岐阜大学機関リポジトリ
Gifu University Institutional Repository

# Studies on Functionality Enhancement of Germiated Brown Rice Owing to Changes in the Content of Phenolic Compounds during Germination



| メタデータ | 言語: English<br>出版者:<br>公開日: 2008-02-04<br>キーワード (Ja):<br>キーワード (En):<br>作成者: 田, 粟<br>メールアドレス:<br>所属: |
|---|---|
| URL | http://hdl.handle.net/20.500.12099/2708 |

| | |
|---|---|
| 氏　　名（本(国)籍） | 田　　粟　（中華人民共和国） |
| 学位の種類 | 博士（農学） |
| 学位記番号 | 農博甲第367号 |
| 学位授与年月日 | 平成17年3月14日 |
| 学位授与の要件 | 学位規則第4条第1項該当 |
| 研究科及び専攻 | 連合農学研究科<br>生物資源科学専攻 |
| 研究指導を受けた大学 | 信州大学 |
| 学位論文題目 | Studies on Functionality Enhancement of Germinated Brown Rice Owing to Changes in the Content of Phenolic Compounds during Germination<br>（発芽に伴うフェノール成分の含量変化による発芽玄米の機能向上に関する研究） |
| 審査委員会 | 主査　信州大学　教授　茅原　紘<br>副査　信州大学　教授　只左弘治<br>副査　岐阜大学　教授　篠田善彦<br>副査　静岡大学　教授　衛藤英男 |

## 論文の内容の要旨

玄米を32 ℃で21時間程度水に浸漬させ0.5～1mmほど発芽させた「発芽玄米」は，発芽によって糠層に含まれている栄養成分が消化吸収しやすくなると同時に，白米と同様に調理でき，美味しく，柔らかいという長所が知られているが，本論文は発芽による「発芽玄米」のフェノール成分量変化と食品機能性向上に関して *in vitro* で科学的な検証を行った研究である．検証を行った食品機能性は，活性酸素消去能（Beauchamp らのチトクローム*c*法），リポキシゲナーゼ阻害活性（Komoda らの方法），チロシナーゼ阻害活性（Saruno らの方法）であり，それぞれ酸化ストレス低減による疾病罹患リスクの低減，アレルギー症状の低減，美白効果が評価できる。白米，玄米，発芽玄米のメタノール抽出物についてこれらの活性が測定され，その結果，発芽玄米の活性酸素消去能は玄米と同レベルで白米よりも3倍高く，リポキシゲナーゼ阻害活性は玄米の1.1倍，白米の3.3倍，チロシナーゼ阻害活性は玄米の2.5倍，白米の4倍高いという結果が得られている．次に，これらの機能性向上の原因物質として，米フェノール成分に注目し成分変化の解析が行われた．まず，この解析過程で2つのフェノール酸配糖体が単離，精製され，UV，IR，HRFAB-MS，ESI-MS，及び $^{1}H$，$^{13}C$-NMR，二次元 NMR 解析結果から 6'-*O*-feruloylsucrose および 6'-*O*-sinapoylsucrose であると構造決定され，これらの物質の米での存在を初めて明らかにしている。そして，これら2つの配糖体を含む桂皮酸類，ヒドロキシ安息香酸類からなる11種類のフェノール成分を同時に定量できる HPLC 分析方法の開発が行われ，発芽過程におけるフェノール成分含量変化が定量された．結合型フェノール成分測定の結果からは，多くの結合型フェノール成分は米ぬかに含まれており，フェルラ酸，クマル酸，シナピン酸の含量が多いことが，可溶性フェノール成分測定の結果からは，玄米

と発芽玄米は白米よりかなり多くの可溶性フェノール成分を含有していることが見出された．また，玄米中には本研究で単離された 2 つの配糖体が主要な成分として含まれていたが，発芽によってこれら 2 つの成分含量が約 1／3 に減少し，これらの配糖体の減少に伴い遊離のフェルラ酸とシナピン酸の量が増加するという興味深い結果が得られている．著者は，この発芽玄米中の遊離フェノール成分含量の増加が発芽玄米の生理活性増強に影響を及ぼしていると考え，2 つの配糖体を除く 9 種類のフェノール成分について単独での活性酸素消去能及びチロシナーゼ阻害活性測定結果から得られた IC50 とフェノール成分の含量から，活性酸素消去能とチロシナーゼ阻害活性を見積もる試みを行っている。その結果，強い活性酸素消去活性を有するクロロゲン酸，カフェー酸，シナピン酸をより多く含む発芽玄米の性酸素消去効果が，玄米の約 3 倍，白米の約 5 倍高いと見積もられ，高いチロシナーゼ阻害活性を有するクマル酸，シリンガ酸，シナピン酸，クロロゲン酸をより多く含む発芽玄米のチロシナーゼ阻害活性は玄米の約 1.6 倍，白米の約 5 倍高いと見積もられた．これらの結果は *in vitro* における測定結果と傾向を同じくしており，本論文では，発芽による遊離フェノール成分含量，特に活性の高いフェノール成分の増加が発芽玄米の生理活性を向上させた一因であると結論付けられている。

## 審　査　結　果　の　要　旨

玄米は３０００年以上前から日本人の主食であり、体に良いということは知られていたが、精白米機の導入により、特に第二次大戦後から急速に主食の白米化が進んだ。その結果、いわゆる生活習慣病が激増したことは異論がないところであろう。玄米離れの原因として、ぼそぼそ感がある、消化が悪い、炊飯に手間がかかる等の短所が挙げられるが、最近になって玄米を約３２℃、２２時間水に浸漬させることによる 0.5～１ミリ程度発芽した段階の玄米（いわゆる発芽玄米）が開発され、玄米自身の短所を補う他に、常食者から玄米よりも機能性が高いことが報告されており、発芽玄米が益々注目されるようになった。しかし、それらの化学的な裏づけはほとんどなされていないのが現状である。

本研究では、白米、玄米、発芽玄米を用いて、まず活性酸素消去能、リポキシゲナーゼ阻害能およびチロシナーゼ阻害能を測定した結果、すべての実験で発芽玄米が白米および玄米よりも有意に阻害活性を発現することを認めた。

つぎに、米に含まれるフェノール成分に着目し、まず結合型および可溶性フェノール成分の分析方法を HPLC を用いて確立した。この方法を駆使して、フェノール成分の単離・構造決定を行い、結合型の新規物質として、２種類のフェルラ酸配糖体を見出すとともに、１１種類の可溶性フェノール成分を定性・定量することに成功した。

その結果、玄米の発芽過程において、配糖体の減少にともない遊離のフェルラ酸、シナピン酸が急激に増加することを認め、また発芽玄米中に多く含む９種類の可溶性フェノール成分単独での上記酵素の阻害活性能を詳細に測定して、発芽玄米の総活性酸素消去能を玄米の約３倍、白米の約５倍、総チロシナーゼ阻害能を玄米の約 1.6 倍、白米の約 5 倍と見積もることに成功した。

特に、生活習慣病を誘発させる原因の一つと考えられている活性酸素が、発芽玄米でかなり消去されることを見出したことは、機能性食品素材としての発芽玄米の優秀さを示すものである。

以上について、審査委員全員一致で本論文が岐阜大学大学院連合農学研究科の学位論文として十分価値あるものと認められた。

基礎となる学術論文：

1. Su Tian, Kozo Nakamura and Hiroshi Kayahara, Analysis of Phenolic Compounds in White Rice, Brown Rice, and Germinated Brown Rice, *J. Agric. Food Chem.*, 52, 4808-4813 (2004).

2. Su Tian, Kozo Nakamura, Tong Cui and Hiroshi Kayahara, High-Performance Liquid Chromatographic Determination of Phenolic Compounds in Rice, *J. Chromatogr.A,* in press.

既発表学術論文：

1. 中村浩蔵，茅原　紘，田　粟、発芽玄米とその機能性ギャバからフェノール類へ *フードリサーチ*、592, 12-16 (2004).

2. Kozo Nakamura, Su Tian and Hiroshi Kayahara, Functionality Enhancement in Germinated Brown Rice, *Food Flavor and Chemistry: Exploration into the 21st Century,* in press