

# 発芽米を酵素源とした酒類製造に関する研究

## Research on Alcoholic Beverage Production Using Germinated Brown Rice as an Enzyme Source

会津若松技術支援センター 醸造・食品科 高橋 亮 渡辺愛奈

発芽米を酵素源として麦芽を使用しない酒類製造の基礎試験を行った。粳米の使用やフェルメイド K 浸漬法により、酵素活性を向上させた発芽米の調整を可能とした。発芽米のみでは糖化に時間を要するため、発芽米の半量を蒸米に代替することで糖化効率の大きな向上が可能となった。発芽米糖化液のグルコース:マルトース比率はグルコースが5割以上と高く、依頼企業の希望する清酒酵母の香味特性を活かした酒類製造も可能となった。

**Key words:** 発芽玄米、玄米、粳米、発酵助剤

### 1. 緒言

発芽玄米とは玄米を 30[°C]前後で 2 4 時間程度水に浸漬させて発芽させたものである。玄米同等の栄養機能と発芽により高められた生体調節機能が注目されており、白米同様に炊飯できる高機能性食品素材として認知されている。依頼企業である合同会社ねっかは当所の技術開発事業や受託研究を活用し、吟醸香であるカプロン酸エチルが非常に高い米焼酎の開発<sup>1)</sup>、劣化しにくいカプロン酸エチル系清酒の開発など先進的な商品開発を行い、特許も積極的に取得している。今回は地元南会津産の 6 次化商品である発芽玄米を用いた新たな酒類開発を目指している。

ビールやウイスキーは大麦から発芽させた麦芽を酵素源に原料を糖化させて麦汁とし、そこに酵母を添加してアルコール発酵して製造される。米を副原料に用いたビール、麦芽に発芽玄米を併用したウイスキーの商品化事例はあるが、米のみを原料として発芽玄米を酵素源として利用した商品はない。さらに当所が技術開発事業にて選抜したねっか米焼酎および清酒醸造用のカプロン酸エチル高生産酵母を用いることで、市場には存在しない付加価値の高い商品開発が期待できる。そこで、発芽玄米を酵素源として麦芽を使用しない酒類製造の基礎試験を行い、発芽条件と糖化条件の検討をしたので報告する。

### 2. 実験

#### 2. 1. 供試原料

令和 7 年産の玄米として、ふくみらい (うるち米) と五百万石 (酒造好適米)、粳米として五百万石、コシヒカリ (うるち米)、こがねもち (もち米) を用いた。

#### 2. 2. 発芽試験

種もみの殺菌に用いられる温湯処理<sup>2)</sup>を参考に、試料を 60[°C]の温水に 1 0 分間浸漬して殺菌した。殺菌後に 20[°C]の水に 3 日間浸漬させ、毎日酸素供給のため水替えを行った。浸漬後は水切りし、シャーレまた

はタッパーに湿らせた濾紙またはガーゼを敷いた上に浸漬試料を乗せて密閉して 25[°C]にて 1 ~ 6 日間発芽させた。また、発芽促進効果が期待できるジベレリン (住友化学 (株)) や発酵助剤であるフェルメイド K (ラルマン社) 浸漬を検討した。ジベレリン浸漬試験区では、温湯処理後に 100[ppm]のジベレリン溶液にて 20[°C] 3 日間浸漬後に発芽させた。フェルメイド K 浸漬試験区では、温湯処理後に 250[ppm]のフェルメイド K 溶液にて 20[°C] 3 日間浸漬後に発芽させた。発芽後は送風乾燥機にて 55[°C]で 2 4 時間乾燥させて発芽米試料とした。

#### 2. 3. 発芽米の酵素活性測定

発芽米試料 5[g] に対し 0.5[%]塩化ナトリウムを含む 10[mM] 酢酸緩衝液 (pH5.0) を 25[mL] 添加し 5[°C] で一晩静置抽出した後、濾紙 5A (ADVANTEC) で濾過して測定試料とした。 $\alpha$ -アミラーゼ活性、グルコアミラーゼ活性は酵素測定キット (キッコーマンバイオケミファ (株)) を用いて測定した。

#### 2. 4. 糖化試験

ミキサー BM-FX08-GA (象印マホービン (株)) により発芽米試料を粉砕した。三角フラスコに粉砕試料および 4 倍量の 55[°C]の温水を入れ、恒温振とう機にて振とうしながら 55[°C]で糖化した。糖化の促進のため酵素剤添加試験区、蒸米代替試験区を設けた。酵素剤 (グルク吟 (天野エンザイム (株)) 添加試験区では、温水に所定量の酵素剤を溶解した。蒸米代替試験区では発芽米重量の半量を白米 (コシヒカリ 精米歩合 90%) で代替えし、蒸きょうして蒸米として加えた。なお、蒸米時に増加した水分量を温水添加量から差し引いて糖化した。

#### 2. 5. 糖化液の分析

糖化液を 9000[rpm]、5 分間遠心分離した上澄液を測定試料とし、Brix は糖度計 PAL-1 ((株) アタゴ)、グルコースおよびマルトースは液体クロマトグラフ (日本分光 (株)) にて測定した。

### 3. 結果および考察

#### 3. 1. 発芽試験結果

原料および浸漬条件における6日間発芽後の酵素活性結果を表1に示した。玄米試料はともに浸漬や発芽中に雑菌汚染が進み試験継続不可となった。市販発芽玄米はグルコース、 $\alpha$ -アミラーゼともに非常に低く酒類製造には適さない値であった。粳米試料は $\alpha$ -アミラーゼ値は低いが、グルコアミラーゼは清酒麹並みに高い値となった。品種別ではコシヒカリのグルコアミラーゼが244[U/g]となり、他の品種より2~3割ほど高かった。浸漬条件別ではフェルメイドK浸漬が372[U/g]と水道水浸漬と比較して8割増加、ジベレリン浸漬が342[U/g]と7割増加となった。効果およびコストの両面からフェルメイドK添加が有用と考えられた。発芽米の状貌を図1、グルコアミラーゼ活性の生成経過(試験区7)を図2に示した。状貌は経過日数に伴い根や芽が伸長したが、グルコアミラーゼ活性は発芽期間1日で最大となり6日目までに微減した。発芽期間は1日で十分であった。



図1 発芽米の状貌(試験区7)

表1 原料および浸漬条件における6日間発芽後の酵素活性結果

試験区	原料状態	品種	浸漬条件	グルコア	$\alpha$ -アミ
				ミラーゼ	ラーゼ
1	玄米	ふくみらい	水道水	※	※
2	玄米	五百万石	水道水	※	※
3	粳米	五百万石	水道水	199	3
4	粳米	五百万石	ジベレリン	342	5
5	粳米	コシヒカリ	水道水	244	7
6	粳米	こがねもち	水道水	181	4
7	粳米	五百万石	フェルメイドK	372	3
市販発芽玄米				7	3

※発芽試験中に雑菌が増殖したため試験継続不可 (u/g)

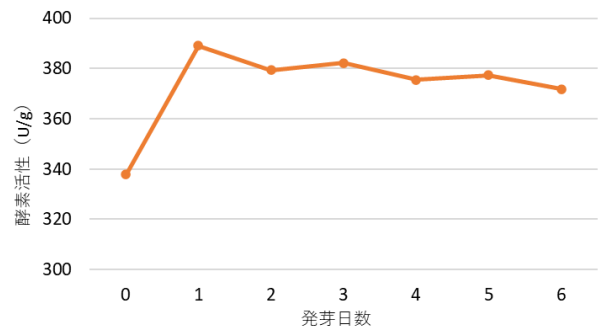


図2 発芽米のグルコアミラーゼの生成経過(試験区7)

#### 3. 2. 糖化試験結果

発芽米のみでは $\alpha$ -アミラーゼ活性が低いいため、糖化効率の向上を目的に酵素剤を添加し糖化試験を行った。酵素剤は発芽米100[kg]あたり25[g]、および50[g]とした。結果を図3に示した。酵素剤添加により1~2割糖化効率は向上したが、酵素剤添加試験区でもBrix12まで30時間と長時間を要した。ビールやウイスキーの原料となる麦芽は糊化温度が低く、糖化温度帯でも糊化が進む一方、米は糊化温度が高いため糖化に長時間を要したと考えられる。糖化後の糖組成を図4に示した。グルコース：マルトース割合は無添加試験区では85：15、酵素剤添加区ではともに90：10と酵素剤添加によりマルトース割合がやや減少した。グルコースとマルトース合計糖濃度は11.3[%]となった。

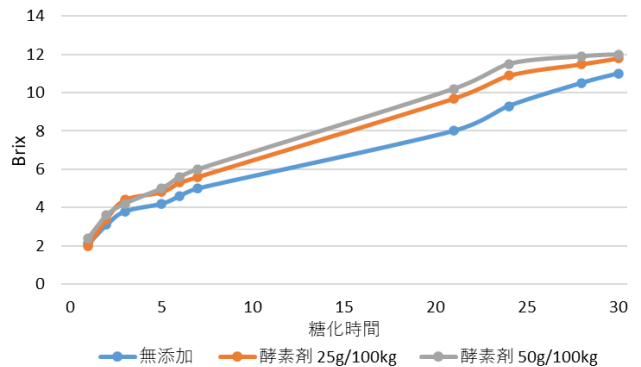


図3 酵素剤添加による糖化試験結果

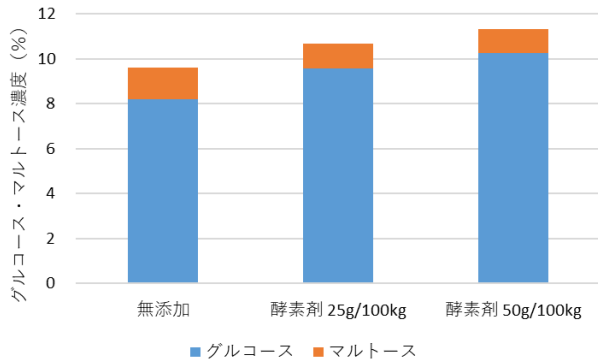


図4 糖化試験による糖組成測定結果

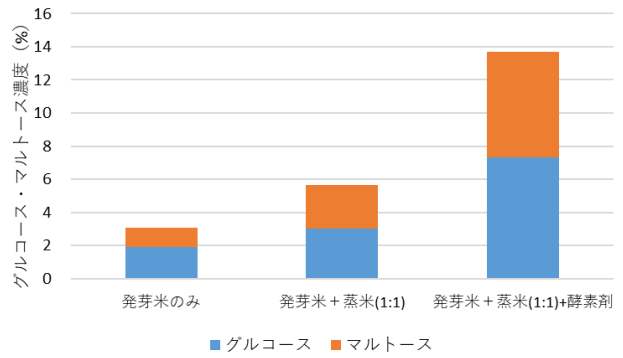


図6 蒸米代替糖化試験による糖組成測定結果

糖化効率の向上を目的に、発芽米の半量を糊化済みである蒸米に代替し、さらに酵素剤を 25[g/100kg] 添加し糖化を行った。結果を図5に示した。蒸米代替および酵素剤添加により 3 時間で Brix12、6 時間で Brix15.5 まで増加し、糖化効率が大きく向上した。

糖組成測定結果を図6に示した。蒸米代替により Brix 値は改善し、さらに酵素剤無添加ではグルコースとマルトース濃度は糖化後に合計で 5.6[%]と低いが、酵素剤添加により 13.7[%]と大きく向上した。グルコース：マルトース比率は蒸米代替試験区で 53：47 となり、発芽米単体よりもマルトース比率が増加したがグルコース比率が5割以上と高い糖化液となった。

依頼企業は清酒酵母（ねっか米焼酎および清酒醸造用に選抜したカプロン酸エチル高生産酵母）の使用を希望している。麦芽を糖化した麦汁ではマルトースが主となり、マルトースの資化性に乏しい清酒酵母ではマルトース資化性酵母とのブレンド発酵では香味特性を出すことは難しい。一方、グルコース比率が5割以上と高い今回の発芽米糖化液であれば酵母の香味特性を生かすことができ、マルトース資化性酵母と酵母ブレンド発酵させてもカプロン酸エチル濃度の高い酒類製造が可能となると考えられる。

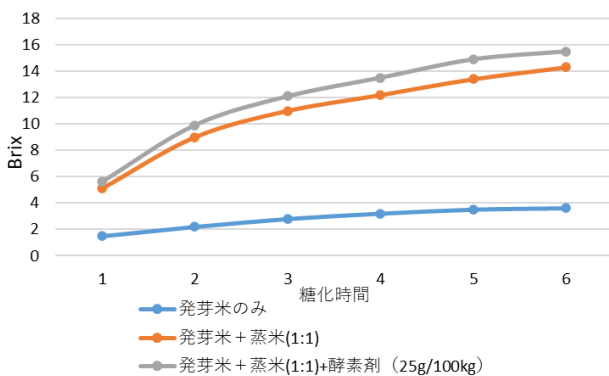


図5 蒸米および酵素剤添加による糖化試験結果

## 5. 結言

- ・発芽玄米を酵素源として麦芽を使用しない酒類製造を目的とした基礎試験を行い、発芽と糖化条件の検討をした。
- ・粳米を用い、品種ではコシヒカリ、フェルメイド K 浸漬液に添加することでグルコアミラーゼは清酒麹並みに高い値となった。
- ・ $\alpha$ -アミラーゼ活性が低いため酵素剤で補完し、糊化温度が低い米原料の課題をクリアするため発芽米の半量を蒸米に代替したところ、発芽米単体と比較して糖化効率が大きく向上した。
- ・蒸米半量代替および酵素剤添加により糖化した発芽米糖化液は Brix15.5、グルコースとマルトース濃度は糖化後に合計で 13.7[%]と酒類醸造に適する値となった。さらにグルコース：マルトース比率も5割以上と高く、依頼企業が希望するカプロン酸エチル高生産清酒酵母の香味特性を活かした酒類製造も可能となると考えられる。

## 参考文献

- 1) 高橋亮. カプロン酸エチル高生成焼酎酵母の育種及び実用化に関する研究. 令和元年度福島県ハイテクプラザ試験研究報告,2019.
- 2) 白井佳代, 丹野久 他. 温湯種子消毒による水稻の種子伝染性病害対策. 北海道立農業試験場集報, 2003, p.29-32.