

令和 6 年 6 月 4 日現在

機関番号：12501

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2021～2023

課題番号：21H02312

研究課題名(和文) ポストハーベスト工学操作による食品への健康機能性付与

研究課題名(英文) Development of advanced postharvest technology for adding functional attributes to foods

研究代表者

小川 幸春 (Ogawa, Yukiharu)

千葉大学・大学院園芸学研究院・教授

研究者番号：00373126

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,500,000円

研究成果の概要(和文)：様々な植物性食品を対象に、サンプル自体の前処理法や処理条件を評価するための生理活性物質の特定などを検討した。精米歩合の程度や油脂の添加によって米飯の糖質消化性が変化することを明らかにした。梅干しを加工する際に添加される塩漬け赤シソの機能性成分特定するとともに、梅干しの健康機能特性には赤シソ由来成分が大きな影響を及ぼすことを確認した。加熱方法や趣旨の構造、あるいはゲルネットワークの構造特性が種子由来食品のタンパク質消化性、機能性に影響を及ぼすことを明らかにした。製茶機械の処理サイズが茶葉の品質および緑茶飲料の健康機能性に影響を及ぼすことを明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、収穫後の調製方法が異なる植物性食品に対して主要成分の消化過程における動的変化と消化産物・残渣の特性を調査、解析した。同様に、生理活性物質や抗酸化活性に関わる成分のバイオアベイラビリティも調査し、調製方法、条件が食品としての健康機能性に及ぼす影響を検討した。本研究の結果、収穫後の調製・加工操作が食品としての健康機能性に深くかかわることが明らかとなった。本研究で得られた結果を収穫後調製条件にフィードバックすることで、食品への健康機能性の付与、特に健康機能成分のバイオアベイラビリティを考慮した様々な生活習慣病予防のための「デザインフード」の開発が期待できると考えられた。

研究成果の概要(英文)：The effect of postharvest processing for various plant-based food materials on health-related digestive attributes was examined in this study. The following findings were obtained: 1) It was clarified that the starch digestibility of rice changed depending on the degree of rice polishing and the addition of fat. 2) The functional substances of salted red perilla (shiso), which is added when processing pickled apricots, were identified, and it was confirmed that derived from red perilla have a significant influence on the health-related properties of pickled apricots. 3) The heating method, structural attributes of grain foods, and the structural characteristics of the gel network affected the protein digestibility and functionality of seed-derived food products. 4) The scale of the tea processing machine influenced the quality of tea leaves and the health functionality of green tea infusions.

研究分野：農業環境工学

キーワード：消化性 機能性 収穫後調製 加工 バイオアベイラビリティ

## 1. 研究開始当初の背景

『草』を摂食してもヒトには消化できない。草の主要な構成要素である『繊維』が、胃の低 pH 条件や胃・小腸で分泌される消化酵素では分解されないからである。繊維の主要成分はセルロースなどの難消化性物質で、食品に含まれる場合は一般に「食物繊維」と称される。

穀類や野菜・果実類などの植物性食品は、糖質、タンパク質などの主要成分とともにカロテノイドやポリフェノールなどフィトケミカルとしての機能性成分も含有する。それら含有成分のほぼすべてが植物組織の最小構成単位である「細胞内」に存在する。植物細胞は、オルガネラなどの内部構造体がリン脂質からなる「細胞膜」とセルロースなどの難消化性成分からなる「細胞壁」で包まれる立体的なマトリックス構造によって形成されている。植物細胞についての教科書的な解説では、細胞壁は全透性、細胞膜は半透性の性質を有することになっている。特に細胞壁は原形質連絡なる構造も有し、生命活動の一環として細胞内物質の交換が可能である。ただしあらゆる物質が瞬間的に次々と移動可能なわけではなく、細胞膜の機能や細胞としての構造が変化しない限り、水分や分子量の小さな物質を除いたほとんどの含有成分は細胞内にとどまる。生体として当然の仕組みではあるが、逆に考えると細胞外からの物質浸透、例えば消化酵素など高分子物質の浸透も容易には生じない。食品として咀嚼した場合、ミクロンサイズの細胞レベルで考えると部分的な損壊はあるものの、力学的にある程度の強度や靱性を有しているためすべての細胞を完全に破砕することはできない。したがって、野菜や果物を生食しても実際には含有成分の一部しか流出せず、全部は消化吸収できないことになる。一方、加熱調理などによって細胞膜や細胞壁の機能が失われれば、細胞が破砕されなくとも細胞内成分流出の可能性は高まる。しかしその場合も細胞壁で区切られたマトリックスが連なった構造を保っていれば、細胞の組織構造自体が何重にも重なるバリアのような存在となるため細胞内外の双方向的な物質の移動には時間がかかる。このような現象は、胃酸によって加水分解作用を受けた細胞でもある程度生じていると推測できる。それら定量分析とは異なる植物含有成分の消化吸収に関わる現象は、消化過程での『消化産物・残渣』に対する「バイオアベイラビリティ (Bioavailability)」や「バイオアクセシビリティ (Bioaccessibility)」を解析、評価することで検討可能となる。

研究代表者らは、ニュージーランド・マッセイ大学との国際共同研究で開発・確立してきた「胃・小腸 2 段階式模擬消化系」を利用し、『米飯粒の構造特性』が『糖質消化性』に及ぼす影響を検討してきた。その結果、米飯の粒構造が消化初期段階における消化酵素のアクセシビリティに関係していることが示唆された。すなわち米飯粒の構造的特性は「消化時のグルコース量増加速度」(≈「食後血糖値の変動割合」) のみに関係していることになる。血糖値の急激な変動による人体への負荷は、糖尿病や肥満などの代謝系疾患の発症と深く関わる。つまり米飯粒の構造的特性は、消化現象を介して代謝系疾患発症の問題と強く結び付いている。研究代表者らはこうした米飯粒の構造的な特性と消化性の関係に着目し、炊飯時の糊化程度や咀嚼の程度と糖質消化性の関係、消化残渣の特性などを調査してきた。

上述の成果は米飯の糖質消化性に関わるバイオアベイラビリティ評価の事例であるが、in vitro での消化性評価法はすべての食品に適用可能である。またデンプンだけではなく健康機能に関わる抗酸化活性などを分析対象とすることもできる。したがって、同じ農産物であっても収穫後の調製・加工方法、条件が異なる食品の健康機能に関連した消化性を評価することが可能である。これによりポストハーベスト工学操作やその操作条件が、食品の健康機能に及ぼす影響も評価できる。以上のような「学術的背景」ならびに学術的な「問い」をもとに下記の研究目的および具体的な研究計画を設定した。

## 2. 研究の目的

in vitro の模擬消化系を用いた植物性食品含有成分の動的な消化性評価法 (バイオアベイラビリティ評価) により、ポストハーベスト工学的操作の方法や条件が植物性食品の健康機能性に関わる含有成分の消化吸収性に及ぼす影響の解明を目的とした。本研究では、穀類・豆類、生果実類・生野菜類、飲料類などの食品を研究対象とした。それらに対する収穫後調製・加工法の条件が、「糖質 (デンプン)」、「タンパク質 (アミノ酸)」、「抗酸化物質」、「生理活性物質」など健康機能に関わる成分の消化吸収性に及ぼす影響を調査、検討した。

## 3. 研究の方法

in vitro での模擬消化試験は既報 [1-6] に則って実施した。また TPC, TFC などの生理活性物質定量、タンパク質定量、抗酸化作用の評価なども既報 [1-6] に従って実施した。

## 4. 研究成果

### (1) コメの収穫後調製・加工方法、条件が米飯の糖質消化性に及ぼす影響

本小課題では、段階的な精米歩合 (DOP) で精米した米の組織構造と、炊飯後の糖質消化性の関係を調査した [1]。玄米 (*Oryza sativa* L. cv. Koshihikari) を摩擦式精米機で元重量に対するぬかの割合が 1, 3, 5, 7, 10% (w/w) となるよう正確に精米し、標準化された炊飯方法を適用して米飯サンプルを得た。米飯サンプルの総デンプン含有量は DOP (77.64 ~ 84.16% d.b.) の増

加とともに有意に増加する傾向があったが、難消化性デンプン含有量は DOP が増加しても一定の値を示した (0.32 ~ 0.43% d.b.). 炊飯玄米 (DOP 0) は, *in vitro* 胃小腸消化後, 精白米に比べてデンプン加水分解率 (65.68 vs. 89.74-96.17%) および推定グリセミック指数 (72.50 vs. 84.95-92.90) が有意に低かった. 本実験の結果より, 炊飯玄米のデンプン消化率は DOP に比例しないことが明らかになった. 電顕観察の結果, むか層は部分的に残存し, DOP が増加するにつれて胚乳を覆う面積が小さくなるような形状変化を示した (図 1).

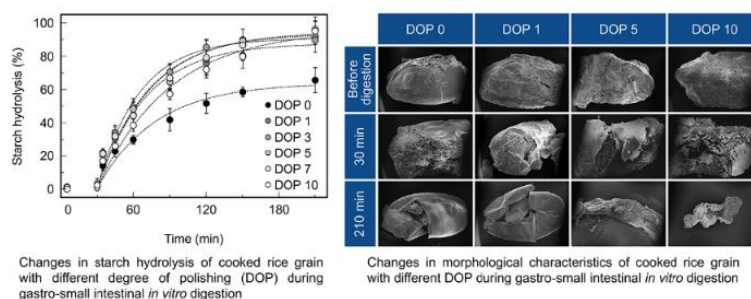


図1 精米操作が炊飯米の糖質消化性に及ぼす影響[1]  
(<https://doi.org/10.1016/j.fhfh.2022.100077> より引用)

油脂は, 加熱処理中のでんぷん質製品の品質向上に極めて重要な役割を果たす. そこで, 続けて油脂の添加操作が米飯の物理化学的性質および糖質消化性に及ぼす影響を調査した[2]. 添加する油脂として米ぬか油 (RO) および中鎖脂肪酸トリグリセリド油 (MO) を採用し, 調理前 (BC) もしくは調理後 (AC) に添加して米飯の糖質消化性に及ぼす影響を調査した. 脂肪酸プロファイルは GC-MS を使用して決定した. 米飯サンプルの栄養特性は, 総フェノール, 動脈硬化指数, および血栓形成指数を用いて評価した. 得られた油脂添加米飯サンプルは, 無添加の米飯より表面硬度が大きい反面, 粒のコアが柔らかく粘性は低いことが示された. FTIR スペクトルを分析した結果, 添加した油脂成分が V-アミロースの高密度構造特性の一部に影響を与えることが明らかとなった. また動脈硬化指数は  $0.47 \sim 0.86 \text{ min}^{-1}$  の範囲を示し, 炊飯前に油脂を添加した米飯の方が高い値を示した. RO\_BC サンプルは模擬消化過程でのグルコース生成率が最も低く, RO\_AC サンプルでは複合体形成指数が最も高かったことから, 複合体形成量よりも酵素消化に耐えうる複合体の密な分子構成の方が糖質消化性変化に重要であることが示唆された. 質量変化や炊飯時の損傷にもかかわらず, 物理的障壁, 粒形態, および油脂による密な構造が, 油脂デンプン複合体の消化特性に影響を及ぼす主要因であることが判明した (図 2).

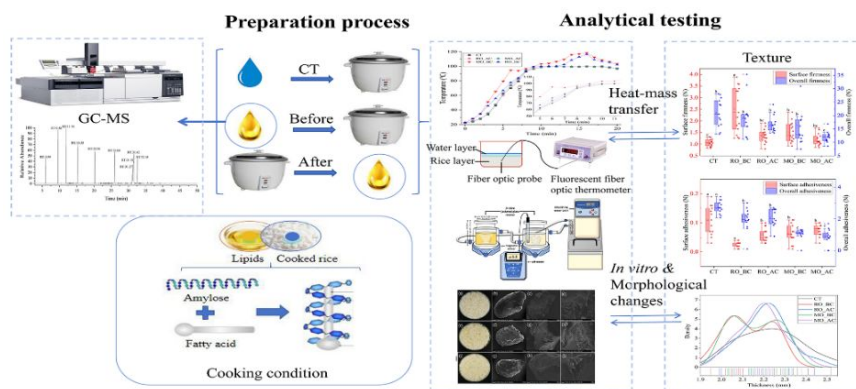


図2 炊飯時の油脂添加操作が炊飯米の糖質消化性に及ぼす影響[2]  
(<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2024.114381> より引用)

## (2) 収穫後の加工処理が野菜の健康機能に及ぼす影響

本小課題では, 青シソおよび赤シソ (*Perilla frutescens*) 葉を模擬消化した際の, 可溶性 (遊離, エステル化) および不溶性結合フェノールなどの生理活性化合物および抗酸化活性の変化を検討した[3]. HPLC 分析により, シソ類の主なフェノール化合物は遊離画分ではロズマリン酸 (RA), 不溶性結合画分ではカフェイン酸 (CA) であることが明らかになった. 遊離フェノール抽出液では青シソの RA の方が多く, 赤シソではエステル化および不溶性結合フェノール量が多かった. 模擬消化により, 胃から小腸への移行中に抗酸化物質の含有量と活性が継続的に増加することが明らかになった. 胃消化後の小腸消化での中性・アルカリ性条件下では生理活性化合物の放出と抗酸化活性が増加した. 増加の程度は, 赤シソの方が青シソよりも大きかった. これらの結果は, シソの葉に含まれるポリフェノールの健康効果をより適切に把握できることを示唆しており, シソの葉添加による健康増進効果の科学的根拠になるものと考えられた (図 3).

赤シソの葉とともに漬けて色鮮やかに仕上げた梅干しは「シソ漬け梅干し」と呼ばれている。シソの葉の健康機能性を検証するため、シソ漬け梅干しの漬け込み過程および模擬消化中でのフェノール含有量および抗酸化活性を調査した。その結果、赤シソ漬け梅干し (PP; 1338.12) は単純な塩漬け梅干し (SP; 101.99) よりも 13 倍多いポリフェノール類を含み、ロズマリン酸の形成が促進されたことを示した。模擬消化では、胃から小腸にかけて抗酸化物質の含有量と活性が徐々に増加し、省庁消化環境で TPC および TFC の放出が大きくなった。それらの結果より、シソ漬け梅干しはシソ漬けの過程で生成される抗酸化化合物によってより高い健康効果をもたらすことが明らかとなった。

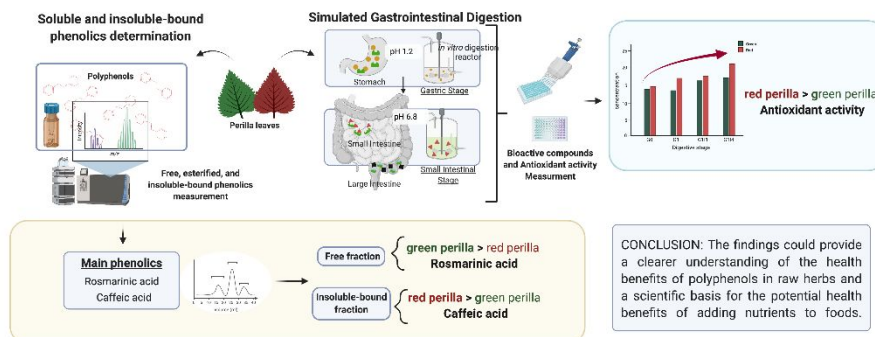


図3 模擬消化操作がシソの機能性成分に及ぼす影響[3]  
(<https://doi.org/10.1016/j.focha.2022.100018> より引用)

### (3)加工方法が種子由来食品のバイオアベイラビリティに及ぼす影響

本小課題では、煮熟、焙煎、粉碎など、さまざまな方法で調理・加工したアマランサスの糖質消化特性および消化過程での抗酸化活性変化を調査した[4]。サンプルの糖質消化性、模擬消化中のデンプン加水分解率と消化速度を用いて分析した。同時に、TPC および抗酸化アッセイ (ABTS, FRAP, MIC) によって消化中の抗酸化能変化を評価した。実験の結果、粒構造はデンプンの加水分解特性と抗酸化特性を減少させる要素であることが示された。煮熟および焙煎による加熱操作によって消化中の抗酸化活性およびデンプン加水分解特性も増加した。粉碎の有無にかかわらず、焙煎サンプルは煮沸サンプルよりも消化中のデンプン加水分解特性が低く、抗酸化特性は高かった。焙煎および煮熟した粉碎サンプルの平衡デンプン加水分解率は、それぞれ 15.50%と 67.41%、TPC はそれぞれ 662.78 mg GAE/100g (db.)と 470.21 mg GAE/100g であった。本実験の結果、焙煎は煮熟よりもデンプンの加水分解を遅延させるとともに、抗酸化活性を高めるのに効果的であった。さらに粒構造の維持によりデンプン加水分解性は抑制された。

続けて、大豆の粉碎産物である豆乳に凝固剤 (にがり) を加えて製造する豆腐の消化特性も調査、検討した[5]。にがりとして塩化マグネシウム ( $MgCl_2$ )、硫酸カルシウム ( $CaSO_4$ )、およびグルコノ- -ラクトン (GDL) を使用して調製された 3 種類の一般的な豆腐を比較した。結果より、GDL 豆腐は  $MgCl_2$  豆腐や  $CaSO_4$  豆腐よりも保水率が高かった。これは表面疎水性が高くジスルフィド結合含有量も高かったことによると考えられた。GDL 豆腐は、硬さ、ガム性、咀嚼性が最も低く、均一なネットワーク構造と薄いタンパク質マトリックスを備えていた。対照的に、 $MgCl_2$  豆腐は不均一なゲルネットワーク構造を有し、タンパク質マトリックスは厚かった。模擬消化中のタンパク質加水分解度、SDS-PAGE、遊離アミノ酸量変化を考慮すると、GDL 豆腐のタンパク質消化が最も大きいことが示された。また GDL 豆腐は、小腸消化後に最も高い TPC, FRAP, DPPH 値を示した。以上の結果は、消化酵素拡散を促進するゲルマトリックスの構造特性によって GDL 豆腐が最も大きなタンパク質消化性および抗酸化特性を持つことが示唆された (図 4)。

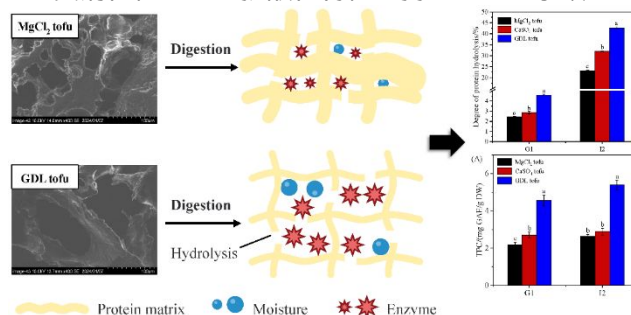


図4 豆腐ゲルのネットワーク構造がタンパク質のバイオアベイラビリティに及ぼす影響[5]  
(<https://doi.org/10.1021/acs.jafc.3c06980> より引用)

### (4)茶葉の加工方法が緑茶飲料の機能性に及ぼす影響

本小課題では、製茶機械の規模が緑茶飲料の機能性に及ぼす影響を調査した[6]。製茶機械として、生茶葉を 15 kg (15K), 60 kg (60K), および 120 kg (120K) バッチ処理可能なものを使用した。乾燥茶葉と緑茶飲料の総ポリフェノール量(TPC), 鉄還元抗酸化力(FRAP), および DPPH フリーラジカル消去能を測定, 評価した。比較的大きな製茶機械(120K および 60K) で処理された乾燥茶葉の TPC, FRAP, および DPPH 値は, それぞれ 309~311 mg GAE/g 乾物, 3907~3956  $\mu\text{mol FeSO}_4/\text{g}$  乾物, および 2596~2636  $\mu\text{mol TE/g}$  乾物の範囲であった一方, 小型製茶機械(15K) ではそれぞれ 304 mg GAE/g 乾物, 3725  $\mu\text{mol FeSO}_4/\text{g}$  乾物, 2519  $\mu\text{mol TE/g}$  乾物と有意に低い値を示した。対照的に, 大型製茶機械(120K および 60K) で製茶した茶葉飲料は, 小型製茶機械(15K) よりも低い値を示した。茶葉の構造観察の結果, 製茶機械が大きくなると処理される葉の量が増えることで一部の葉は揉み込まれず, 製茶中の機械的操作による損傷が少ないことが明らかとなった。またそれらの不完全な処理により, 飲料中のポリフェノール量が減少したと考えられた。すなわち, 生產品質/処理量の最適化を含む, 経済的利益と健康効果のバランスを考慮した最適な製茶機械のサイズが存在する可能性のあることが明らかとなった(図5)。

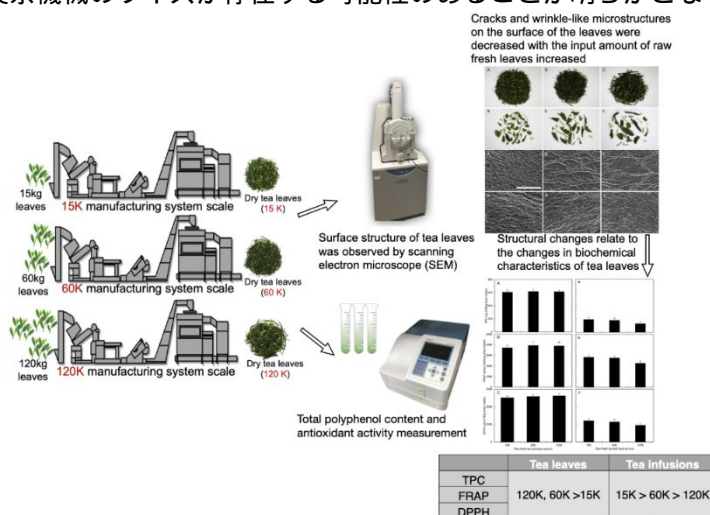


図5 製茶機械の処理サイズが緑茶の機能性成分に及ぼす影響[6]  
(<https://doi.org/10.1021/acs.jafc.3c06980> より引用)

#### <引用文献>

- [1] Masatsugu Tamura, Chisato Kumagai, Yukiharu Ogawa, Influence of structural changes of brown rice by precise polishing on in vitro starch digestibility of cooked rice grain, *Food Hydrocolloids for Health*, 2, 1-8, 100077, 2022, <https://doi.org/10.1016/j.fhfh.2022.100077>
- [2] Lin Wang, Feifei Hu, Loraine Bainto-Ancheta, Thiraphong Aumasa, Saranchanok Wonglek, Peeraphat Premree, Yukiharu Ogawa, Structural characteristics and in vitro starch digestibility of oil-modified cooked rice with varied addition manipulations, *Food Research International*, 186, 114381, 2024, <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2024.114381>
- [3] Jutalak Suwannachot, Florencio Collado Reginio Jr., Yasunori Hamauzu, Yukiharu Ogawa, Assessment of free, esterified, and insoluble-bound phenolics of green and red perilla leaves and changes during simulated gastrointestinal digestion, *Food Chemistry Advances*, 1, 100018, 1-8, 2022, <https://doi.org/10.1016/j.focha.2022.100018>
- [4] Feifei Hu, Xiaoyan Xiong, Yukiharu Ogawa, Effect of grain structure and cooking method on starch digestibility and antioxidant activity of amaranth (*Amaranthus caudatus* L.) grains during simulated gastrointestinal digestion, *Food Chemistry Advances*, 4, 100718, 1-7, 2024, <https://doi.org/10.1016/j.focha.2024.100718>
- [5] Feifei Hu, Lin Wang, Loraine Bainto-Ancheta, Yukiharu Ogawa, Effects of matrix structure on protein digestibility and antioxidant property of different soybean curds during in vitro digestion, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 72(13), 7364-7373, 2024, <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.3c06980>
- [6] Wei Qin, Ryutaro Yamada, Takuya Araki, Yukiharu Ogawa, Influence of manufacturing system scale for commercial Japanese green tea (Sencha) production on biochemical characteristics of tea leaf and infusion, *Journal of Food Process Engineering*, 46(1), e14185, 1-8, 2023, <https://doi.org/10.1111/jfpe.14185>

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計8件（うち査読付論文 8件/うち国際共著 5件/うちオープンアクセス 8件）

1. 著者名 Tamura Masatsugu, Kumagai Chisato, Ogawa Yukiharu	4. 巻 2
2. 論文標題 Influence of structural changes of brown rice by precise polishing on in vitro starch digestibility of cooked rice grain	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Food Hydrocolloids for Health	6. 最初と最後の頁 100077 ~ 100077
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.fhfh.2022.100077	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Wang Lin, Hu Feifei, Bainto-Ancheta Loraine, Aumasa Thiraphong, Wonglek Saranchanok, Prempree Peeraphat, Ogawa Yukiharu	4. 巻 186
2. 論文標題 Structural characteristics and in vitro starch digestibility of oil-modified cooked rice with varied addition manipulations	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Food Research International	6. 最初と最後の頁 114381 ~ 114381
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.foodres.2024.114381	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Suwannachot Jutalak, Reginio Jr Florencio Collado, Hamauzu Yasunori, Ogawa Yukiharu	4. 巻 1
2. 論文標題 Assessment of free, esterified, and insoluble-bound phenolics of green and red perilla leaves and changes during simulated gastrointestinal digestion	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Food Chemistry Advances	6. 最初と最後の頁 100018 ~ 100018
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.focha.2022.100018	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Hu Feifei, Xiong Xiaoyan, Ogawa Yukiharu	4. 巻 4
2. 論文標題 Effect of grain structure and cooking method on starch digestibility and antioxidant activity of amaranth ( <i>Amaranthus caudatus</i> L.) grains during simulated gastrointestinal digestion	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Food Chemistry Advances	6. 最初と最後の頁 100718 ~ 100718
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.focha.2024.100718	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Hu Feifei, Wang Lin, Bainto-Ancheta Loraine, Ogawa Yukiharu	4. 巻 72
2. 論文標題 Effects of Matrix Structure on Protein Digestibility and Antioxidant Property of Different Soybean Curds During <i>In Vitro</i> Digestion	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Journal of Agricultural and Food Chemistry	6. 最初と最後の頁 7364 ~ 7373
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jafc.3c06980	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Qin Wei, Yamada Ryutaro, Araki Takuya, Ogawa Yukiharu	4. 巻 15
2. 論文標題 Changes in Morphological and Functional Characteristics of Tea Leaves During Japanese Green Tea (Sencha) Manufacturing Process	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Food and Bioprocess Technology	6. 最初と最後の頁 82 ~ 91
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11947-021-02735-7	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Qin Wei, Yamada Ryutaro, Araki Takuya, Ogawa Yukiharu	4. 巻 46
2. 論文標題 Influence of manufacturing system scale for commercial Japanese green tea (Sencha) production on biochemical characteristics of tea leaf and infusion	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Food Process Engineering	6. 最初と最後の頁 e14185
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/jfpe.14185	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計2件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	齋藤 高弘  (Saito Takahiro)  (50221990)	宇都宮大学・農学部・教授    (12201)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	田村 匡嗣  (Tamura Masatsugu)  (60750198)	宇都宮大学・農学部・助教    (12201)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関