

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：14602

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2014

課題番号：23500927

研究課題名(和文) インドネシア産植物性食素材の機能性と嗜好性を活かした食品の開発

研究課題名(英文) Development of Foods with Functionality and Palatability of Indonesian Vegetative Food Materials

研究代表者

高村 仁知 (TAKAMURA, HITOSHI)

奈良女子大学・生活環境科学系・准教授

研究者番号：70202158

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,100,000円

研究成果の概要(和文)：インドネシアの植物性食素材としてメリンジョおよびクルワックを選び、その機能性と嗜好性を活かした食品の開発を試みた。まず、メリンジョに含まれる有効成分であるグネチンC、グネモノシドA、グネモノシドDを分画し、その呈味性を明らかにしたところ、これらは強い苦味を有し、有効性と苦味とは分離できないことが明らかとなった。次に、メリンジョ粉末を利用した菓子類と食パンを調製したところ、菓子類は5%添加でも苦味が感じられた。食パンは30%添加で食することが可能であったが、嗜好性は低下した。最後に、クルワックの抗酸化性を解析したところ、水系ではフェノール化合物、油系では γ -トコトリエノールが主体であった。

研究成果の概要(英文)：Foods with functionality and palatability of Indonesian vegetative food materials, melinjo and kluwak were developed. First, melinjo's effective components, gnetin C, gneomonoside A, and gneomonoside D were fractionated. These had strong bitter taste, and it was supposed that functionality and bitterness of melinjo could not be separated. Then, confectionery and bread using melinjo powder were prepared. Use of 5% melinjo gave confectionery bitterness. Although bread with 30% melinjo could be eaten, its palatability was reduced. Finally, the antioxidative properties of kluwak were analyzed. Phenolic compounds were the main antioxidants in water phase. Gamma-tocotrienol was the main antioxidant in oil phase.

研究分野：食品化学・調理科学

キーワード：インドネシア 食素材 機能性 嗜好性 メリンジョ グネモン パンギノキ クルワック

1. 研究開始当初の背景

インドネシアは、赤道付近に位置する1万以上もの島々からなる国であり、約190万²の国土に2億人以上もの人々が生活している。主要な島として、西からスマトラ島、首都ジャカルタのあるジャワ島、カリマンタン島、スラウェシ島などがある。また、ジャワ島の東にあるバリ島は小さな島ながらリゾート地として名高い。熱帯に位置するインドネシアは豊富な生物資源に恵まれている。インドネシアの人々の半数以上は農業に従事しており、主食以外の作物として、さまざまな熱帯果実やゴムなどを輸出用に栽培している。しかし、輸出ベースに乗らない植物性食素材については、現地でしか知られておらず、その栄養性や機能性が詳しく調べられていないものが多い。

申請者は、これまで、野菜などの植物性食素材や魚などの動物性食素材の抗酸化性に関して幅広く研究を進めてきている。また、日本国内の食素材のみならず、海外の食素材にも目を向け、インドネシア産植物性食素材の機能性に関して研究を進めてきた。

インドネシア・ジャワ島の一部で利用されているクルワックはイイギリ科パンギノキ (*Pangium edule* Reinw.) という植物の実を発酵させたものである。生の実是有毒で食することができないが、穴埋め発酵により、特徴的なセイボリーなフレーバーを付け加えた香辛料として消費される。しかし、クルワックはジャワ島の一部で利用されるのみで、広く流通しておらず、食品としての価値についてもほとんど研究が進んでいない。

また、インドネシアなどに分布するグネツム科グネモン (*Gnetum gnemon* L.) の果実メリンジョはデンプンに富んでいるため、現地で食用とされているが、ポリフェノールを豊富に含んでいる。



さらに、インドネシアなどに分布するウルシ科アカタネノキ (*Bouea macrophylla* Griffith) の果実ガンダリアは甘酸っぱく、現地で果物として食べられている。

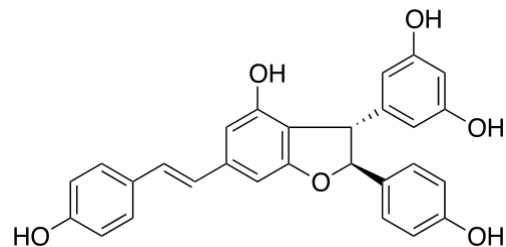
これらのうち、ガンダリアは、風味は好ま

れるものの、生鮮状態で輸入する必要があり、コスト面から食品としての開発を断念した。これに対し、クルワックとメリンジョは輸入が容易であり、また、抗酸化性も高いことから、日本国内においてさまざまな食品に応用できると判断した。

2. 研究の目的

植物資源の宝庫であるインドネシアにおいて、現地で利用されているが国外では広く流通していない植物性食素材としてメリンジョおよびクルワックを選び、その機能性を活かし、日本人の食生活に受け入れられる新規食品および調味料を開発するとともに、その調理法を提言することを目的として研究を行った。

まず、グネモン種子メリンジョに含まれる有効成分の呈味性を明らかにすることを目的に、これらの分画を行った。メリンジョに特異的に含まれる有効成分は、レスベラトロール2量体であるグネチンC、およびその配糖体グネモノシドA、グネモノシドDである。下図にグネチンCの構造を示す。しかし、これらの呈味性については明らかにされていない。



次に、グネモン種子メリンジョの粉末を食品に応用することを目的に、菓子類とパンの開発を試みた。

最後に、パンギノキ種子の発酵物クルワックについて、その抗酸化性を明らかにするとともに、穴埋め発酵および加熱調理の影響について解明することを目的に、種々の指標で抗酸化性を測定した。

3. 研究の方法

(1) グネモン種子メリンジョに含まれる有効成分の分画と呈味性

本研究では、アグリコンであるグネチンC、およびその配糖体グネモノシドA、グネモノシドDを選択的に回収する方法を検討するとともに、官能検査にて呈味性を評価した。

グネモンの果実メリンジョの凍結乾燥品に50%エタノールを加え、2日間室温で放置した後、遠心分離を行い上清をメリンジョ抽出液とした。これを水で希釈し、エタノール濃度を10%としたものを試料溶液とした。精製用樹脂として、アミド系合成樹脂PVPP、芳香族系合成吸着剤SP70、SP850、弱塩基性陰イオン交換樹脂WA20、WA30の5種類

を選び、PVPPには10%~100%エタノール、10%~100%アセトン、酢酸エチルを、SP70、SP850には10%~100%エタノール、35%エタノールを用いて分画した。WA20、WA30には1N水酸化ナトリウムを用いて分画し、回収後すぐに1N塩酸で中和した。各画分はHPLCにより分析し、グネチンC、グネモノシドA、グネモノシドDをそれぞれ定量した。

(2) グネモンを用いた菓子類の開発

グネモンの苦味をマスキングするため、甘味を加えた菓子類の開発を試みた。加熱方法の影響を調べるため、砂糖の使用量を30%に統一した上で、焼き菓子のパウンドケーキ、揚げ菓子のドーナツ、生菓子のプリンを調製した。メリンジョは総レスベラトロール量が0.5%となるメリンジョ粉末として5~20%添加した。それぞれの菓子について、メリンジョポリフェノール量、抗酸化性を測定すると共に、官能評価で嗜好性を測定した。

(3) グネモンを用いたパンの開発

グネモンの機能性成分を日常的に摂取できるようにするため、メリンジョ粉末を添加した食パンの開発を試みた。メリンジョ粉末は、強力粉とほぼ同じタンパク質量、炭水化物量、脂質量である。強力粉の一部をメリンジョ粉末に置き換え、膨化性を補うため、小麦グルテンを添加して食パンを調製した。調製したパンについて、膨化性、ポリフェノール量、抗酸化性を測定すると共に、官能評価で嗜好性を測定した。

(4) パンギノキ種子発酵品クルワックの抗酸化成分

パンギノキ種子を発酵させたクルワックにおける抗酸化活性および抗酸化成分の分布、ならびに穴埋め発酵および加熱調理の影響について、抗酸化活性を1,1-ジフェニル-2-ピクリルヒドラジル(DPPH)法、酸素ラジカル吸収能(ORAC)法で測定するとともに、抗酸化成分として、総フェノール量、アスコルビン酸量、ビタミンE量、脂肪酸組成を測定した。

4. 研究成果

(1) グネモン種子メリンジョに含まれる有効成分の分画と呈味性

まず、樹脂への吸着率を比較検討したところ、PVPP、SP70ではグネモノシドA、グネモノシドD、グネチンCいずれにおいても高い吸着率を示した。SP850、WA30では、グネモノシドAの吸着率が60%ほどだが、グネモノシドD、グネチンCにおいては高い吸着率を示した。WA20についてはいずれもほぼ吸着しなかった。また、PVPPでは溶出溶媒にエタノール、アセトン、酢酸エチルのいずれを用いても樹脂からの回収ができな

かった。WA30では回収率が低かった。以上の結果から、回収率の高かったSP70、SP850についてエタノールを用いた濃度段階的回収法を検討した。

その結果、いずれの樹脂でも配糖体であるグネモノシドAとグネモノシドDを完全に分けて回収することは不可能であり、アグリコンであるグネチンCと配糖体であるグネモノシドA+グネモノシドDを完全に分けて回収することとした。どちらの樹脂でも、グネモノシドAは20%エタノールで溶出し始め、35%エタノールで最も溶出した。グネモノシドDは35%、40%エタノールで溶出した。グネチンCは40%エタノールで少し溶出し、60%で最も溶出した。60%エタノール画分におけるグネチンCの純度は、SP70で純度94.5%、SP850で83.9%であり、SP70でより高い純度のグネチンCを得ることができた。また、SP70では、グネモノシドAは35%エタノールで70%、グネモノシドDは35%エタノールで55%、40%エタノールで25%回収された。グネチンCは60%エタノールで87%回収することができた。SP850では、グネモノシドAは35%エタノールで40%、グネモノシドDは35%エタノールで51%、40%エタノールで32%回収された。グネチンCは60%エタノールで88%回収することができた。

こうして精製した有効成分について、苦味の閾値を官能評価で測定したところ、配糖体グネモノシドA+グネモノシドDの閾値は0.47mM(カフェイン相当)、アグリコングネチンCの閾値は0.16mM(ナリンギン相当)であり、アグリコンの方が閾値が低い(苦味が強い)ことが明らかとなった。

このことから、メリンジョの有効成分であるグネチンCなどのレスベラトロール類は、それ自身苦味を有するため、メリンジョの有効性と苦味とを切り離すことができないことが明らかとなった。従って、メリンジョの利用拡大のためには、苦味をマスキングすることが必須であると判断された。

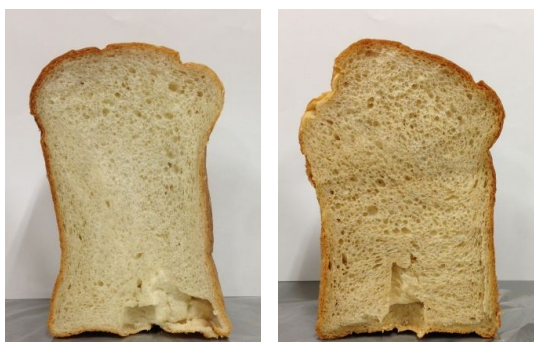
(2) グネモンを用いた菓子類の開発

菓子製造後のレスベラトロール類の回収率をグネチンCについて測定したところ、メリンジョ粉末20%添加の場合、パウンドケーキで50%、ドーナツで25%、プリンで84%であった。また、抗酸化成分の回収率についてORACを指標に測定したところ、メリンジョ粉末20%添加の場合、パウンドケーキで57%、ドーナツで39%、プリンで85%であった。このことから加熱により、レスベラトロール類が減少すること、抗酸化活性の回収率の方が高いことから、加熱によるレスベラトロール類の減少の一部は、他の抗酸化成分に変化するためであることが明らかとなった。一方、官能評価を行ったところ、メリンジョ粉末5%、10%、20%添加に対して苦味を感じた者の割合は、パウンドケーキで20%、

27%、47%、ドーナツで7%、27%、28%、プリンで13%、47%、60%であった。以上の結果から、メリンジョの苦味の感じやすさには個人差があること、生菓子では残存率が高いため、苦味を感じやすいことが明らかとなった。しかし、順位法で好ましさを評価したところ、いずれの菓子でもメリンジョを加えないものよりも5%添加したものの評価が高かったため、苦味以外の風味が好ましい影響を与えている可能性が示唆された。

(3) グネモンを用いたパンの開発

まず、強力粉の30%、40%、50%をメリンジョ粉末に単純に置き換えた食パンを調製したところ、30%添加でも膨化度が無添加の約50%となった。膨化性を補うため、メリンジョに置き換えた強力粉量に相当する小麦グルテンを添加して食パンを調製した場合も膨化度は劣り、置き換え量の2倍に相当する小麦グルテンを添加することで、メリンジョ粉末30%添加パンと無添加パンがほぼ同程度の膨化度となった。次の図に、強力粉置き換え量に含まれるグルテンの2倍の小麦グルテンを添加した場合の、メリンジョ無添加(左)およびメリンジョ粉末30%添加(右)のパンの断面写真を示す。



また、調製した食パンにおけるメリンジョポリフェノールの回収率は約80%であった。こうして調製したメリンジョ添加食パンは、30%添加であってもやや苦味が感じられ、無添加パンと比べて嗜好性が劣る傾向にあった。従って、メリンジョを用いたパンについて、食パンのようなパンの風味そのものを感じやすいパンではなく、菓子パンや調理パンのような利用が望ましいのではないかと考えられる。

(4) パンギノキ種子発酵品クルワックの抗酸化成分

パンギノキ種子の穴埋め発酵に伴う外観の変化を下図に示す。Aは発酵前、Bは20日発酵、Cは40日発酵である。発酵前は薄い褐色であった実が発酵により黒色に変化している。



クルワックに含まれる抗酸化活性および抗酸化成分は、DPPHラジカル捕捉活性を指標とした場合、主に水系画分に存在したが、ORACを指標とした場合、水系、油系の両方に存在した。水系、油系の主な活性成分はそれぞれフェノール化合物および α -トコトリエノールであった。穴埋め発酵により、水系および油系の抗酸化活性は有意に増加したが、これはメイラード反応生成物によるものと思われる。同様に、加熱調理過程においても両方の画分で抗酸化活性が増加した。

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1件)

1. S. Martha, T. Yamaguchi, T. Matoba, H. Takamura (2014) Effects of Pit Fermentation and Thermal Cooking Process on the Antioxidant Activity and Components of *Pangium edule* Seeds, *J. Cook. Sci. Jpn.* **47**(4), 202-213

〔学会発表〕(計2件)

1. 福島祐里、水田美咲、高村仁知、インドネシア産メリンジョを用いた菓子類の開発、日本調理科学会平成25年度大会、2013年8月24日、奈良

2. 高村仁知、朝倉奈菜子、メリンジョ種子に含まれる機能性ポリフェノールの分離、日本家政学会第64回大会、2012年5月12日、大阪

〔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〕

ホームページ等

<http://www.food.nara-wu.ac.jp/foodcook/melinjo/>

6. 研究組織

(1) 高村 仁知 (TAKAMURA HITOSHI)
奈良女子大学・生活環境科学系・准教授
研究者番号：70202158