

雑豆発酵ペーストを活用した新規食品の開発（第2報）（平成20年度）

研究開発課 佐々木香子
共同研究 株式会社丸勝

1. 研究の目的と概要

十勝管内企業の株式会社丸勝は、小豆、金時、手亡など、十勝産の雑豆や野菜を原料とした醸造酢を製造・販売している。これらの醸造酢の製造では、原料を酵素分解及びアルコール発酵した後に発酵副産物が多量に発生する。昨年度はこの発酵副産物を発酵ペーストとして素材化し、物性や加工適性評価、加工品の開発を検討し、さらに機能性について評価を加えた。今年度も引き続き、発酵ペーストを使用した加工品の開発を進めるとともに、機能性高付加価値素材としての有効利用について検討した。

2. 試験方法

(1) 発酵ペースト調製法

原料は秤量・洗浄した後、水を加えてマスコロイダーで摩砕し、3種類の酵素を加えて50℃でインキュベートした。酵素処理開始から2~3時間後、酵母を添加して4~5日間発酵させ、遠心分離して発酵ペーストを得た。分析に用いる試料は、ペーストに水を加えて洗浄し、凍結乾燥後に超遠心粉碎機で粉碎して調整した。

(2) 成分分析

一般成分、食物繊維、無機質分析は常法で行った。遊離アミノ酸は、試料に75%エタノールを加えて1時間振とうした上清を、PITC（イソチオシアン酸フェニル）で誘導体化後、HPLC（LC8020、東ソー製）で分析した。タンパク質分子量は、試料に蒸留水を加えて1時間振とうした後、遠心分離した上清中のタンパク質をエタノール沈降させ、蒸留水に溶解した後にゲル濾過膜に供したものをHPLC（LC-20A）で分析した。また、低分子タンパク質含量はTNBS（トリニトロベンゼンスルホン酸ナトリウム）法で分析し、分析値から遊離アミノ酸の総量を差し引きして算出した。

(3) 発酵ペーストのペプチド生成試験

小豆、手亡、金時の発酵ペーストにリン酸バッファーを加えて60℃に加温し、プロテアーゼを添加して1時間酵素反応を行った。さらに2種類のプロテアーゼを添加して60℃で16時間酵素反応を行った後、95℃で15分間加熱して酵素を失活させ、フィルター濾過によって酵素分解液を得た。酵素分解液はゲル濾過で分子量10,000以下に分画し、低分子タンパク質分析および分子量分析に用いた。

3. 結果および考察

(1) 発酵ペーストを用いた商品の開発

昨年度は発酵ペーストの物性や加工適性評価を行い、餡に比べて粒子が細かいこと、保水性が高いなどの基礎データを揃え、加工適性評価等を行った。今年度は具体的な商品開発に取り組み、ベル食品株式会社様のご協力により、発酵ペースト入りドレッシング風調味料及びレトルトスープを開発した。ドレッシング風調味料はごまタイプと味噌タイプの2種類を試作し、ペーストの色が生かされ、かつ「荒濾し感」により豆が連想できる物となった。レトルトスープは、現段階では手亡ペーストを用いた手亡スープについて、商品化を進めている。また、株式会社丸勝は観光型施設である十勝ヒルズを運営しており、施設内のレストランで発酵ペーストを配合した洋菓子類を開発し、デザートメニューとして提供する。図1および図2に試作品の写真を示す。



ごまタイプ

味噌タイプ

図1 発酵ペースト入りドレッシング試作品
(ベル食品株式会社)



シフォンケーキ

シュークリーム

図2 発酵ペースト入り洋菓子試作品（株式会社丸勝）

(2) 発酵ペーストの成分分析

小豆や金時、手亡などの雑豆は、一般成分のうちタンパク質や食物繊維が多いことが知られており、特に食物繊維においては、煮豆や餡に加熱加工することで含量が増加することが報告されている。また、豆類の機能性としては、食物繊維やタンパク質の一部が相互に作用し、脂質代謝改善効果などを示すこと等が報告されていることから、発酵ペーストの機能性について、帯広畜産大学にご協力頂き、ラットへの経口投与による脂質代謝改善効果を試験して頂いた。その結果、発酵ペースト投与群は基準食投与群に比べ、血中の総コレステロールが低下しており、特に HDL コレステロール濃度を変えずに VLDL+IDL+LDL コレステロールを低下させていた。さらに血中中性脂質については、発酵ペースト投与群では煮豆投与群よりも顕著に低下が認められた。これは、発酵ペーストの投与によって腸内環境が改善されるのに伴い、糞便中への油脂成分の排出が促進され、その結果、肝臓における脂質代謝が活性化し、血液中のコレステロールが減少したと考えられる。

発酵ペーストに上記のような機能性効果が認められたことから、小豆、金時、手亡の発酵ペーストの成分を煮豆と比較した。発酵ペーストは煮豆よりも食物繊維やタンパク質が多く含まれており、特にタンパク質については小豆で 49.6%、金時で 48.5%、手亡で 46.0%と、成分中のほぼ半分近くがタンパク質であることが判った（図3）。これは、雑豆成分中の炭水化物が発酵によってアルコールへと変換され、消費されていることから、相対的に含量が多くなったためと考えられる。

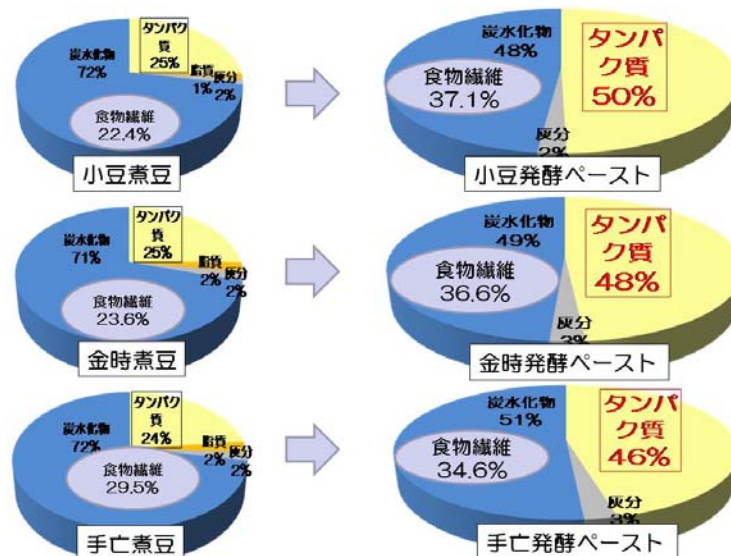


図3 発酵ペースト粉末成分分析値

(3) 発酵ペースト低分子タンパクの分析

発酵ペースト中のタンパク質含量が非常に高かったため、今年度は発酵ペーストのタンパク質に着目して検討を行った。発酵ペーストは酵素分解および発酵工程を経ているため、成分中のタンパク質が分解され、ペプチドが生成されている可能性がある。そこで、煮豆・発酵ペーストについて低分子タンパク質を測定した結果、乾豆では1.3~2.4%、煮豆では0.1~1.2%であったのに対し、発酵ペースト中には小豆で7.3%、金時で10.0%、手亡で9.7%の低分子タンパク質が存在することが判った(図4)。また、それらの分子量を測定したところ、煮豆の主な分子量が小豆で5,500~8,000、金時で5,500~8,500、手亡で5,500~9,500であったのに比べ、発酵ペースト中における主な分子量は小豆で2,000~3,000、金時で1,900~3,500、手亡で1,900~3,400であった(図5)。この結果から、酵素処理および発酵により煮熟豆中のタンパク質が分解され、アミノ酸およびアミノ酸がいくつか繋がったペプチドが生成していると考えられた。食品中のペプチドは低分子化するほど速やかに腸管吸収される性質があり、脂肪との吸着力が高いことから脂質の代謝が促進され、血中中性脂肪を低下させるといった健康機能が注目されている。前記動物試験の結果からも、発酵ペースト由来の雑豆ペプチドが脂質代謝促進効果に関与している可能性が考えられた。

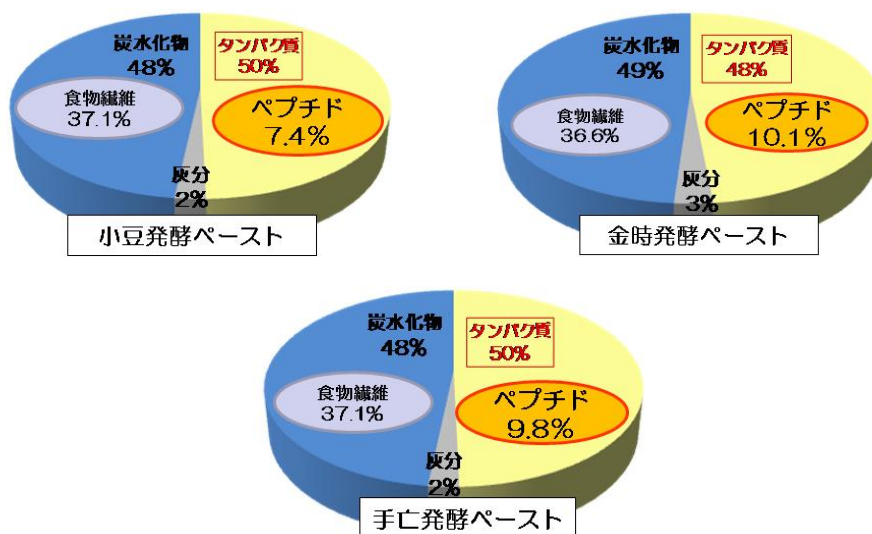
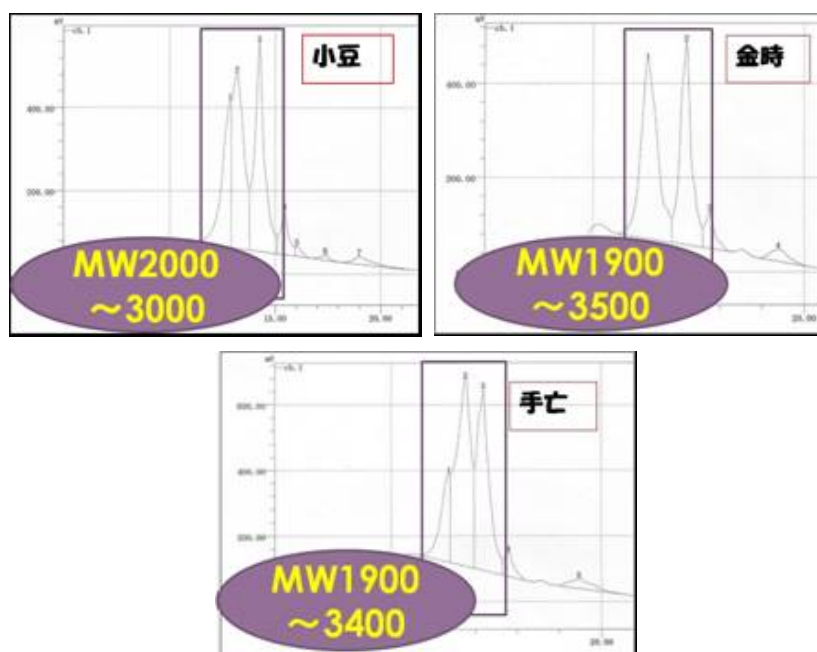


図4 低分子タンパク質分析



* 同条件での煮豆の分子量は、小豆 5500~8000、金時 5500~8500、手亡 5500~9500

図5 発酵ペースト分子量分布

(4) ペプチド素材としての可能性検討

前記試験により、発酵ペースト中には低分子化されたペプチドが存在していることが判った。現在、大豆や海藻、魚から抽出されたペプチドなど、様々な食品由来のペプチドが利用されていることから、雑豆ペプチドについても健康機能性素材としての可能性が高いと考えられる。そこで発酵ペーストをタンパク質素材と考え、さらに低分子化されたペプチドの生成が可能であるかを検討した。小豆、手亡、金時発酵ペーストをプロテアーゼで処理し、ゲル濾過によって分子量10,000以下に分画し、ペプチド含量を測定した(図6)。その結果、酵素処理後では小豆で16.6%、金時で14.4%、手亡では18.8%のペプチドが含まれており、未処理の発酵ペーストよりも1.5~2.0倍のペプチド含量であった(表1)。また、このペプチドについて分子量分析を行ったところ、小豆発酵ペーストではMW2000~3000領域に大きなピークが見られたのに対し、酵素処理後では500~2000にピークが移行していた。また、金時及び手亡発酵ペーストではMW1900~3500に大きなピークが見られたが、酵素処理後は金時でMW600~2300、手亡ではMW500~1800であり、発酵ペーストのペプチドがより低分子化していることが判った(図7)。これらの結果から、発酵ペーストには低分子化できるタンパク質が含まれており、雑豆ペプチドの原料として有効利用できる可能性が考えられた。

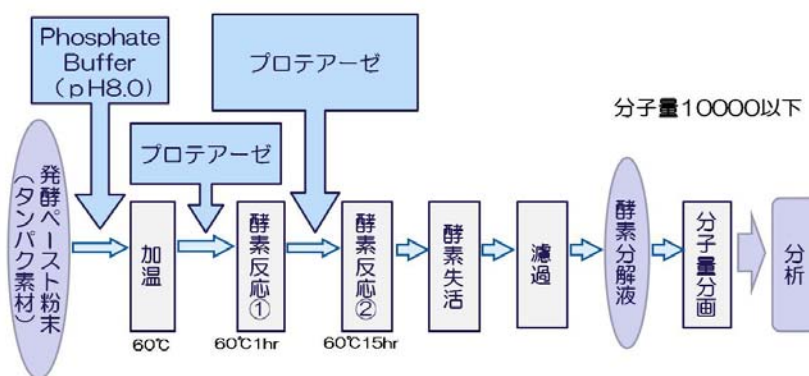


図6 発酵ペースト酵素処理フロー図

表1 発酵ペースト酵素処理後のペプチド含量分析

	CONCENTRATION(g/100g)								
	煮豆			発酵ペースト			酵素処理後		
	小豆	金時	手亡	小豆	金時	手亡	小豆	金時	手亡
水溶性画分* タンパク含量 (A)	0.1	1.3	2.4	8.3	11.1	11.0	27.8	22.7	28.3
遊離アミノ酸 総量(B)	0.02	0.1	0.1	0.9	1.0	1.2	11.2	8.3	9.4
(A) - (B)	0.1	1.2	2.4	7.4	10.1	9.8	16.6	14.4	18.8

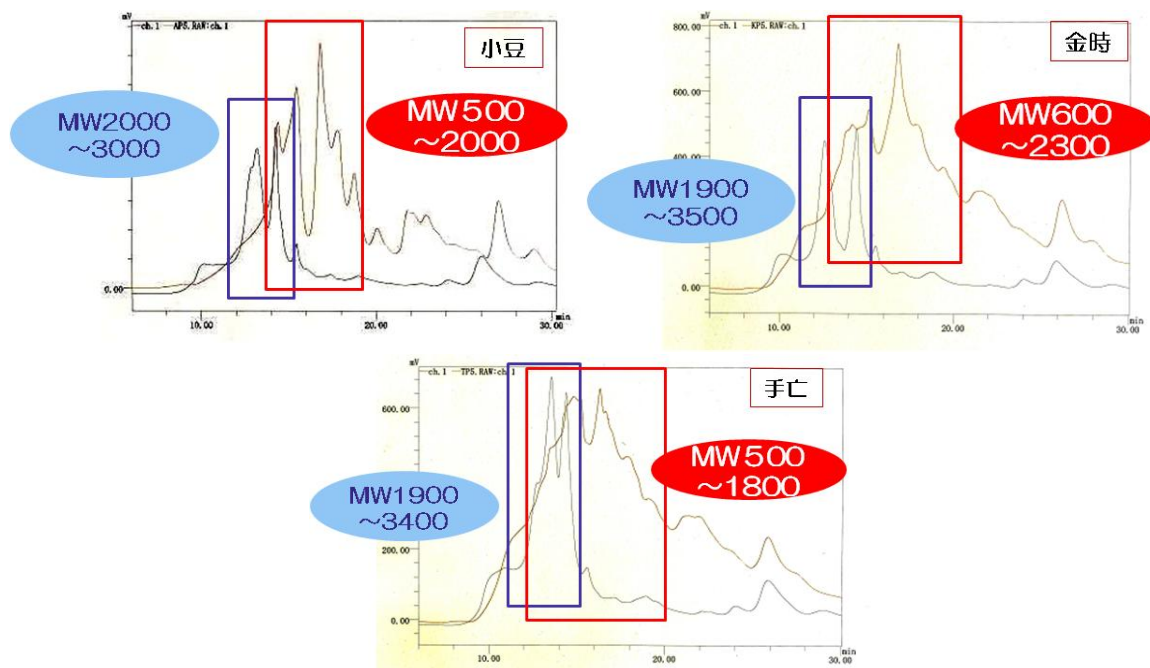


図7 発酵ペースト分子量分布

4. まとめ

雑豆醸造酢の製造で発生する発酵副産物を有効利用するため、今年度は発酵ペーストを配合した加工品を開発するとともに、発酵ペーストの持つ健康機能性を明確にし、高付加価値素材としての可能性について検討した。商品開発においては、ベル食品株式会社様の御協力で発酵ペーストを配合したドレッシングやレトルトスープを、株式会社丸勝の直営レストランで発酵ペースト入り洋菓子の開発を検討し、これらの開発品については今後も事業化に向けて商品化を進める。

機能性については、帯広畜産大学の動物試験結果から、発酵ペースト投与によるラットの脂質代謝改善効果が認められた。発酵ペーストには豊富な食物繊維及びタンパク質やペプチドが含まれていたことから、脂質代謝改善効果はこれらの成分が関与している可能性が考えられた。また、発酵ペーストをさらに酵素分解することで、より低分子化されたペプチドが生成されたことから、発酵ペーストを機能性素材として商品化できる可能性が示唆された。