

抗酸化力の高い、アレルゲンの少ない マドレーヌ作りのための検討

A prototype of high anti-oxidative and hypoallergenic small shell-shape sponge cakes, madeleine.

井上 節子*, 菊池 理沙**, 遠藤 美智子***, 都筑 馨介*

S. Inoue

R. Kikuchi

M. Endo

K. Tsuzuki

Abstract

Purpose: Active oxygens can be erased by antioxidants ingested from foods, however, antioxidant potentials of foods are influenced by the ingredients which may potentiate or inhibits antioxidants. Since madeleine contains a large amount of fat to be oxidized, it might be a great source of active oxygens. Here we made a prototype of antioxidative madeleine, a small shell-shape sponge cake. Brown rice was used as a main material, since it has high antioxidant capacity. Effects of oil, sugar and tea for the antioxidant capacity of the brown rice were also examined. The main purpose of this study is the creation of hypoallergenic madeleine using antioxidants which also tastes good.

Method: We used either 8, 17, 25 or 33% brown rice in the main material and either oil 4.3% or 16.7%, either beet sugar 15%, 20% or 30%, either powdered green tea 0.2%, 0.3%, 0.5% or 0.7 % in combination of standard materials. To replace highly allergenic milk and egg, 30% almond milk and 1.6% baking powder were used. Total 20 prototypes of madeleine were prepared with various concentrations of materials mentioned above. Amounts of fat-soluble and water-soluble antioxidants were measured separately. Taste of madeleine was evaluated by oral tasting in four items (sweetness, texture, bitter and over-all evaluation) five-point version.

Result: Water-soluble antioxidant potency is significantly higher in the madeleine of low concentration oil, but the fat-soluble antioxidant potency was lower. Anti-oxidizing potencies of two were different in brown rice by the concentration of oil. When beet sugar concentration is low, anti-oxidizing potency of brown rice was higher. Water-soluble antioxidant capacity was significantly higher by the concentration of green tea. Fat-soluble antioxidant capacity was higher in green tea 0.3% or more, the effect of brown rice was small. Sensory evaluation texture was lower at brown rice 17.3% or more. Tea of 0.7% caused the bitterness, but had no effect on comprehensive evaluation. Fat-soluble antioxidant capacity was higher in green tea 0.3% or more, the effect of brown rice was small.

Conclusion: Madeleine compored of brown rice 17.3%, oil 10%, beet sugar 15%, and green tea 0.7% had the strongest anti-oxidizing potency among 20 prototypes. Additionally, sensory assessment of the madeleine was high.

* 文教大学健康栄養学部教授

** 文教大学健康栄養学部管理栄養学科 4 年

*** 文教大学健康栄養学部管理栄養学科非常勤助手

はじめに

私たちは酸素を吸って、食べた食品中の栄養素を代謝酸化し、必要なエネルギーを得ている。体内に取り込まれた酸素の一部は、エネルギー代謝の際にラジカル、過酸化水素、ヒドロキシルラジカル、および一重項酸素などの活性酸素種に変わる。活性酸素種は感染した細菌やウイルスを、排除して生体防御を行う。このように、活性酸素は健康維持に重要な役割を果たしている。しかし、反応性が高いため、過剰になると生体中のタンパク質、脂質、核酸などの分子と反応して、タンパク質の変性や過酸化脂質生成、遺伝子傷害などを起こし、生活習慣病の発症や老化の促進をもたらすと考えられている。これらの酸化を防ぐために、活性酸素種を除去するメカニズムが生体にある。それに加え、食品より摂取した低分子量の抗酸化物質や合成された抗酸化物質によって活性酸素種を消去することができる。この食事由来の抗酸化活性成分の摂取は健康維持に重要で、それを含んだ食品を、積極的に摂取する事が大切であると考えられる。

食品中の抗酸化成分としてビタミン類、ポリフェノール類、タンパク質、ペプチド等がある。これらの成分は素材である野菜、果物等の酸化防御機構として働いているものである。食品からの抗酸化物質の摂取によって、抗酸化作用が体内で働くことが多く報告されている。これらの抗酸化成分の中でも、我々はフィチン酸とカテキンに注目している。フィチン酸は玄米粉に多く含まれ、米自身が紫外線や外気環境からの酸化を抑制するために、外皮に保持している成分である¹⁾。また、強い金属キレート作用から、酸化防止剤、pH調整剤、変退色防止剤などの食品添加物としても利用されている²⁾³⁾。最近では、フィチン酸が細胞のシグナル伝達作用に関与している事がわかり、がん抑制遺伝子のシグナル伝達の研究にも述べられている⁴⁾⁵⁾。カテキンは抹茶に多く含まれ、飲用によって、抗酸化作用が体内で働くことが報告されている⁶⁾。また

抹茶に含まれるカテキンが、食品の酸化抑制のために使われている⁷⁾⁸⁾。クッキーやビスケットに食品の酸化を抑える目的でお茶が使用されている⁹⁾¹⁰⁾。

フィチン酸とカテキンには抗酸化作用に加え、アレルギーを除去する役割もある。小児のアレルギー対応は、必要最小限のアレルゲン食品除去が基本であり、食材として使用しない事である。栄養面から考えた時、アレルゲン含有食品の除去時に、それに代わる食品を使用して食材の調理特性を補う工夫が必要である。調理による低アレルゲン化の工夫も考案され、卵のアレルゲンであるオボムコイド、 β -ラクトグロブリンを不溶化、変性させ、除去する事も行われている。玄米粉に含まれるフィチン酸もピーナツアレルゲンの低減化に働く報告がされている¹¹⁾。また、抹茶カテキンがアレルギー性鼻炎症状の低減化に有効であり¹²⁾、さらに、抹茶の抗アレルギー成分の新しい利用技術についても検討されている¹³⁾。

今回は美味しく、アレルゲンの含まない、抗酸化作用の高いマドレーヌ作成を試みた。マドレーヌに使用される材料の相互作用という点から、抗酸化作用、低アレルゲン化をとらえ調べている報告は少ない。このため、材料として玄米粉とお茶を使い、抗酸化力にどのような影響があるか調べた。また油脂の酸化は試料の水分活性に強く影響される事が知られており¹⁴⁾¹⁵⁾、糖分がラジカル補足を促進する効果があることも報告されている。特に、スクロースは加熱によるアスコルビン酸の減少を抑制して、ラジカル捕捉活性を維持する働きがある¹⁶⁾。これらのことから水分量や糖分についての検討も行った。さらに、食物アレルギーを持った子供も食事が出来るように、アレルゲンとなる成分7品目(えび、かに、小麦、そば、卵、乳、落花生)、さらに20品目(あわび、いか、いくら、オレンジ、カシューナッツ、キウイフルーツ、牛肉、くるみ、ごま、さけ、さば、大豆、鶏肉、バナナ、豚肉、まつたけ、もも、やまいも、り

んご、ゼラチン) 不使用の、マドレーヌの作成を行った。この研究では、抗酸化力の高いマドレーヌの作成のみにとどまらず、美味しく官能評価の高いマドレーヌ作成の検討も併せて行ったので、ここに報告する。

方法

1. 材料

玄米粉、米粉(魚沼産コシヒカリ 100%、大幸(有)製を自然乾燥(水分 28%)後、湿式気流粉碎(スーパーパウダーミル)において、微細分(35 μ m)にした粉を使用した。抹茶は三井カテキン粉末緑茶(三井農林製)を使用した。その他は、ベーキングパウダー(大宮糧食工業株)、甜菜糖(甜菜 100%、ホクレン株)、日清キャノーラ油(日清オイリオ)、乳成分砂糖不使用のアーモンドミルク(マルサンアイ)を使って作成した。

2. マドレーヌ作成方法

玄米粉と米粉の割合(玄米粉:米粉, 0:100, 25:75, 50:50, 75:25, 100:0)の5種類の混合した粉を用意した。その粉に、お茶を0.2%、0.3%、0.5%、0.7%(重量パーセント(w%))になるように混合した。甜菜糖は15%、20%、30%(w%)の3種類、ベーキングパウダーは1.6%(w%)を用いた。

蓋付きビン(300ml)に玄米粉、米粉、お茶、甜菜糖、ベーキングパウダー(BP)を入れ、50回混合した。その後、30%(w%)のアーモンドミルク、水を添加し、最後に油をそれぞれ4.3%又は17.7%(w%)添加、さらに一定時間混合した。あらかじめ余熱したオーブン(Vitantonio 三栄コーポレイション)のマドレーヌ型に、ゴムベラを使い分注し、一定時間熱を加えた。材料の混合順番、混合の仕方、加熱時間等の条件は同一条件で行った。

3. 水溶性抗酸化力の測定方法

抗酸化力の測定はキット Potential Anti Oxidant (PAO)(日研ザイル株)を使用した。本試薬は銅イオンの還元反応($\text{Cu}^{++} \Rightarrow \text{Cu}^{+}$)を利用し、サンプルの抗酸化力を簡便に測定できる方法である。このキットをマドレーヌサンプルの水溶性抗酸化成分の抗酸化力測定に用いた。

冷凍庫で冷却した乳鉢、乳棒で1.0g マドレーヌをすり潰し、冷蒸留水を9ml 入れ混合、チューブに移した。その後、室温で10分間放置後、遠心分離(4°C 6000rpm/min, 10min)した。上清を18 μ l 採取し、サンプル希釈液702 μ l 添加し試料とした。標準は尿酸溶液として1、0.5、0.25、0.125、0.063mM 濃度6種類の溶液を用意し、チューブに採取しサンプル希釈液で希釈して、試料と同様に以下の測定を行った。

マイクロプレートに試料200 μ l を、ブランクは希釈液を入れた。プレートを遠心分離機で脱気後、プレートリーダーで吸光度(490nm)を測定した。その後、 Cu^{2+} を50 μ l 分注して軽く混和し、室温で3分間反応させた。その後、反応停止液50 μ l を加え軽く混合、再び脱気を行い、プレートリーダーで吸光度(490nm)測定を行った。反応後の吸光度から反応前の値を差引いて測定値とした。

4. 脂溶性抗酸化力の測定方法

マドレーヌ試料のリノール酸に対する抗酸化力の測定を行い、その値を脂溶性抗酸化力の値とした^{17), 18), 19)}。リン酸緩衝液、2.6%リノール酸・エタノール溶液、塩化鉄(50 μ g/ml)溶液を希釈して使用した。80%エタノール、8.1% SDS 溶液を作成し用いた。また、20%酢酸緩衝液は希釈後、10N-NaOH で pH3 に調整、0.8% TBA 試薬、n-ブタノール:ピリジン(15:1)溶液を使用した。各試薬は和光純薬製を用いた。

乳鉢、乳棒でマドレーヌを1.0g すり潰し、冷蒸留水9ml を入れ混合、室温で10分放置後、チューブに移し遠心分離(4°C 6000rpm/min, 5min)した。上清をデカンテーションで除き、

沈殿の重さを量り、蒸留水でよく混合し、混濁液を作成した。混濁液を 37℃ 恒温槽で 10 分間加熱後、遠心分離 (4℃, 6000rpm/min, 5min) して、沈殿を得た。そこに 80% エタノールを 3ml 加え 5 分間混合し、再び遠心分離 (4℃, 6000rpm/min, 5min) を行った。

上清を 1ml 採取して、そこに 8.1% SDS 溶液を 0.2ml、20% 酢酸緩衝液を 1.5ml、0.8% TBA 試薬を 1.5ml 加え攪拌した。さらに、蒸留水 1ml を加え攪拌し、沸騰水中で 45 分加熱した。その後、冷却し蒸留水 1ml と n-ブタノール・ピリジン溶液を 5ml 加え激しく攪拌した。遠心分離 (4℃ 6000rpm/min, 10min) し、上清の部分セルに入れ吸光度 (532nm) 測定を行った。標準とブランクは、上清を入れないもの、塩化鉄を入れないもの、リノール酸・エタノール溶液を入れない試料を作成し、同様な方法で吸光度測定を行った。標準は酸化を 100% とし、抗酸化力を % で示した。

5. 玄米粉と抹茶の割合の違いによるマドレーヌの官能評価

官能評価については、桜井、朝倉の方法を参考に行った^{20), 21)}。玄米粉と米粉の割合、抹茶、油、甜菜糖で検討した割合に従い、20 種のマドレーヌを作成した。20 種のマドレーヌの配合割合は表 1. に示した。これらのマドレーヌについて、「食感」「甘さ」「舌触り」「苦味」「総合評価」について「良い」「やや良い」「普通」「やや悪い」「悪い」の 5 段階で官能評価を行った。被験者は無作為に選んだ健康栄養学部の学生 (23 人、女性) で、試食してもらい、その場で評価をしてもらった。

結果

1. 玄米粉と油の割合が抗酸化力に与える影響

マドレーヌに含まれる油と玄米粉の割合が抗酸化力にどんな影響を与えるか調べた。水溶性

表 1. マドレーヌ作成に使用した各材料の割合

使用した材料(%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
玄米	0	8	17	25	33	0	8	17	25	33	0	8	17	25	33	0	8	17	25	33
白米	33	25	17	8	0	33	25	17	8	0	33	25	17	8	0	33	25	17	8	0
BP	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
砂糖	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
油	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
アーモンドミルク	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
お茶	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
水	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

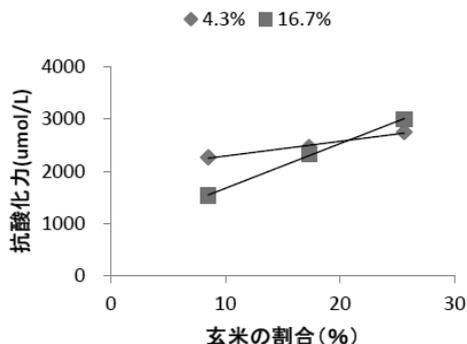


図 1 玄米と油の割合が水溶性抗酸化力に与える影響

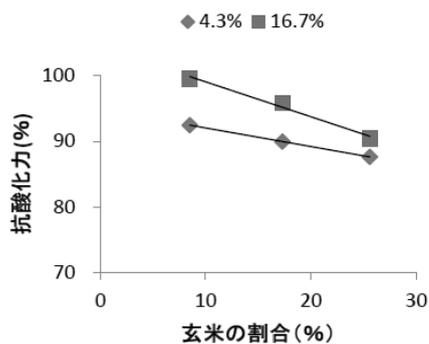


図 2 玄米と油の割合が脂溶性抗酸化力に与える影響

抗酸化力の結果を図1に示した。油を16.7%添加したマドレーヌでは、米粉に対する玄米粉の割合が高くなると水溶性抗酸化力が有意に高くなった。また、脂溶性抗酸化力の結果は図2に示した。油を16.7%添加したマドレーヌでは玄米粉によって抗酸化力の変化が大きく、4.3%では玄米粉による抗酸化力への影響は小さい事が示された。

2. 玄米粉と甜菜糖の割合が抗酸化力に与える影響

マドレーヌに含まれる玄米粉と甜菜糖の割合が抗酸化にどのような影響を与えるか調べた。水溶性抗酸化力の結果を図3に示した。甜菜糖を、

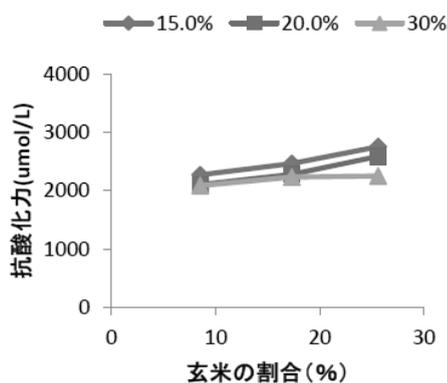


図3 玄米と甜菜糖の混合割合が水溶性抗酸化力に与える影響

15%、20%添加したマドレーヌでは、米粉に対する玄米粉の割合が高くなると抗酸化が有意に高くなった。また、脂溶性抗酸化力の結果は図4に示した。甜菜糖15%で玄米粉の割合が低いマドレーヌでは、高いマドレーヌに比べ有意に抗酸化力が高い値を示した。甜菜糖20%では抗酸化力に与える影響は小さい事が示された。

3. 玄米粉と抹茶の割合が抗酸化力に与える影響

マドレーヌに含まれる玄米粉と抹茶の割合が抗酸化にどのような影響を与えるか調べた。水溶性抗酸化力の結果を図5に示した。抹茶を0.2%、0.3%、0.5%、0.7%添加したマドレーヌでは、

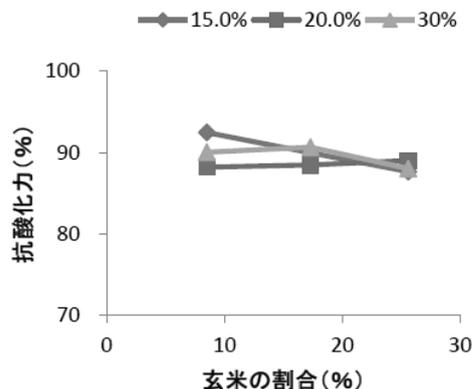


図4 玄米と甜菜糖の混合割合が脂溶性抗酸化力に与える影響

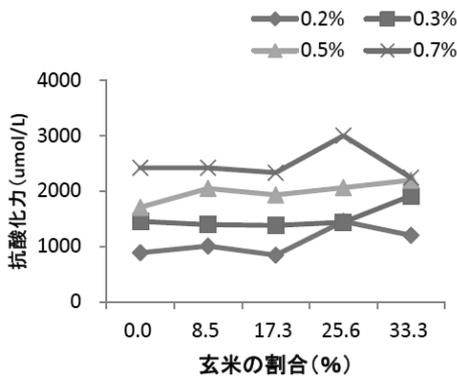


図5 玄米と抹茶の割合が水溶性抗酸化力に与える影響

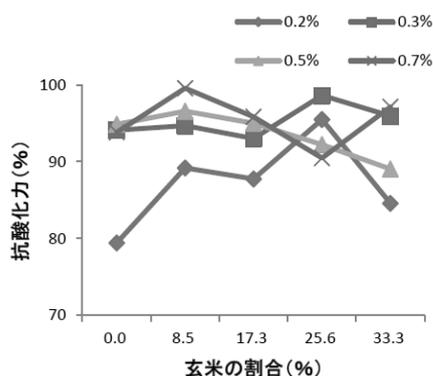


図6 玄米と抹茶の割合が脂溶性抗酸化力に与える影響

抹茶の添加割合が高くなると、水溶性抗酸化力が有意に高くなった。また、脂溶性抗酸化力の結果は図6に示したが、抹茶が0.2%で玄米粉25.6%では、玄米粉の割合による抗酸化力への影響が示されたが、抹茶の0.3%以上の濃度では、玄米粉が抗酸化力に有意な影響を示さなかった。

4. 玄米粉と抹茶の割合がマドレーヌの官能評価に与える影響

玄米粉と米粉の割合、抹茶濃度の異なる20種のマドレーヌの官能評価を調べた。総合評価の高いのは6番で、次いで1番のマドレーヌであった。どちらも玄米を含んでいない、米粉だけで作成した、抹茶濃度の高いマドレーヌであった。図7は玄米粉と抹茶の濃度が食感に与える影響について、評価の平均値で示した図である。玄米粉割合が高くなると、食感の評価が低下する事が示された。図8に示した舌触りに

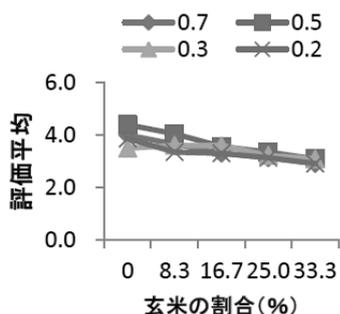


図7 玄米と抹茶の濃度が食感に与える影響

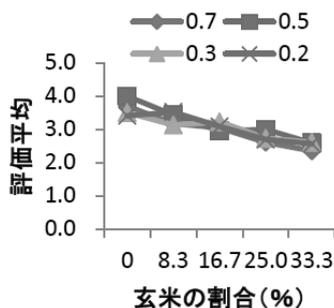


図8 玄米と抹茶の濃度が舌触りに与える影響

についても同様な結果であった。総合評価については図9に示したが、食感や舌触りのような、有意な評価への影響は見られなかった。抹茶については、0.7%で苦みの原因になっていたが、食感、舌触りとも0.5%では、評価が高い結果を示した。

考察

抗酸化力が大きく、アレルゲンを含まない材料で、低カロリーのマドレーヌの作成を検討した。玄米粉を主材料に、抹茶、油、甜菜糖の濃度について抗酸化力の高い割合の検討を行った。先に玄米粉、米粉、発芽玄米粉、焙煎玄米粉で抗酸化力について調べた²²⁾。抗酸化力は玄米粉が有意に高いため、今回主材料に使用した。玄米粉だけではマドレーヌの舌触り、食感、総合評価が低く、米粉を混合して、柔らかさを加えた。高温のオーブンで焼く菓子のため、少量の油を必要としたが、油の濃度を高くすると、脂溶性抗酸化力が上昇したが、水溶性抗酸化力が低下した。玄米粉濃度を高くすると水溶性抗酸化力は上昇するが、脂溶性抗酸化力は油の濃度が高い時は低下したが、低い時は玄米粉濃度の影響は小さい。油は入れず米だけの時は、玄米粉の濃度が高いと抗酸化力が高くなる。しかし、油が使用される、抗酸化力の高いマドレーヌを作るためには、玄米粉と油の濃度の両方を検討する必要がある。油の濃度10%、玄米粉の割合17%にすると抗酸化力の高いマドレーヌを作る事ができた。

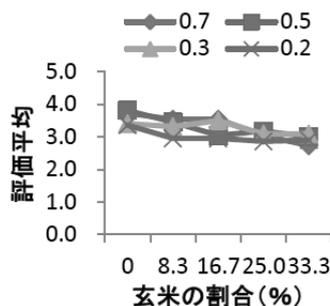


図9 玄米と抹茶の濃度が総合評価に与える影響

砂糖の種類は、白砂糖、ミネラルを含んだ「てんさい糖」、「きび砂糖」、「黒砂糖」などがある。今回は「白砂糖」に代わりミネラルが多く含まれる甜菜糖を使用した。15%きび糖と甜菜糖の水溶性抗酸化力の比較を行ったが、甜菜糖はきび糖に比べ2.6倍の抗酸化力を示したため、今回の実験で使用した。甜菜糖は15%で抗酸化を高くすることができ、玄米粉への影響は少ないと考えられた。甜菜糖15%でのマドレーヌの官能評価は、甘さが総合評価に影響を示さなかったことから15%で甘さは適当と考えられた。先の調査では、甜菜糖の30%マドレーヌでは、甘いという官能評価を得ていたため、今回の調査は15%で行った。しかし、甜菜糖ときび糖の栄養成分について比べると、きび糖はカルシウム、カリウム等のミネラル成分が高く、きび糖の使用についても玄米粉との混合割合によっては抗酸化量に変化が見られるため、今後、検討する必要がある。また、果糖を含んだ糖については、アレルギーの品目に果糖が多く含まれる果物が掲載されているため、使用できなかった。しかし、果糖は活性酸素の消去作用が高いので、今後の課題としたい。

今回使用した茶葉カテキン粉末緑茶は100ml当たり、カテキン55mg、茶ポリフェノール78mg、テアニン3.3mg、カフェイン10mgが含有されているように調整した。抹茶はカテキンだけでなく、ポリフェノールが多く含まれ、複合的に抗酸化に作用した事が考えられる。抹茶は高濃度で、抗酸化作用が高く、玄米粉の濃度による影響が小さかったので、マドレーヌに十分使用できると考えられた。

また、卵、牛乳の代替食品としてアーモンドミルクを使った。お菓子作りには卵や牛乳は必要であるが、アレルギーの問題で使用できない。そのため、今回はアレルギーとして掲載されていないアーモンドを使用した。アーモンドミルクを使用することで、甜菜糖と合わさり、保湿性が高くなり、ふっくら感が増した。アーモンドミルクの抗酸化に与える影響については調べて

いないが、今後の検討としたい。

又、マドレーヌの中に卵を使用した時、玄米粉のフィチン酸によって、卵白アレルギーであるオボアルブミンが、低減化されるかどうかの研究は現在継続中である。電気泳動によって、低減化は一部確認され、第61回栄養改善学会(横浜)で報告した。

今回検討した材料の割合で作成したマドレーヌを、文教大学の一日大学で父母の方に食べていただいたが、官能評価も高く、お菓子として食べる事ができたのではないかと考えている。なお、本研究は湘南総合研究所26年度共同研究費によって行われた。

文献

- 1) Graf E., Eaton J. W., Antioxidant Functions of htycacid. *Freeradic.Biol.Med.* 8, 1, 60, 1990
- 2) HILIC を用いた米糠中のフィチン酸分析法, TSK gel Technical Information, 165
- 3) Richard F. Hurrell, Influence of Vegetable Protein Sources on Trace Element and Mineral Bioavailability. *American Society for Nutritional Sciences*, 133, 9, 2873-7, 2003
- 4) A. M. Shamsuddin, I. Vucenik, K. E. Cole, *Life Science*, 61, 4, 343- 353, 1997
- 5) 大坪研一, 穀類が持つ生理機能, 農業および園芸, 72, 89-94, 1997
- 6) 原征彦, 茶の抗酸化作用「茶の科学」. 松村敬一郎編, 朝倉書店, 124-131, 1991
- 7) M. Kumamoto, T. Sonda. Evaluation of the Autoxidative Activity of Tea by an Oxygen Electrode Method, *Biosci. Biotec. Biochem.* 62, 175-177, 1998
- 8) Poedig-Penman, M. H. Gordon, Antioxidant Properties of Catechins and Green Tea Extracts in Model Food Emulsions, *J. Agric. Food Chem.*, 48 454-457, 1997
- 9) 越智知子, 青山稔, 丸山武紀, 鉄含有クッ

- キーにおける数種の酸化防止性物質の効果.
日英食誌, 50, 231-236, 1997.
- 10) K. Taguchi, K. Iwami, F. Ibuki, M. Kawabata, Oxidative Stability of Sardine Oil Embedded in Spray-dried Egg White Powder and its Use for n-3 Unsaturated Fatty Acid Fortification of Cookies, *Biosci. Biotec. Biochem.* 56, 560-563, 1992
 - 11) Si-Yin Chung, Elaine T. Champagne, Effects of Phytic Acid on Peanut Allergens and Allergenic Properties of Extracts. *J. Agric. Food Chem.*, 55, 9054-9058, 2007
 - 12) 塩谷明子, 小治健太郎, 高濃度カテキン飲料のアレルギー性鼻炎に及ぼす影響, 医学と薬学, 59, 2, 207-211, 2008.
 - 13) 山本(前田)万里, 茶葉中抗アレルギー成分、がん転移抑制成分の探索・評価および利用技術, ビタミン, 78, 12, 2004
 - 14) T.P. Labuza, L. McNally, D. Gallagher, J. Hawkes ana F. Hurtado. Stability of Intermediate Moisture Foods, Lipid Oxidation, *J. Food Sci.*, 37, 154-159, 1972.
 - 15) 杉山薫, 富岡和子, 粉末系食品の抗酸化能に及ぼす水分活性の影響. 日本調理科学会誌, 33, 339-347, 2000
 - 16) 北尾悟, 安藤真美, 加熱処理におけるスクロースのラジカル補足活性減少抑制効果. 日本調理科学会誌, 45, 352-358, 2012.
 - 17) 小澤美奈子, 基礎生化学実験法 5. 脂質・糖質・複合脂質, 社団法人日本生化学学会, 54-57, 2002
 - 18) 菊川清見, 五十嵐脩, 島弘幸, 過酸化脂質・フリーラジカル実験法 (生化学実験法 3.4), 学会出版センター, 144, 1994
 - 19) 菊川清見, 奥山治美, 脂質栄養と脂質過酸化 (脂質栄養学シリーズ 2), 学会出版センター, 55, 1998
 - 20) 桜井久子, 西原亮子, 土屋京子, 日本人の味覚と嗜好性の研究 (第二報) - 甘味と酸味について -, 東京家政大学研究紀要第 26 集, 79-80, 1986
 - 21) 朝倉康夫, 官能検査 4. 官能評価に用いられる統計手法, *J.ASEV Jpn.*, 8, 2, 105-111, 1997.
 - 22) 渡辺陽菜, 井上節子. 玄米粉の塩化ナトリウム洗浄が、フィチン酸の抗酸化作用に与える影響. 湘南総合研究所紀要湘南フォーラム, 18, 2013.