

酒米の精米工程で発生する白糠の特性評価と水による部分精製

乾 良充*, 佐合 徹*, 山崎栄次*

Characteristics of White Bran from Sake Rice and Its Partial Purification by Water Precipitation

Yoshimitsu INUI*, Toru SAGO* and Eiji YAMAZAKI*

To utilize white bran from sake rice for food industry, basic physico-chemical properties were evaluated and its partial purification with water was carried out. Gelatinization property of white bran was measured using a Rapid-Visco Analyser and the degree of damaged starch, protein and ash contents were assessed. As a results, it was found that the gelatinization maximum viscosity of the white bran was much lower than that of a common rice powder, while the degree of damaged starch of the white bran was much higher. This indicated that it would be difficult for the white bran to use for food industry to replace a common rice powder without removing or decreasing damaged starch. So the water precipitation technique was applied for purification. Ten, 20, and 50 times weight of water were added to the white bran and the precipitations were collected and these treatments were repeated 1, 2, 4 and 6 times. It was found that the volume of water added did not influence the yield, the maximum viscosity and the degree of damaged starch of purified products. Contents of ash gradually decreased while protein was slightly increased through the purification. In the repetition of water precipitation, the first water purification did not influence these parameters, while the second precipitation raised the maximum viscosity approximately two times and lowered the degree of damaged starch by approximately 60 % of the white bran without purification.

Keywords: White Bran, Sake Rice, Water Precipitation, Gelatinization Maximum Viscosity, Damaged Starch

1. 緒言

清酒醸造では酒質を高めるため、酒米の精米時にタンパク質や脂肪酸など香りや味を低下させる成分に富む外層を多く削る必要がある。削り取った外層は糠と呼ばれ、精米歩合（玄米に対する精米された酒米重量の100分率）90%以上の部位で発生する糠は赤糠、90～80%で発生する糠は中糠、それ以下で発生する糠は白糠と呼ばれている¹⁾。

一般的な酒造において、精米歩合は約65%であるため²⁾、大量の白糠が生じる。白糠の主成分は米粉と同様の澱粉であるが、精米の過程で、摩擦熱や機械的衝撃を受けて澱粉の結晶構造が壊れ低分子化する³⁾。無傷の澱粉に対する低分子化した澱粉の割合を澱粉の損傷度と呼び、食品加工を考えるうえで重要な指標である^{4,5)}。例えば、澱粉の損傷度が高い米粉でパンを作ると、通常の米粉と比べ、機械に対する生地への付着性が高くなるため、作業性が低下すること⁶⁾や、パンの膨らみ

* 食と医薬品研究課

の指標である比容積が小さくなること⁵⁾が知られている。以上の理由から、白糠は、通常の米粉と同じ用途で使用することは困難であり、現状は菓子など食品の製造において、加工適性を低下させない範囲で米粉の一部を代替するにとどまっております、有効な使用方法が求められている。

農林水産省は米粉の普及を目指しているものの、米粉の製品価格は小麦粉より高いことが課題である^{6,7)} (小麦粉：約 100 円/kg, 米粉：約 100～290 円/kg)。一方、白糠の価格は 20～40 円/kg であるため¹⁾、米粉に加える白糠の量が多くなれば、米粉の原料価格の低減につながると考えられる。

澱粉はアミロースとアミロペクチンの 2 つの高分子で構成される半結晶性高分子であり、生の澱粉は水に不溶性を示す^{8,9)}。澱粉は、この性質を利用して製造され^{10,11)}、例えば、馬鈴薯澱粉や甘藷澱粉では、植物体を磨砕、水洗して澱粉を分離させる。また、コーンスターチや化粧品等で使われる米澱粉は界面活性剤やアルカリなどへの浸漬後、磨砕、水洗して製造される。ここで、澱粉の損傷度が高いものは水に溶解するため³⁾、この性質を利用し、白糠を水中にけん濁させて可溶性成分を水に溶解させ、不溶物を回収することで損傷度の低い澱粉が得られると考えられる。(以下では、このような処理を精製と記す)。そこで本研究では、白糠の食品への利用拡大を目的として、白糠を水で精製することにより、損傷度の低い澱粉を得る方法を検討した。

2. 実験材料と実験方法

2. 1 実験材料

白糠は平成 30 年 10 月に三重県酒米組合 (三重県伊賀市) より提供されたものを用いた。本研究における比較対象として、平成 28 年産山田錦 (精米歩合 70 %, 三重県酒米組合より提供) から調製した米粉 (以下、本研究では山田錦と呼ぶ) および、パン製造用の米粉 (商品名：米の粉 NP, 群馬製粉株式会社, 以下米粉と呼ぶ) を用いた。実験試料は 10 °C で保存し、室温に戻した後、分析に供した。山田錦の粉碎は酒米研究会の酒造用原料米全国統一分析法によった¹²⁾。なお、白糠は様々な品種の酒米を精米することで得られたものであるため、単一品種に由来するものではない。供試し

た米粉の由来はうるち米のみの新規需要米であるものの、粉碎方法は不明である。つまり、試料の品種、粉碎方法、採取時期はそれぞれ異なる。しかし、本研究では、白糠と一般的な米粉との特性の違いについて顕著なものについて取り扱うものとするため問題ないと想定した。

2. 2 白糠の精製

白糠 20 g を 180, 380, 980 mL の蒸留水にけん濁させ、マグネチックスタラーでかく拌後、10 °C にて 1 時間静置したのち、デカンテーションにより上清を除去した。本研究ではこの一連を「水洗 1 回」と呼称する。同様の操作を 2, 4, 6 回繰り返し、デカンテーションをしたのち 1000 ×g で、5 分間遠心分離を行った。回収した沈殿に 20 mL イソプロピルアルコールを加え、再度、同じ条件で遠心分離を行い、上清を除去した。沈殿を 40 °C にて 3 日間乾燥後、試料粉碎機 (Model TI-100, 平工製作所株式会社) で 1 分間粉碎した。本研究ではこのようにして得られた白糠を「白糠精製物」と呼称する。なお精製における回収率は、精製前の試料の重量に対する乾燥後の精製物の重量割合とした。この操作は 3 回ずつ実施し、平均値を採用した。

2. 3 物理化学的・理化学的性質の測定

2. 3. 1 糊化特性

糊化特性はラピッドビスコアアナライザー (Model Super4, Perten Instruments 製, 以下 RVA と略す) を用いて評価した。試料濃度は 6.0 % とした (水分 13.5 % 換算)。回転数は 160 rpm で一定とし、50 °C で 1 分間保持した後、10.75 °C /min で 93 °C まで加熱し、その温度で 7 分間保持した。その後、10.75 °C /min で 50 °C に冷却し、3 分間保持した。

2. 3. 2 澱粉の損傷度

澱粉の損傷度は損傷澱粉測定キット (Megazyme 社) を使用して測定した。測定は各試料につき 3 回実施し、平均値を採用した。

2. 3. 3 一般成分

水分は常圧加熱乾燥法 (135 °C, 1 時間) により測定した。灰分は直接灰化法 (550 °C, 5 時間) により測定した。タンパク質含量はケルダール法により窒素・タンパク質換算係数を 5.95 として算出した。測定は各試料につき 3 回実施し、平均値を採用した。

2. 3. 4 統計解析

白糖、白糖精製物および米粉の澱粉の損傷度と各種成分分析の結果は、EXCEL 統計 Ver. 6.0 (エスミ株式会社) を用いて Tukey 法により検定した。有意水準はいずれも 5% とした。

3. 結果と考察

3. 1 米粉、白糖および白糖精製物の糊化特性

図 1 の左側に米粉、白糖、および白糖精製物の RVA で求めた糊化最高粘度、最低粘度および最終粘度を示す。白糖の糊化最高粘度、最低粘度および最終粘度は、6.5 RVU、4.6 RVU、および 9.9 RVU であった。一方、米粉の糊化最高粘度、最低粘度および最終粘度は、27.1 RVU、23.1 RVU、および 48.4 RVU であり、白糖より著しく高かった。用いた米粉の由来は新規需要米であり酒米の白糖とは品種が異なると考えられた。このため、酒米である山田錦の糊化最高粘度、最低粘度および最終粘度を測定したところ、24.3 RVU、16.8 RVU、および 34.3 RVU であり、白糖より著しく高かった。以上のことより、白糖の糊化最高粘度、最低粘度および最終粘度が米粉および山田錦より低かったのは、品種の違いではなく、澱粉の損傷度の影響だと思われる。一方、水洗 1 回の白糖精製物の糊化最高粘度、最低粘度および最終粘度は水量に関わらず白糖と同等であったため、精製の効果は無かったと考えられる。各水量ともに水洗 2 回の白糖精製物の糊化最高粘度、最低粘度および最終粘度は、白糖より高かった。これは、水洗 2 回を行うことにより、損傷度の高い澱粉が除かれたことを示唆している。水洗回数が増えるほど、糊化最高粘度、最終粘度は上昇する傾向にあった。

3. 2 澱粉の損傷度

一般に、生の澱粉に水を加え、加熱して生じる澱粉の糊化は、まず澱粉粒が吸水して膨潤し、その後アミロペクチンの結晶質部分が融解し、急激な粘度上昇を伴う一連の変化を指す¹³⁾。しかし、損傷した澱粉は結晶が壊れているため、粘度上昇が起こりにくいと考えられている³⁾。

図 2 に白糖、米粉および白糖精製物の澱粉の損傷度を測定した結果を示す。白糖の澱粉の損傷度は約 52% であった。一方、米粉の澱粉の損傷度は約 9% であった。このため、図 1 のように白糖の

糊化最高粘度、最低粘度および最終粘度が低かった原因は、高い澱粉の損傷度であると考えられる。各水量における水洗 1 回の白糖精製物の澱粉の損傷度は白糖と同等であった。これに対し、水洗 2 回の白糖精製物における澱粉の損傷度は、未精製の白糖の約 6 割程度に低下しており、損傷度の高い澱粉が除かれたためと考えられた。4 回以上水洗した白糖精製物の損傷度は、水洗 2 回と同等であり、米粉より高かった。以上の結果より、水精製という簡易な方法で白糖における澱粉の損傷度を改善させることができた。一般的な米粉に望ましいとされる澱粉の損傷度は 10% 未満¹⁴⁾とされ、今回の白糖精製物の値は、その基準を満たさなかった。一方、丹羽らはいろいろの製造について、水酸化ナトリウムで精製した白糖澱粉を上新粉の一部に代替できることを報告している¹⁵⁾。したがって、本研究の方法による白糖精製物は、食品製造において米粉をすべて代替するものではないが、米粉を代替する割合を従来の白糖より上げられる可能性が考えられる。

3. 3 回収率

図 3 に白糖精製物の回収率を示す。水量に関係なく水洗の回数が多いほど、回収率が低くなった。これにより、水洗により可溶性成分が除去され、想定のように澱粉の精製が行われた可能性が考えられる。

なお、1 回あたりの水量が 180 mL/回の場合、デカンテーションの時に、上清と沈殿の境目を確認することが難しく、沈殿の一部が流出する場面が多かった。一方、1 回あたりの水量が 380 mL/回以上の場合では、デカンテーション時の沈殿の境目は明瞭であったため、沈殿の一部が流出することは少なかったと考えられる。

3. 4 一般成分

白糖と米粉の水分はそれぞれ 11.0%、13.5% であった。白糖精製物の水分は各試料ともに約 10% であった。以降、白糖精製物は澱粉の損傷度の改善が認められたもののうち、回収率の高い傾向のあった水洗 2 回 (図 3) と糊化最高粘度の高かった水洗 6 回 (図 1) の試料をそれぞれ選抜し分析に供試した。図 4 に白糖、米粉および白糖精製物を無水物換算した灰分およびタンパク質含量の測定結果を示す。白糖の灰分やタンパク質含量は米粉より高かった。先に述べたとおり、本研究で用

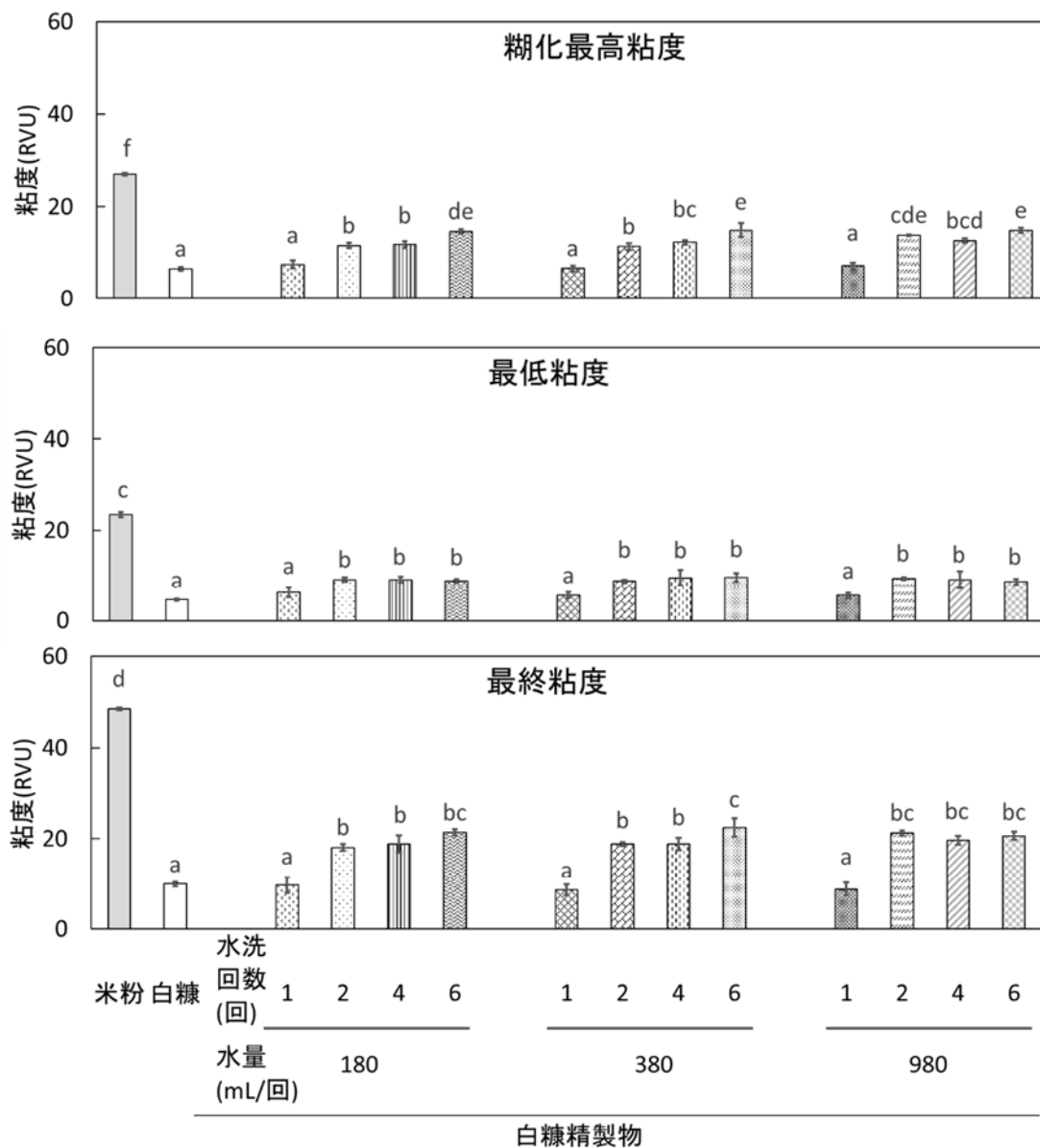


図1 米粉、白糖および白糖精製物の糊化特性

値：標本平均値±標本標準偏差 (n=3)

異なる英文字を付した数値間には5%水準の有意差があることを示す (Tukey法)

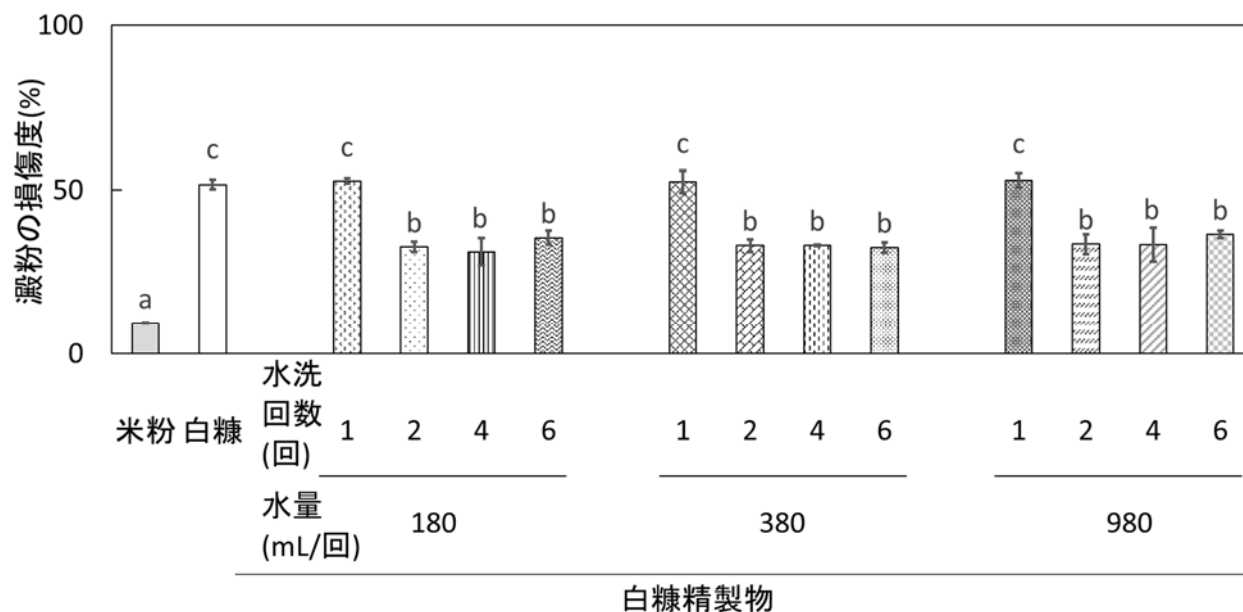


図 2 米粉，白糖および白糖精製物の澱粉の損傷度

値：標本平均値±標本標準偏差 (n=3)

異なる英文字を付した数値間には5%水準の有意差があることを示す (Tukey 法)

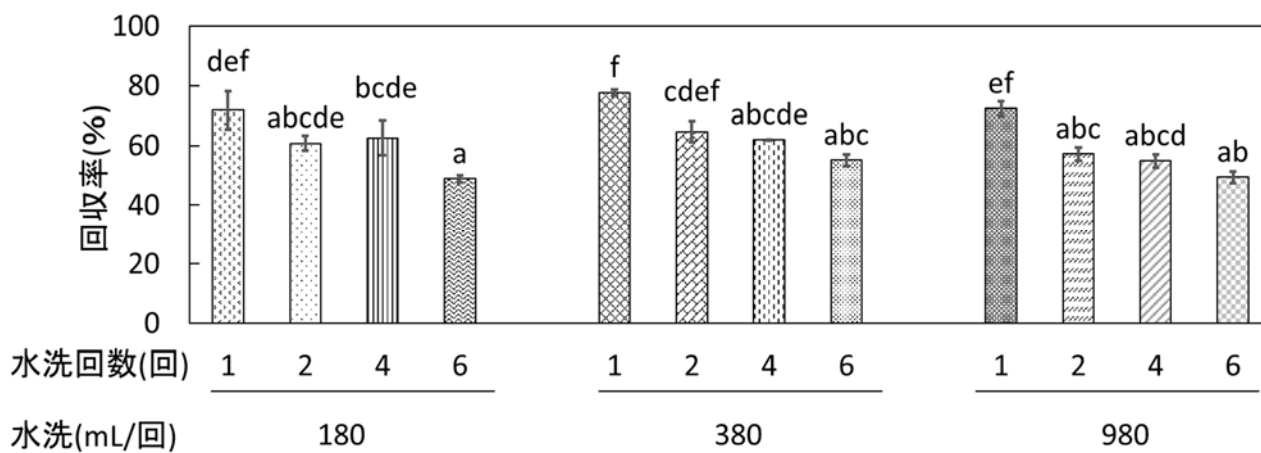


図 3 白糖精製物の水洗回数と回収率の関係

値：標本平均値±標本標準偏差 (n=3)

異なる英文字を付した数値間には5%水準の有意差があることを示す (Tukey 法)

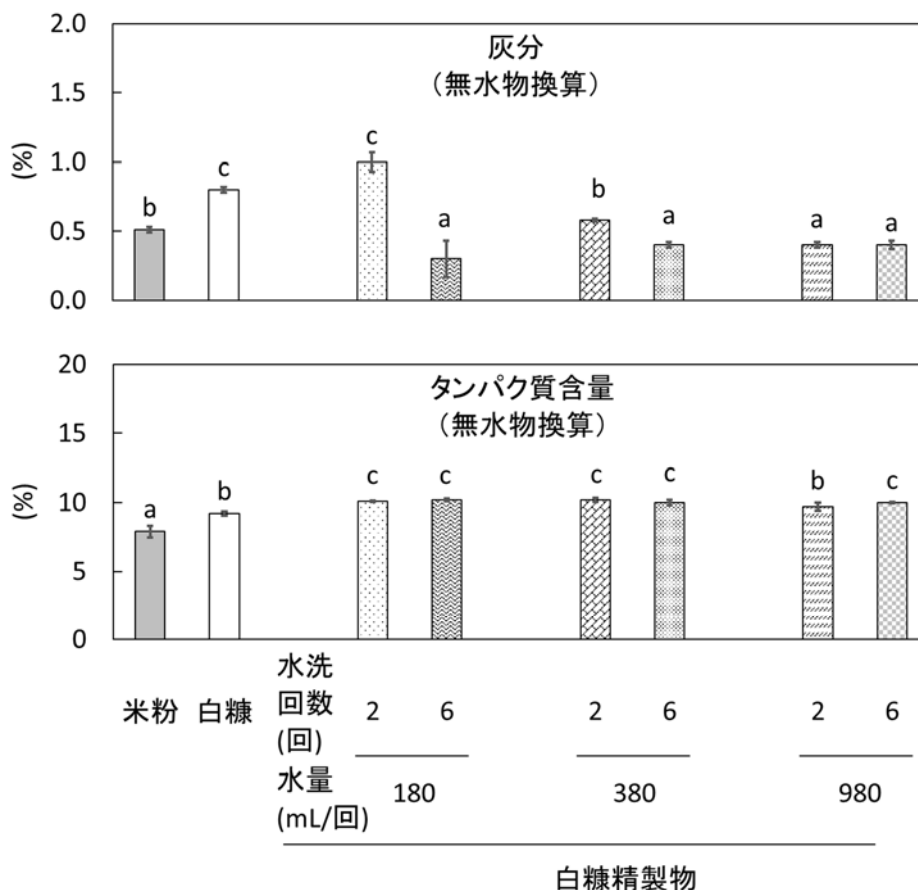


図 4 白糖の精製における灰分およびタンパク質含量の変化

値：標本平均値±標本標準偏差 (n=3)

異なる英文字を付した数値間には 5%水準の有意差があることを示す (Tukey 法)

いた白糖は酒米より製粉され、一方、米粉は新規需要米より製粉されており、品種がそれぞれ異なる。このため、白糖と米粉のタンパク質含量と灰分の値の違いは、米の部位だけでなく、品種の違いも反映した可能性がある¹⁶⁾。水量 180 mL/回、水洗 2 回を除いた全ての精製物の灰分の値が白糖より低くなった。また、水量 180 mL/回および 380 mL/回の水洗 6 回における灰分の値は水洗 2 回より低かった。早川らは水で飯米を洗う回数を多くするほど灰分の流出量が多くなる傾向があると報告しており¹⁷⁾、今回も同様の結果と考えられた。一方、タンパク質含量は、すべての白糖精製物において白糖より高くなった。早川らは米を水で 4 回洗ったとき、流出したタンパク質は、ほとんど

無かったと述べている¹⁷⁾。このことより、白糖精製物のタンパク質含量が白糖より高くなった理由は、白糖の精製により灰分や損傷度の高い澱粉など可溶性成分が流出したことで、精製物中のタンパク質含量が相対的に高まったためと考えられる。

4. まとめ

白糖の糊化最高粘度、最低粘度、最終粘度は市販の米粉と比べ著しく低く、澱粉の損傷度が高いためと考えられた。

白糖の水洗による精製物の回収率は約 50-70% であり、水洗回数が多いほど低くなった。水洗 1 回の白糖精製物の RVA による糊化最高粘度、最低

粘度および最終粘度, ならびに澱粉の損傷度は白糠と同等であったが, 水洗 2 回の白糠精製物の RVA による各測定値は白糠より高く, 損傷度は白糠より約 60%低減した. 水洗 4 回, 6 回と増えるに伴って, 白糠精製物の RVA による各測定値は上昇する傾向であったが, 澱粉の損傷度の値は水洗 2 回と同等であった. このように, 本研究で行った検討の中で, 回収率が高く, かつ, 損傷度が白糠より低くなる条件は, 水量に関係なく, 水洗 2 回であった. なお, 精製物の灰分は白糠より低く, タンパク質含量は白糠よりやや高かった.

以上のことから, 水で精製という簡便な方法で白糠の澱粉の損傷度を低減できることを明らかにした. 今後, 食品製造において, 米粉の一部を白糠の精製物に代替できる可能性について検討する.

謝辞

白糠を提供して頂いた三重県酒米組合にお礼を申し上げます.

参考文献

- 1) 堤 えみほか: 県産酒米粉 (酒造米糠) を利用した米粉麺の製造 “平成 18 年度熊本県産業技術センター業務報告”, p78-83 (2006)
- 2) 国税庁課税部鑑定企画官: “清酒の製造状況について (平成 30 酒造年度分)” p10 (2020)
- 3) 丹羽昭夫ほか: “酒米搗精米ぬかの性状分析”. 愛知県食品工業技術センター年報, 41, p22-28 (2000)
- 4) 二國二郎ほか: “澱粉科学ハンドブック”. 朝倉書店, p559 (1977)
- 5) 大坪研一: “米粉 BOOK”. 幸書房, p35 (2012)
- 6) 與座宏一ほか: “米粉利用の現状と課題”. 日本食品科学工学会誌, 55(10), p444-454 (2008)
- 7) 農林水産省: “米粉を巡る情勢 令和 2 年 2 月”. p4 (2020)
- 8) 市原敬司: “澱粉ゲルの構造と物性”. 応用糖質科学会誌, 5(2), p95-99 (2015)
- 9) 貝沼圭二: “日本の澱粉科学と産業の発達史を辿って”. 化学と生物, 50(4), p289-297 (2012)
- 10) 斎藤昭三: “食品加工原料としてのコメ澱粉とコメ粉”. 澱粉科学, 27(4), p295-313 (1980)
- 11) 二國二郎ほか: “澱粉科学ハンドブック”. 朝倉書店, p166-168 (1977)
- 12) 酒米研究会編: “酒造用原料米全国統一分析法”. p1 (1996)
- 13) 川井清司: “澱粉含有食品における物理的性状変化”. 応用糖質科学会誌, 5(2), p100-104 (2015)
- 14) 農林水産省: “米粉を巡る情勢 令和 2 年 2 月”. p16 (2020)
- 15) 丹羽昭夫ほか: “酒米搗精米糠を用いたうるろの試作”. 愛知県食品工業技術センター年報, 42, p22-28 (2001).
- 16) 深井洋一ほか: “米粒の搗精部位層における澱粉の糊化特性と理化学的性質”. 日本食品科学工学会誌, 44(2), p102-111 (1997)
- 17) 早川利朗ほか: “コメの水洗に関する研究: 白米の電顕観察と溶出成分”. 日本食品科学工業会誌, 53(10), p321-327 (1979)

(本研究は, 法人県民税の超過課税を財源としています.)