

## 黄麹・白麹を用いた麹甘酒化による玄米フィチン酸の脱リン酸化・イノシトール生成促進

玄米は微量栄養素に富む一方、糠層に多いフィチン酸（イノシトール 6 リン酸）がミネラルと結合し利用性を低下させ得る。本成果は、玄米を麹甘酒化することでフィチン酸を段階的に脱リン酸化し、イノシトール生成を促進できる加工条件を示す。黄麹菌由来米麹単独に比べ、白麹菌由来米麹を配合するとフィチン酸分解とイノシトール生成が有意に高まり、併せて白麹菌由来クエン酸による酸性化により、風味設計や保存性向上への応用も期待される。本成果は、玄米の栄養価改善を目的とした発酵加工設計に資する基礎知見を提供する。

キーワード：玄米、麹甘酒、フィチン酸、イノシトール、クエン酸

### 背景・ねらい

玄米はビタミン B 群やミネラル、食物繊維を豊富に含む食品として注目される一方、糠層に多く含まれるフィチン酸（イノシトール 6 リン酸）はミネラルと結合し、加工方法や摂取条件によっては利用性を低下させる場合がある。そのため、玄米を主原料とする食品では、栄養価を維持・向上させる加工技術の開発が重要となる。

麹甘酒は米麹由来酵素によりデンプンを糖化する発酵食品であり、ブドウ糖、オリゴ糖、アミノ酸や、ビタミン B 群などを含む。一般に黄麹菌(*Aspergillus oryzae*)が用いられるが、クエン酸を産生する白麹菌(*Aspergillus luchuensis*)も利用されており、両菌が産生するフィターゼや酸性ホスファターゼは、玄米中フィチン酸の脱リン酸化に寄与すると考えられる。フィチン酸の完全な脱リン酸化により生成するイノシトール（図 1）は、乳児の発育に重要な成分として粉ミルクへの配合も推奨されるなど、栄養学的にも注目される成分である。

本研究では、玄米麹甘酒製造において黄麹菌および白麹菌由来の米麹を単独または混合で用い、白麹菌由来クエン酸による酸性化の程度を把握するとともに、フィチン酸の脱リン酸化およびイノシトール生成量を定量的に評価する。これにより、玄米の栄養価向上を目的とした麹甘酒加工条件設計に資する基礎的知見を提供することを目的とする。

### 成果の内容・特徴

1. ヒメノモチ玄米 5g、水 10 mL、乾燥米麹 3g を用い、55°C で 8 時間保温して麹甘酒を調製する場合、黄麹菌由来米麹のみを用いた製品（条件 1）の Brix 糖度および pH は、それぞれ 37.2% および 5.98 となり、クエン酸含量は検出されない（表 1）。
2. 上記の調製条件において、米麹の使用総量を一定（3g）とし、白麹菌由来米麹の配合比が高まるほど（条件 2～5）、麹甘酒の Brix 糖度は低下する（表 1）。一方、クエン酸含量は段階的に増加し、白麹菌のみを用いた場合に最も高い値（0.56%）を示す（表

- 1）。これに伴い、麹甘酒の pH は低下する（表 1）。
3. 黄麹菌由来米麹を熱失活させて用いた発酵前試料 100g 当たりのフィチン酸およびイノシトール含量は、それぞれ 652 mg および 2.15 mg であるのに対し、条件 1 の麹甘酒では 516 mg および 9.26 mg となる（図 2）。
4. 白麹菌由来米麹の配合比を 25% から 75% とした条件 2～4 の麹甘酒では、条件 1 の試料と比較して、フィチン酸分解とイノシトール生成が有意に促進される（図 2）。
5. 白麹菌由来米麹のみを用いた麹甘酒（条件 5）100g 当たりのフィチン酸含量(158mg)およびイノシトール含量(47.9mg)は、条件 4 とほぼ同等となる（図 2）。

### 成果の活用面・留意点

1. 玄米を原料とする麹甘酒の製造において、白麹菌由来の米麹を配合してフィチン酸分解を促進することで、栄養価の改善を目的とした製法設計が可能となる。
2. 白麹菌の米麹に含まれるクエン酸は麹甘酒を酸性化し、雑菌抑制による保存性向上への寄与が期待される。一方で、酸味により風味設計の幅が広がるため、消費者の嗜好性を踏まえた配合調整が推奨される。
3. 本研究では、市販の乾燥米麹を使用している。麹菌のフィターゼや酸性ホスファターゼ等の酵素活性は菌株ごとに異なるため、本成果を適用する際には、実際に使用する菌株の酵素特性を考慮する必要がある。

### その他

予算区分：交付金プロ [B2 新需要創造]、外部資金 [浦上食品・食文化振興財団研究助成]

研究実施期間：2021～2025 年度

研究担当者：丸井淳一郎（生物資源・利用領域）、白石洋平、竹浦澤（株式会社ビオック）、Shompoosang, S., Varichanan, P.（カセサート大学食品研究・製品開発研究所）、Boulom, S.（ラオス国立大学農学部）

発表論文等：Marui et al. (2025) *Food Science and Technology Research* 31 (2): 147 – 153.

<https://doi.org/10.3136/fstr.FSTR-D-24-00170>

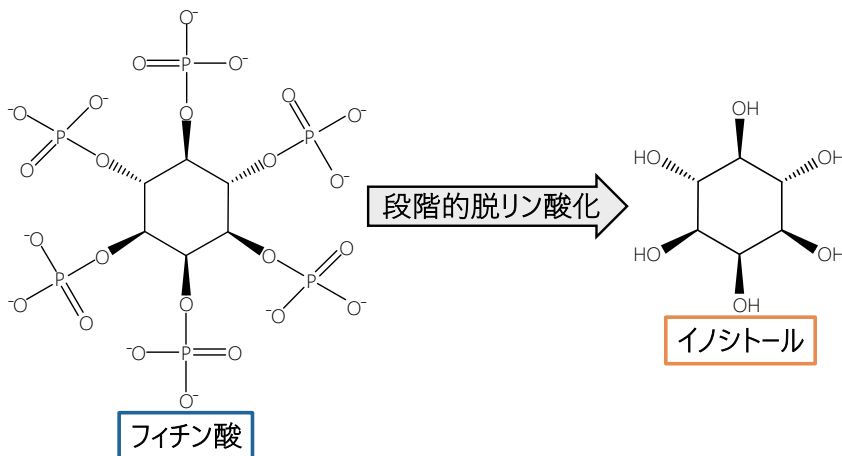


図1 フィチン酸およびその段階的な脱リン酸化で生成するイノシトールの化学構造

フィチン酸（イノシトール6リン酸）は、米麴由来のフィターゼや酸性ホスファターゼ等の作用で段階的に脱リン酸化され、6つ全てのリン酸基の加水分解（完全な脱リン酸化）によりイノシトールが生成する。

表1 黄麴菌と白麴菌の米麴を用いた玄米麴甘酒の Brix 糖度、クエン酸含量、および pH

条件番号	黄麴菌・白麴菌由来 米麴の配合比 (%)		Brix糖度 (%)*	クエン酸 (%)*	pH*
	黄麴菌	白麴菌			
1	100	0	37.2 (0.17)	非検出	5.98 (0.04)
2	75	25	36.7 (0.24)	0.18 (1.6)	4.74 (0.02)
3	50	50	36.0 (0.12)	0.26 (1.4)	4.17 (0.03)
4	25	75	35.6 (0.19)	0.44 (2.2)	3.88 (0.05)
5	0	100	35.4 (0.42)	0.56 (1.6)	3.68 (0.05)

\*3 回の測定の前平均値であり、括弧内に標準偏差を示す

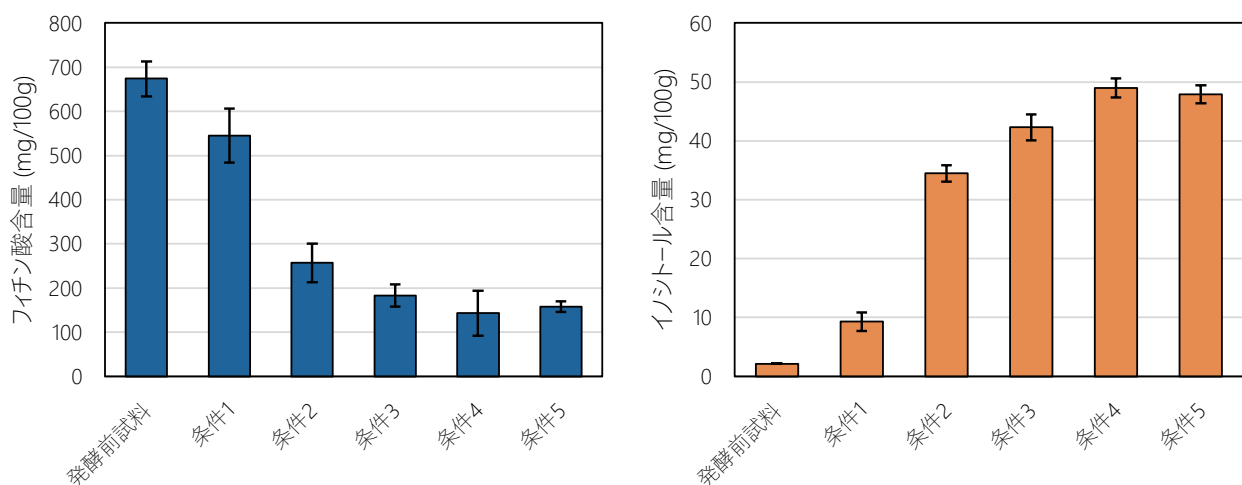


図2 黄麴菌と白麴菌の米麴を用いた玄米麴甘酒のフィチン酸およびイノシトール含量

発酵前試料および、表1に示す条件1～5で調製した玄米麴甘酒から3回の測定で得た平均値を示し、エラーバーは標準偏差を表す。

表1・図2は Marui et al. (2025)より CC BY-NC-SA 4.0 に従い転載/改変して作成  
© JSFST 2025 <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.ja>