

新形質米の機能性成分保持及び高度利用技術の研究（第 3 報）

新形質米を利用した発酵食品製造技術の検討

中川 力夫* 吉浦 貴紀* 田畑 恵** 久保 雄司* 長谷川 裕正**

1. はじめに

米を原料とする食品製造企業の業界も縮小傾向にあり、新たな米消費拡大戦略とそれを可能にする研究開発が必要とされている。

そこで、県農業総合センター農業研究所と共同で、機能性成分を多く含むなどの既存の米にない特徴をもつ「新形質米」を活用して、付加価値の高い食品を製造するための研究を進める。

今年度は、有色素米の清酒製造への利用に必要な基本データの整理と低アミロース米による製パン技術の確立を図る。

2. 目的

有色素米の清酒製造への利用については、茨城県の紫黒米普及候補「朝紫」「おくのむらさき」の精米歩合による色調、機能性成分等の醸造適性を調査することを目的とし、低アミロース米による製パン技術については冷凍パン生地を用いる方法について検討することを目的とした。

3. 研究内容

3.1 有色素米の清酒製造試験

玄米表皮にアントシアン系色素を多く含む紫黒米は視覚的かつ機能性的にも付加価値の高い有色素清酒の製造に利用が可能であるが、清酒に使用する際の糯米・粳米の色素抽出の差や精米歩合の差による色素抽出の結果を示した報告は殆ど見られない。そこでこれらの課題を検証するために、当県で栽培適正があると考えられる紫黒米の 2 種(糯米, 粳米)を用いて精米歩合と色味、総ポリフェノール濃度の関係を調査し製造条件の検討を行った。

有色素清酒を製造する方法として総米全量に紫黒米を使用するより、総米の 15%相当量を 4 段仕込みとして使用した方が官能的に優れていると当センターの既報がある¹⁾。そこで実際の仕込みを想定し、各紫黒米を段階的に精米歩合を変えて精米し、50g の清酒 4 段仕込み試験を検討した。使用した品種は表 1 のとおり。

表 1 有色素清酒試験に使用した原料米

原料米区分	品種名	栽培地
紫黒米	朝紫(糯)	水戸
	おくのむらさき(粳)	水戸
酒造好適米	ひたち錦(標準)	茨城県内

(1) 有色素清酒モデル製造法

表 2 に示す 9 種類の精米歩合で精米した紫黒米 50g (使用精米機：サタケ(株)クリーンワンパス)を 2 分間洗米し、10℃の水に一晩浸漬させた。翌日、セイロで 30 分蒸した後、4 段階酵素 TG-B(天野エンザイム社製)50mg、乳酸 15ul 含有された 45℃のお湯に投入して 53℃の恒温器で 18 時間、酵素 4 段階処理した。なお、標準品として精米歩合 70%のひたち錦の清酒モデルも製造した。

表 2 有色素清酒試験に使用した精米歩合

品種名	精米歩合(%)
朝紫(糯)	100, 99, 98, 97, 95, 90 の 6 通り
おくのむらさき(粳)	100, 99, 98 の 3 通り
ひたち錦(標準)	70 の 1 通り

出来た 4 段階液は通常の本仕込みと同じ割合となるように 6 倍量のエタノール(18%)で 7 倍希釈にして各種分析を行った。

(2) 4 段階液の比重 (Brix) 調査

希釈前の 4 段階液の比重 (Brix) を測定した。

(3) 有色素清酒モデルの色調調査

各サンプルを可視部 525nm(赤色度)の吸光度を測定した²⁾。

(4) 有色素清酒モデルのポリフェノールの定量

各サンプルを用いて Folin-Denis 法に従って定量した³⁾。試験管にサンプル 500ul, 80%エタノール 500ul 加え、これにフェノール試薬(水で 2 倍に希釈したもの)1ml, 3 分後に 10%(w/v)炭酸ナトリウム溶液 3ml 加え攪拌後、暗所で 1 時間反応させ 760nm の吸光度を測定した。検量線は没食子酸溶液(188ug/ml)を適宜希釈して同様に操作し作成した。

3.2 低アミロース米の米粉パン製造試験

一般的に米粉を添加したパンは、時間が経つと硬くなりやすいといわれている。平成 21 年度の試験結果より、低アミロース米のミルキークイーンを使用したパンは、中アミロース米のタカナリや高アミロース米の夢十色を使用したパンよりも硬くなりやすいことがわかった。

現在パンの製造現場では、冷凍パン生地を用いる方法が主流となっている。そこで、低アミロース米を利用した米粉パンについても、生地の冷凍が可能であるかどうか検討を行った。

パン生地の冷凍のタイミングとしては主に、一次発

酵、成形後に冷凍する場合（二次発酵前冷凍）と、二次発酵まで終えてから冷凍する場合（二次発酵後冷凍）がある。そこで、この2通りの方法について検討することとした。

(1) パン生地 の製造

ホームベーカリー（パナソニック SD-BMS101）のパン生地コースで生地を作り、丸形に成形をして二次発酵を行い、190℃のオーブンで10～15分焼き上げた。冷凍生地については、二次発酵前と二次発酵後の生地の一部を-20℃で冷凍し、前者については解凍後二次発酵を行い、後者については解凍後に焼き上げた。なお、パンの配合割合はホームベーカリーの基本レシピに従い、小麦粉（日清製粉製スーパーカメリア）の20%をミルキークイーンで置換した。

4. 研究結果と考察

4.1 有酸素米の清酒製造試験



写真1 精米後の有酸素米の色合い

写真1の上段は、左から朝紫の精米歩合 100%, 99%, 98%, 97%, 中段は 95%, 90%, 下段は左から「おくのむらさき」の精米歩合 100%, 99%, 98%, ひたち錦（精米歩合 70%）の精米歩合 100%, 99%, 98%。

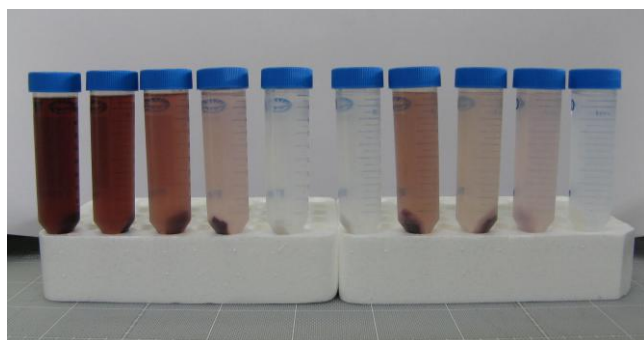


写真2 有酸素清酒の色度合い

写真2は左から 朝紫の精米歩合 100%, 99%, 98%, 97%, 95%, 90% おくのむらさきの精米歩合 100%, 99%, 98%, ひたち錦の精米歩合 100%, 99%, 98%。

99%, 98% ひたち錦（精米歩合 70%）

表3 各品種清酒モデルの精米歩合、Brix、赤色度、総ポリフェノール量

品種	精米歩合 (%)	Brix (%)	赤色度 ABS525nm	総ポリフェノール量 (mg/100ml) 没食子酸相当量
朝紫	100	17.2	0.653	87.7
	99	20.1	0.560	82.4
	98	24.6	0.304	54.7
	97	27.5	0.137	20.4
	95	28.6	0.066	8.1
	90	28.6	0.035	7.6
おくのむらさき	100	15.1	0.173	35.9
	99	24.0	0.156	26.4
	98	26.8	0.134	10.1
ひたち錦	70	28.3	0.079	4.0

1) 紫黒米2種の比較では同条件の精米歩合では顕著に糯米である「朝紫」の方が「おくのむらさき」に比べて赤色度も総ポリフェノール量も勝っていた。

2) 「朝紫」「おくのむらさき」共に100%の精米歩合（無精米）が最も赤色度も総ポリフェノール量も多かった。無精米の状態では非常に固く、酸・アルカリにも強いとされる玄米表皮が存在するために、赤色度や総ポリフェノール量が精米歩合99%などより低下するのではと予想していたが今回の清酒の製造方法では全く影響が無いことが分かった。

3) 色素抽出、ポリフェノール抽出の観点では精米歩合100%が有利であるが表皮の影響でBrixは最も少なくなる。色彩、機能性を重視するか醗の甘さ戻りを重視するかで精米歩合を選択する必要があるが、両方のバランスが取れているのは98%前後の精米歩合といえる。

4.2 低アミロース米の米粉パン製造試験

（パンの製造工程）

捏ね→一次発酵→成形→冷凍→二次発酵→焼き
または、

捏ね→一次発酵→成形→二次発酵→冷凍→焼き



写真3 冷凍直後の生地

左：二次発酵前冷凍生地 右：二次発酵後冷凍生地



写真4 焼成直前の生地

写真4で左の生地は、二次発酵前冷凍生地を解凍して二次発酵させたもの。

右の生地は二次発酵後冷凍生地を解凍したもの。



写真5 焼成直後のパンを上から撮影



写真6 焼成直後のパンを横から撮影

写真5, 6はいずれも左のパンが「冷凍工程なし」中央のパンが「二次発酵前冷凍生地を二次発酵させて焼いたもの」

右のパンが「二次発酵後冷凍生地を焼いたもの」

1) ミルキークイーン20%入りパン生地を成形後に冷凍し、その後二次発酵した場合でも、二次発酵は問題なく進むことが確認された。ただし、解凍時間も含まれるため、二次発酵にかかる時間は長くなる。

2) 二次発酵前冷凍生地あるいは二次発酵後冷凍生地のいずれを用いても、冷凍工程なしの生地と同様の焼き上がりのパンが得られた。

5. まとめ

1) 紫黒米を原料にした有色素清酒醸造に供する時には糯品種である「朝紫」のほう粳品種である「おくのむらさき」に比べて色彩も鮮やか、かつ濃く、抗酸化物質ポリフェノールも豊富に含まれることが示唆された。

また玄米表皮に傷等をつけなくても、無精米の状態の方がより色素、ポリフェノールを抽出できることが分かった。また機能性、色彩、醗のボーマ管理の点でバランスが取れているのは精米歩合98%あたりが最も使いやすい様である。

2) 低アミロース米ミルキークイーンを20%添加したパン生地について、冷凍をしても二次発酵や焼成が可能であることがわかった。

6. 今後の課題

1) 有色素清酒の最適な保存方法の確立

2) スチームを利用した低アミロース米の米粉パンの製造技術の確立

参考文献

- 1) 茨城テクノ大学講座ORT研修報告書H11(平成12年3月)
- 2) 岐阜県産黒米からのアントシアン系色素の抽出溶媒の検討(岐阜市立女子短期大学研究紀要第52輯, p135)
- 3) 食品機能研究法(光琳) p. 319~321