24,900	
青ミカン販売経費		3%		3,870	成熟ミカン販売経費		173,394	
成熟ミカン販売経費				173,394				
減価償却費(洗浄選果機)				8,115				
計				380,423	計		323,123	
収入-支出		%				%		
		143		268,012		100	187,312	

### 経済的な波及効果

現在、最終製品企業がミカン混合発酵茶（葉）の機能性表示食品としての上市に向け、消費者庁への届出を予定しております。令和2年3月時点では研究の段階ということもあり、実際の販売を開始していないことから、青ミカン採取およびミカン混合発酵茶葉製造に取り組んでいる地域（普及面積）は、ミカン生産者0.6ha、茶生産者3haになっています。ミカン混合発酵茶葉の卸企業である株式会社サンダイは、5年後に10,000kg（普及面積としてはミカン生産者2.4ha、茶生産者12.0ha）のミカン混合発酵茶葉の取引を目標に、産地および行政と一体となって、普及面積の拡大に向けた取り組み（成分分析、製造・品質保証マニュアル整備、産地や最終製品企業との協議など）を実施しております。

### こんな経営、こんな地域におすすめ：

長崎県の茶産地の一つである東彼杵町では、町と茶産地が一体となって、機能性を打ち出した製品の販売が行われており、販売数量の増加および加工原料茶葉の単価上昇による生産者所得の向上に繋がっています。当地域では、茶生産者とミカン生産者が連携し、現地検討会や研修会を実施するなどして、青ミカン採取およびミカン混合発酵茶葉製造に向けた取り組みが積極的に行われています。ミカン混合発酵茶葉の製造は、揉捻機や乾燥機など、製茶工場に通常ある機器を有効活用して製造できます。また、摘果して廃棄される青ミカンや、価格の安い三番茶葉を活用するため、新しい分野であっても商品化への敷居は低く、ミカン産地や茶産地を有する地域への普及が想定されます。ヒトでの有効性は論文として公表しているため、最終製品企業は本論文を根拠に、消費者庁への機能性表示食品申請が可能になります。

### 技術導入にあたっての留意点：

ミカン混合発酵茶葉の製造技術は、長崎県、長崎県立大学、長崎大学および九州大学の共同研究による発明で、製法特許を取得しています。本技術の使用にあたっては、長崎県および各大学と、秘密保持条項を含む特許権等実施許諾の契約が必要になります。

研究担当機関名：長崎県農林技術開発センター、アリメント工業（株）、（公）長崎県立大学、（株）サンダイ、  
（株）長崎ワンダーリーフ、宮崎県総合農業試験場、（一社）食の安全分析センター  
お問い合わせは：長崎県農林技術開発センター 食品加工研究室

電話 0957-26-4279 E-mail hnakayama1206@pref.nagasaki.lg.jp

執筆分担（長崎県農林技術開発センター 食品加工研究室 中山久之）