

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 23 日現在

機関番号：34517

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2012～2015

課題番号：24500960

研究課題名(和文)担子菌の発酵能による機能性大豆の開発

研究課題名(英文)Development of functional soybean by mushroom fermentation

研究代表者

松井 徳光 (Matsui, Tokumitsu)

武庫川女子大学・生活環境学部・教授

研究者番号：20211807

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,000,000円

研究成果の概要(和文)：ヤマブシタケは小さめの粒度、シイタケは大きめの粒度で、生理活性やイソフラボン濃度、核酸濃度が高くなることが判明した。また、マウスを用い発酵黒大豆が安全であることを明らかにした。発酵することで新たな機能性が付加され、また、スエヒロタケにおいて抗酸化活性が著しく高値を示す味噌を作成することができた。さらに、アレルゲンタンパク質の低下も観察され、機能性を有する黒大豆味噌の試作に成功した。スエヒロタケで発酵させた発酵黒大豆中に、エクオールを検出することができた。つまり、腸内の乳酸菌でなければ作ることができないと考えられてきたエクオールを、担子菌発酵で製造することの可能性を示唆した。

研究成果の概要(英文)：Yamabushitake is smaller the particle size, shiitake in the larger grain size, physiological activity and isoflavone concentration, is that the nucleic acid concentration increases were found. Also it revealed that the fermented black soybean with a mouse is safe. It is added that a new functionality to fermentation, was also able to create a miso showing antioxidant activity significantly higher in Schizophyllum commune. In addition, reduction in allergen proteins also observed, successful prototype of black soybean miso having functionality. Fermentation black in soybean fermented by Schizophyllum commune, could be detected equol. That is the, has been considered to not be able to make if it is not lactic acid bacteria in the gut equol, suggesting the possibility of production in the fermentation of Basidiomycetes.

研究分野：食品微生物学

キーワード：担子菌 発酵食品 機能性食品 黒大豆 大豆 味噌 エクオール イソフラボン

1. 研究開始当初の背景

(1) 現在、脳血栓などの脳血管疾患（日本における死因第2位）や心筋梗塞などの心疾患（日本における死因第3位）などの血栓症は、バイパス手術などで処置されている。また、急性疾患に有効な合成抗トロンピン阻害剤アルガトロパン（*Biochem. Biophys. Res. Commun.*, 101, 440-446, 1981）が報告されているが、慢性状態で効果を示す抗トロンピン活性物質の報告はない。一方、ガンなどの悪性新生物（日本における死因第1位）患者に対しては手術による患部の切除などの処置しかなく、治療薬としてインターフェロンなどが開発され、国内外を問わず広く用いられているが、完治させることは難しく再発・転移防止の目的で使用されているにすぎない。また、アガリクス茸などに含まれる-D-グルカンなどは、免疫賦活作用による抗ガン性があり、国内外で研究され、抽出エキスや錠剤として販売されているが、高価格で、ほとんどの人は利用していないのが現状である。血栓症やガンなどの疾病は完治させることが難しく、毎日の食生活からの発症を防ぐことが望ましいと考えられている。しかしながら、欧米型の食事の代表である食肉にはコレステロールやトリグリセライドなどの脂肪分が多く含まれており、肥満や動脈硬化などの生活習慣病を引き起こす原因となり、脳血栓や心筋梗塞などの血栓症をはじめ多くの重症な病気に発展する可能性が高いにもかかわらず、食生活の欧米化が進むわが国においても、美味しさから肉を食べる習慣が普及している。一方、大豆は日本において古くから親しまれてきた食素材であり、良質のタンパク質やオリゴ糖、ビタミン、ミネラルを含むだけでなく、イソフラボンやレシチン、サポニンなど生活習慣病予防に効果を示す有効成分を含み、豆腐や納豆等の加工食品としても広く使用されている。また、黒大豆には、アントシアニン系のポリフェノールが存在し、抗酸化活性等において大豆とは異なった機能が期待される。しかしながら、大豆や黒大豆は食素材として欧米化した食生活による疾病予防に優れているが、アレルゲンタンパクの存在や消化性において大きな問題がある。そこで、本応募研究課題では欧米化の食生活により急増している疾病予防を主目的として、担子菌の発酵作用により、血栓症予防に効果を示す線溶活性や抗トロンピン活性、抗酸化活性、ガン予防に効果を示す-D-グルカン等を付加させた新たな機能性大豆の開発および製品化を試みる。さらに、生じた発酵大豆は担子菌の発酵作用により大豆中のタンパク質が分解されアレルギーの低減化に繋がるだけでなく、うま味成分である遊離アミノ酸量が増加されると共に、発酵に用いた担子菌から溶出される核酸によって、アミノ酸と核酸との味の相乗効果も期待できる。

(2) 本応募研究課題の実施にあたり、本研究室では、これまでに以下の研究を行ってきた。担子菌における生理活性物質の検索・・・自然界から種々の担子菌を採取し、血液関連生理活性物質について研究を行い、新規な抗トロンピン活性（*Mushroom Sci. and Biotech.*, 8(3), 121-125, 2000）および線溶活性（*日本応用きのこ学会誌*, 5(1), 29-32, 1997）物質生産菌を見出した。また、担子菌中に存在する免疫賦活剤である-D-グルカンの検索を行った。担子菌の機能性および酵素活性を利用した発酵食品の製造・・・発酵食品生産に必要なアルコール脱水素酵素などの活性測定を行い、その応用として、担子菌のアルコール発酵能を用いたワイン（*Biosci. Biotechnol. Biochem.*, 65(7), 1596-1600, 2001）、ビール（*Food Sci. Technol. Res.*, 7(1), 88-90, 2001）、チーズ（*J. Biosci. Bioeng.*, 92(1), 30-32, 2001）、味噌（*Mushroom Sci. and Biotech.*, 9(3), 107-110, 2001）、発酵豆乳（*武庫川女子大学バイオサイエンス研究所年報*, 13, 31-37, 2008）、発酵調味食品（*調理食品と技術*, 13, 26-31, 2007）などの製造を試み、担子菌由来の生理活性物質を有する機能性発酵食品の開発を行ってきた。なお、担子菌の発酵能による清酒（特許第3362313号）、ビール（特許第3362312号）、ワイン（特許第3362311号）、アルコール飲料（特許第3362310号）、発酵豆乳（特許第4735981号）、発酵梅（特許第4565241号）については特許を取得している。本応募研究課題は、医食同源・予防医学の観点に立ち、毎日の食生活から病気を防ぐことを主目的として、大豆（黒大豆を含む）を食素材として用い、担子菌による発酵能によって血栓症およびガンに対して予防効果を示す機能性大豆の開発を試みるものであり、以上の研究経過より本応募研究課題の実現は可能であると考えた。国内外を問わず、大豆に着目した担子菌による発酵大豆のような血栓症およびガン予防のための機能性大豆の開発の例はなく、本応募申請課題での本格的な研究が期待された。

(3) 本応募研究課題の主目的である機能性大豆の開発および製品化を行うにあたり、本応募研究課題に最も適した担子菌を見出すために、まず、豆類の代表として大豆と黒大豆を選び、約200種類の担子菌を用いて、スモールスケールで大豆（黒大豆を含む）における担子菌の生育を試みた。大豆で生育した担子菌についてはその根拠となるプロテアーゼ活性を測定し、さらに発酵実験を続け、得られた発酵大豆の生理活性（抗トロンピン活性、線溶活性、抗酸化活性および-D-グルカン含量）を測定し、有用な担子菌を選択した。脳血栓などの血栓症やガンに対して予防効果を示す種々の生理活性物質（抗トロンピン活性物質、線溶活性物質など）を豊富に含む可能性が示唆された発酵試料（発酵大豆）について、主な食品成分（有機酸、アミノ酸、糖質、核酸、ビタミン、食物繊維など）を調

べた。さらに、これら有効成分の生産のための最適条件（培養温度、培養期間など）の検討を行い、最も優れていると判断された担子菌についてはスケールアップした条件下で大豆を発酵させ、生理活性物質および食品成分等について測定し再現性等を確認した。次に、スケールアップした条件下で得られた有用な発酵大豆について、発酵に使用した担子菌および発酵大豆中のプロテアーゼなどの酵素活性、抗トロンピン活性および線溶活性、抗酸化活性、 γ -D-グルカン等の測定を行うと共に、発酵大豆中のタンパク質分解状態等についても調べた。また、発酵大豆について安全性試験を行い、安全性が確かめられた段階で官能検査等を実施した。血栓症やガンの予防に効果を示し、タンパク質が適度に分解され、うま味成分であるペプチドやアミノ酸を豊富に含むと共に、担子菌由来の核酸も含み、うま味の相乗効果も生じる、新たな機能性大豆の製造法を確立した。

2. 研究の目的

近年、食の欧米化が進み、超高齢化社会を迎える中、心筋梗塞や脳血栓などの血栓症やガンが増加し、社会的に重大な問題となっている。そこで本応募研究課題では、日本食の代表的な食素材の一つである大豆（黒大豆を含む）に注目し、これまでの研究成果を踏まえ、医食同源・予防医学の観点に立ち、毎日の食生活からこれらの疾病を予防することを主目的として、担子菌（きのこ）の発酵能を利用した新たな食品および食材加工法の検討を行うと共に、発酵により生じる生理活性を有する血栓症やガン予防に効果を示す機能性大豆および黒大豆の開発を試みた。

3. 研究の方法

本応募研究課題の主要な実験内容は、大豆（黒大豆を含む）を発酵する担子菌のスクリーニングを行い、心筋梗塞や脳血栓などの血栓症を予防する担子菌由来および発酵作用によって生じる抗トロンピン活性、線溶活性、抗酸化活性および免疫力を高めガンを予防する γ -D-グルカンなどを有する機能性大豆を製造することである。平成24年度は本研究に適した担子菌のスクリーニングを行い、平成25年度以降は選択された担子菌を用い、成分分析や活性測定等により効果的な発酵法を確立する予定である。本研究は以下の手順で行った。

(1)平成24年度は以下の方法で実験を行った。

約200種類の担子菌を用いて、スモールスケールで大豆（黒大豆を含む）における担子菌の生育を試みた。大豆で生育した担子菌のプロテアーゼ活性を測定した。

大豆で生育し、高いプロテアーゼ活性を示した担子菌を用いて発酵実験を行い、発酵状態を観察した。得られた発酵大豆の抗トロンピン活性、線溶活性、抗酸化活性および γ -D-グルカン含量を測定し

た。なお、抗トロンピン活性はコアグロメターによるフィブリン凝固時間（TT時間）の測定法（*Jpn. J. Thromb. Hemost.*, 4, 417-422, 1993）、線溶活性はフィブリン平板法（*日本応用きのこ学会誌*, 5(1), 29-32, 1997）、抗酸化活性は化学発光法（*日本きのこ学会誌*, 18, 107-110, 2010）、 γ -D-グルカンは γ -1,3-D-グルカナーゼ処理によるHPLC法（*Biosci. Biotechnol. Biochem.*, 65(7), 1596-1600, 2001）を用いた。

(2)平成25年度以降は以下の方法で実験を行った。平成24年度の実験結果に基づいて、脳血栓や心筋梗塞などの血栓症やガンに対して予防効果を示す種々の生理活性物質（抗トロンピン活性物質、線溶活性物質、抗酸化活性物質、 γ -D-グルカンなど）を豊富に含む可能性が示唆された発酵大豆について、主な食品成分（有機酸、アミノ酸、糖質、核酸、ビタミン、食物繊維など）を調べ、さらに、これら成分の生産のための最適条件（培養温度、培養期間など）の検討を行った。上記の結果、優れていると判断された担子菌について、スケールアップした条件下で大豆を発酵させ、平成24年度のおよび上記の生理活性物質および食品成分等について調べた。スケールアップした条件下で得られた有用な発酵大豆の中で最も優れていると判断されたものについて、発酵に使用した担子菌および発酵大豆中のプロテアーゼなどの酵素活性、抗トロンピン活性や線溶活性、抗酸化活性、 γ -D-グルカン等の生理活性に関する測定を行うと共に、発酵大豆中のタンパク質の分解状態および遊離アミノ酸量等についても調べた。得られた発酵大豆が実際の食品あるいは食素材として、提供可能かどうかについて安全性試験を行った。安全性が確かめられた段階で、官能検査等を実施した。の結果を考慮し、血栓症やガン予防に効果を示し、さらにタンパク質が適度に分解され、アレルギーの低減化のみならず、うま味成分であるペプチドやアミノ酸を豊富に含むと共に、担子菌由来の核酸も含み、うま味の相乗効果が期待される新たな機能性大豆の製造法を確立した。

4. 研究成果

近年、食の欧米化が進み、超高齢化社会を迎える中、心筋梗塞や脳血栓などの血栓症やガンが増加し、社会的に重大な問題となっている。そこで本応募研究課題では、日本食の代表的な食素材の一つである大豆（黒大豆を含む）に注目し、これまでの研究成果を踏まえ、医食同源・予防医学の観点に立ち、毎日の食生活からこれらの疾病を予防することを主目的として、担子菌（きのこ）の発酵能を利用した新たな食品および食材加工法の検討を行うと共に、発酵により生じる生理活性を有する血栓症やガン予防に効果を示す機能性大豆および黒大豆の開発を試みた。

したがって、本応募研究課題の主要な研究内容は、大豆（黒大豆）を発酵する担子菌のスクリーニングを行い、心筋梗塞や脳血栓などの血栓症を予防する担子菌由来および発酵作用によって生じる抗トロンピン活性、線溶活性、抗酸化活性などを有する機能性発酵大豆を製造することである。

平成 24 年度は 227 株から本応募研究課題に適した担子菌を見出すことを目的として、抗トロンピン活性、線溶活性、抗酸化活性などの生理活性を新たに付加させた発酵黒大豆をつくり出した 4 株の担子菌（スエヒロタケ、ヤマブシタケ、マスタケ、シイタケ）を選択することができた。また、発酵による黒大豆タンパク質の分解に関するプロテアーゼについての知見も得られ、平成 25 年度は、平成 24 年度の実験結果に基づいて、脳血栓や心筋梗塞などの血栓症やガンに対して、予防効果を示す種々の生理活性（線溶活性、抗酸化活性など）を豊富に含む可能性が示唆された発酵黒大豆について、主な食品成分（アミノ酸、核酸など）を調べ、さらに、マウスを用いた安全性試験を行った。すなわち、平成 25 年度から 26 年度において、発酵黒大豆の製造に適した担子菌のスクリーニングを行うと共に、発酵材料としての黒大豆の形状（小、中、大、丸大豆）について調べた結果、マスタケ（W8）は小、ヤマブシタケ（Ym-2）は中、シイタケ（Sh-1）は大で挽き割りをしたもの、スエヒロタケ（NBRC4928）は丸大豆で、抗酸化活性（化学発光法、ORAC 法）、線溶活性（フィブリン平板法）、抗トロンピン活性（トロンピン時間法）の全てにおいて最も高い活性を示した。一方、イソフラボン濃度の測定では、ヤマブシタケは中、スエヒロタケは丸大豆で最も高値を示した。核酸濃度の測定ではマスタケは大、ヤマブシタケは小、シイタケは丸大豆、スエヒロタケは小で、キノコのうま味を示す核酸のグアニル酸（GMP）の濃度が最も高い値を示した。よって、ヤマブシタケは小さめの粒度、シイタケは大きめの粒度で、生理活性やイソフラボン濃度、核酸濃度が高くなることが判明した。また、マウスを用い、発酵黒大豆の安全性試験を行った結果、全く危険性がないことが明らかとなった。発酵黒大豆の分析および安全性試験の結果から、担子菌による発酵黒大豆の製造条件を確立すると共に、発酵することで新たな機能性が付加され、さらに発酵黒大豆が安全であることを明らかにした。また、平成 26 年度は応用として、通常の味噌製造に用いられるコウジカビの代わりに平成 25 年度の研究で選択された担子菌を用い、また大豆の代わりに黒大豆を用い、味噌製造を試みた。その結果、独特なうま味を呈し、抗酸化活性が著しく高値を示し、さらにアレルゲンタンパク質が低減化された味噌を製造することが可能であった。すなわち、本実験の食品への具体的な応用として、通常の米味噌で用いる米麴をスエヒロタケで調製したき

のこ麴に置き換え味噌を調製したところ、抗酸化活性が著しく高値を示す味噌を作成することができた。さらに、アレルゲンタンパク質の低下も観察され、機能性を有する黒大豆味噌の試作に成功した。

そこで、最終年度である平成 27 年度においては、黒大豆を担子菌で発酵させることによる更なる有効性を追求するために、通常はイソフラボンが接種後に、腸内細菌によって作り出されるエクオールについて調査を行った。その結果、スエヒロタケで発酵させた発酵黒大豆中に、エクオールを検出することができた。つまり、腸内の乳酸菌でなければ作ることができないと考えられてきたエクオールを、担子菌の発酵で製造することの可能性を示唆した。現在、エクオールは乳酸菌を用いた嫌氣的発酵での製造が実施されているが、担子菌による好氣的発酵での製造の方が生産量において大幅に増加することが期待される。

なお、本応募研究課題は、現在、深刻な問題となっている血栓症およびガンなどの疾病に対して予防効果を示す担子菌を利用した発酵黒大豆への応用を考え、新規な機能性黒大豆を開発するものである。現在までに担子菌を用いた黒大豆の発酵に関する報告はなく新規性があり、種々の薬用効果も期待され、担子菌の発酵能により抗トロンピン活性などの生理活性を有する発酵黒大豆となり、生活習慣病をはじめ血栓症やガンなどの疾病予防に効果を示す可能性があると考えられた。

そこで、本応募研究課題の主目的である機能性大豆の開発および製品化を行うに当たり、最も適した担子菌を見出すために、まず、豆類の代表として黒大豆を選び、227 株の担子菌を用いて、スモールスケールで黒大豆における担子菌の生育を試み、黒大豆で生育した担子菌についてはその根拠となるプロテアーゼ活性を測定し、さらに発酵実験を続け、得られた発酵黒大豆の生理活性（抗トロンピン活性、線溶活性、抗酸化活性など）を測定し、有用な担子菌を選択した。プロテアーゼ活性は SDS-PAGE とタンパク質染色によるタンパク質分解状態の観察から判断した。

引き続き、選択された担子菌を用いて、ラージスケールで発酵条件の確立を行うことを中心に研究を実施したところ、スモールスケールで得られた結果の再現性を実証する結果となった。さらに、担子菌で発酵させた発酵黒大豆について、マウスを用いた安全性試験を行ったところ、安全性に問題がないことも明らかとなった。

実用化を念頭に計画の一部を変更し、平成 27 年度に予定していた安全性試験を平成 26 年度に行ったが、本研究で調製した発酵黒大豆の安全性が確認でき、不安なく推進していくことができる状態となり、本研究の応用としての味噌の製造へ繋ぐことができた。そし

て、イソフラボンからエクオールへの変化が腸内の乳酸菌によって引き起こされ、現在、エクオールの製造が乳酸菌で行われている。しかし、生産量が少ないことから高価であり、より良い解決策が望まれてきた。本研究では、担子菌がエクオールを生産することを明らかにした。今後、腸内でエクオール生産が困難である日本人のみならず、世界中の人へ提供できる日が訪れることを願い、継続して研究を実施する予定である。

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5件)

西田菜津美、鮫島由香、田畑麻里子、松井徳光、ヨーグルトへのきのこ麹の添加効果、日本きのこ学会誌、査読有、23巻、2015、80-84

梶野美紀、田畑麻里子、松井徳光、スエヒロタケの発酵能による昆布および鰹節だしがらを用いた調味料素材の開発、日本きのこ学会誌、査読有、22巻、2014、69-73

梶野美紀、田畑麻里子、松井徳光、スエヒロタケを利用した血合粉だしがらからのヘム鉄素材の開発、日本きのこ学会誌、査読有、22巻、2014、86-89

松井徳光、きのこの発酵能による機能性食品の開発、食品と開発、査読無、48巻、2013、11-13

松井徳光、きのこを用いた発酵食品、日本きのこ学会NL、査読無、6巻、2013、10-11

[学会発表](計19件)

鮫島由香、松井徳光、スエヒロタケ菌系体によるエルゴチオネイン高生産培養法の確立、日本農芸化学会2016年度大会、2016.3.30. 札幌コンベンションセンター(北海道札幌市)

鮫島由香、松井徳光、スエヒロタケ菌系体によるエルゴチオネインの生産、日本きのこ学会第19回大会、2015.9.5. つくば国際会議場(茨城県つくば市)

中川綾音、寺前友美子、鮫島由香、田畑麻里子、松井徳光、担子菌の発酵能を利用した機能性ワインの開発、日本きのこ学会25周年記念大会、2014.9.11. 京都大学(京都府京都市)

植田愛美、鮫島由香、田畑麻里子、松井徳光、担子菌の発酵能による機能性おから味噌の開発、日本きのこ学会25周年記念大会、2014.9.11. 京都大学(京都府京都市)

十倉実咲、阪本愛美、鮫島由香、田畑麻里子、松井徳光、担子菌の発酵能による機能性醤油様調味料の開発、日本きのこ学会25周年記念大会、2014.9.11. 京都大学(京都府京都市)

鮫島由香、鈴木扶沙子、田畑麻里子、松井徳光、担子菌の発酵能による機能性後発酵茶の開発、日本きのこ学会25周年記念大会、2014.9.11. 京都大学(京都府京都市)

山口真奈、鈴木扶沙子、鮫島由香、田畑麻里子、杉田征彦、松井徳光、担子菌の発酵能によるチロシナーゼ阻害剤のスクリーニング、日本きのこ学会25周年記念大会、2014.9.11. 京都大学(京都府京都市)

鮫島由香、松井徳光、抗酸化物質エルゴチオネインの高生産担子菌のスクリーニングおよび生産方法の研究、日本きのこ学会25周年記念大会、2014.9.11. 京都大学(京都府京都市)

海堀円香、浅野睦美、鮫島由香、田畑麻里子、杉田征彦、松井徳光、担子菌の発酵能による機能性黒大豆味噌の開発、日本きのこ学会25周年記念大会、2014.9.11. 京都大学(京都府京都市)

植田愛美、田畑麻里子、松井徳光、担子菌の発酵能による機能性おから味噌の開発、日本きのこ学会第17回大会、2013.9.13. 広島大学(広島県広島市)

松井徳光、久保田英博、居村真衣、寺前友美子、奥野久美子、藤生弘子、浅川篤、田畑麻里子、担子菌の発酵能によるきのこワインの開発および非還元 SDS-PAGE と活性染色を用いた簡便な分子量測定法の確立、日本農芸化学会2013年度大会、2013.3.26. 東北大学(宮城県仙台市)

西田菜津美、谷奈津樹、前川愛、田畑麻里子、松井徳光、担子菌を用いた発酵梅製造法の確立、日本農芸化学会2013年度大会、2013.3.26. 東北大学(宮城県仙台市)

梶野美紀、田畑麻里子、小倉真紀、松井徳光、担子菌の発酵能による昆布および鰹節だしがらの有効利用、日本農芸化学会2013年度大会、2013.3.26. 東北大学(宮城県仙台市)

田畑麻里子、松井徳光、担子菌の発酵能を利用した酵母エキス製造、日本農芸化学会2013年度大会、2013.3.26. 東北大学(宮城県仙台市)

西田菜津美、田畑麻里子、谷奈津樹、前川愛、松井徳光、マンネンタケを用いた発酵梅

製造法の確立、日本栄養改善学会近畿支部学術総会、2012.12.2. 武庫川女子大学(兵庫県西宮市)

梶野美紀、田畑麻里子、小倉真紀、松井徳光、スエヒロタケを用いた昆布および鰹だしから発酵調味料の開発、日本栄養改善学会近畿支部学術総会、2012.12.2. 武庫川女子大学(兵庫県西宮市)

西田奈津美、田畑麻里子、松井徳光、マンネンタケの発酵能による機能性梅の開発、日本きのこ学会第16回大会、2012.9.7.東京農業大学(東京都世田谷区)

田畑麻里子、只川南、松井徳光、担子菌の発酵能を利用した大豆を含有するウスターソースの製造、日本きのこ学会第16回大会、2012.9.7.東京農業大学(東京都世田谷区)

梶野美紀、田畑麻里子、松井徳光、スエヒロタケの発酵能による昆布および鰹だしからの有効利用、日本きのこ学会第16回大会、2012.9.7.東京農業大学(東京都世田谷区)

〔図書〕(計6件)

松井徳光、月刊「食生活」編集部、みその歩んできた道とこれから進む道、2015、34-39

松井徳光、月刊「食生活」編集部、日本が造り上げた本みりん、2014、41-46

松井徳光、月刊「食生活」編集部、寒天の今昔を探ってみよう、2013、26-30

松井徳光、月刊「食生活」編集部、麴とは何か、2013、26-31

松井徳光、月刊「食生活」編集部、醤油の歴史を探る、2013、26-30

松井徳光、月刊「食生活」編集部、酢と生活習慣病予防、2013、36-40

〔産業財産権〕

出願状況(計1件)

名称：担子菌培養食品

発明者：松井徳光

権利者：学校法人武庫川学院

三菱商事フードテック株式会社

種類：特許

番号：特願 2012-279061

出願年月日：2012年12月21日

国内外の別：国内

取得状況(計 件)

名称：

発明者：

権利者：

種類：

番号：

取得年月日：

国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

松井 徳光 (MATSUI, Tokumitsu)

武庫川女子大学・生活環境学部・教授

研究者番号：20211807

(2) 研究分担者

田畑 麻里子 (TABATA, Mariko)

武庫川女子大学・生活環境学部・助教

研究者番号：90435321