

## 平成24年度豆類振興事業調査研究（雑豆需要促進研究）成果概要

### 1. 課題名 小豆麴を利用した赤飯酒の開発

2. 研究者 あいち産業科学技術総合センター 食品工業技術センター 発酵バイオ技術室  
主任研究員 山本晃司、主任研究員 伊藤彰敏、技師 三井俊

### 3. 成果概要

#### (1) はじめに

食生活が多様化する中で清酒を含めた酒類は、需要が停滞している。しかし、韓国の伝統にごり酒であるマッコリの需要は、2010年頃から急増し、日本市場に定着している。マッコリは、低アルコール（6～7%）、高酸度（クエン酸）、甘い味が特徴である。このような背景から、清酒製造技術を活かした新タイプの酒類の開発に関する要望が県内酒造メーカーから当センターに寄せられている。また、小豆は栄養及び機能性が豊富な豆類でありながら、醸造用途での利用が殆どない。そこで、焼酎用黒麹菌で調製した小豆麴を用いて蒸米を糖化しつつ酵母で発酵して醸造する新タイプのにごり酒「赤飯酒」の開発に取り組むことにした。

#### (2) 試験項目

##### ①赤飯酒の仕込配合及び使用酵母

赤飯酒の仕込配合（麴歩合、使用米、四段掛）について小仕込試験を通して検討した。

酵母は、愛知県酵母（FIA-1）、花酵母（カキツバタ酵母、ショウブ酵母）を使用した。

##### ②もろみの経過分析及び製成酒の分析

赤飯酒もろみ生成及び製成酒の遠心分離後のろ液について日本酒度、アルコール度、酸、アミノ酸、全糖、ブドウ糖、有機酸、遊離アミノ酸分析を行った。

##### ③機能性評価

赤飯酒（ろ液）について抗酸化性（DPPH ラジカル消去能、SOD 様活性）及び血圧上昇抑制効果（アンジオテンシンⅠ変換酵素（ACE）阻害活性）の評価を行った。

#### (3) 結果及び考察

##### ①赤飯酒の仕込試験

赤飯酒の仕込配合は、表1に示すように2段仕込で行った。小豆に栄養が多く含まれるため酵母の増殖が速く、そのため清酒仕込のように添仕込翌日に踊りを1日とらず、2日間連続で添・留仕込を行った。仕込温度は、添20℃、留13℃とした。

赤飯酒の温度経過は、留温度13℃から徐々に設定温度を上げ、最高温度を15℃とし、5日目以降は徐々に温度を下げた。5日目でアルコール度数11%に到達し、清酒に比べて早めの経過となった。12日目で発酵終了とした。また、12日のもろみに四段（酵素糖化蒸米）を加えた試

表1 赤飯酒の仕込配合

赤飯酒(g)	添	留	合計	四段
小豆麴	8	10	18	
α化米	22	28	50	3
水	50	60	110	7
酵母培養液	1			



図1 赤飯酒の写真

料についても同様に分析した。

赤飯酒 (図 1) は、米部分にも小豆の色素成分が浸透してうっすら赤みを帯び、赤飯のように小豆が点在している外観であった。赤飯酒ろ液の分析値 (表 2) は、アルコール度は、FIA-1 酵母とカキツバタ酵母試験区が比較的高く、日本酒度の値も似通っていた。カキツバタ酵母は、清酒用酵母と同等のアルコール発酵能を示した。ショウブ酵母に関しては、これらの酵母に比べるとややアルコール度数は低めであった。しかし、ショウブ酵母を使用して純米酒の小仕込を行うと 12~13%程度しかアルコールを生成せず、本試験の度数はそれに比べると高い。これは、小豆の成分によってショウブ酵母のアルコール生成能が高まったためと考えられる。ショウブ酵母を使用した赤飯酒は、日本酒度も -10.8 と甘い味となった。また、赤飯酒をきき酒すると小豆タンニン由来の渋味を感じるため、四段を加えてさらに甘口にして渋味を抑えることを検討した。その結果、四段添加により日本酒度が 5 程度マイナスにシフトし甘口となった。四段添加量を増やすことでさらに甘く味を調整することが可能である。しかし、四段添加時は、酵母にまだ発酵力 (アルコールの生成力) があるため、甘さを固定するためには、非発酵性甘味料 (分岐オリゴ糖、糖アルコール等) を利用するのが良いと考えられる。

有機酸については、ショウブ酵母試験区が滴定酸度は高かった。しかし、有機酸組成 (表 3) 及び量に大きな差はなかった。アミノ酸は、ショウブ酵母試験区が多く、遊離アミノ酸 (表 4) はグルタミン酸、アスパラギン酸などの旨味アミノ酸が特に多かった。酸度の結果ほど有機酸分析値に差がなかったのは、これらの酸性アミノ酸 (グルタミン酸、アスパラギン酸) が滴定酸度の値に含まれたためだと考えられる。ショウブ酵母の赤飯酒は、分析値が示す通り官能的にも味が濃かったが、少し独特の香りを有していた。FIA-1 酵母とカキツバタ酵母を使用した赤飯酒は、香味ともに比較的すっきりした官能評価であった。

## ②赤飯酒の機能性評価

赤飯酒のろ液について、機能性の評価 (表 5) を行った。抗酸化性評価の指標である DPPH ラジカル消去能及び SOD 様活性については、もろみろ液の 5 倍希釈液を用いて測定した。DPPH ラジカル消去能は、純米酒と比較して赤飯酒の方が 2 割程度高く、酵母間の差はなかった。SOD 様活性に関しては、明らかに純米酒より赤飯酒の方が高く、これは小豆から溶出したポリフェノールによるものと考えられる。これらの評価はろ液を用いて行っているが、赤飯酒はにがり酒で

表 2 赤飯酒ろ液の成分分析

	アルコール (%)	日本酒度	酸	アミノ酸
FIA-1	16.6	-4.6	3.8	2.7
カキツバタ	17.0	-3.6	3.7	2.4
ショウブ	16.0	-10.8	4.7	3.5
四段添加				
FIA-1	16.1	-9.9	3.5	2.7
カキツバタ	16.4	-10.1	3.5	2.3
ショウブ	15.6	-15.4	4.4	3.5

表 3 赤飯酒ろ液の有機酸

mg/100ml	12日目			12日目(四段)		
	FIA-1	カキツバタ	ショウブ	FIA-1	カキツバタ	ショウブ
クエン酸	148	150	157	141	140	142
リンゴ酸	64	62	67	56	59	62
コハク酸	98	95	109	82	90	96
乳酸	27	28	44	25	27	39

表 4 赤飯酒ろ液の遊離アミノ酸

アミノ酸 (mg/100ml)	12 日目			12 日目(四段)		
	FIA-1	カキツバタ	ショウブ	FIA-1	カキツバタ	ショウブ*
アスパラギン酸	22	21	41	20	19	36
スレオニン	5	4	9	4	4	8
セリン	10	9	16	8	8	14
アスパラギン	0	0	0	0	0	0
グルタミン酸	53	50	89	50	44	80
グルタミン	10	9	21	9	7	14
プロリン	44	48	48	41	43	46
グリシン	24	24	25	22	21	23
アラニン	32	30	35	30	25	31
バリン	23	19	32	22	16	28
システイン	5	4	4	5	4	5
メチオニン	4	3	10	3	3	9
イソロイシン	14	11	21	12	9	19
ロイシン	38	32	56	35	28	50
チロシン	31	27	40	29	23	36
フェニルアラニン	31	26	45	29	23	41
トリプトファン	0	0	0	0	0	0
リジン	25	21	42	24	20	38
ヒスチジン	12	10	16	11	9	14
アルギニン	49	38	62	42	35	55
合計	432	385	612	395	341	547

表 5 赤飯酒ろ液の機能性評価

項目	単位	赤飯酒			純米酒
		FIA-1	カキツバタ	ショウブ	
DPPH ラジカル消去能	Trorlox 当量 ( $\mu$ M/assay )	192	211	198	158
SOD 様活性	阻害率 (%)	75.2	75.0	62.5	13.3
ACE 阻害活性	阻害率 (%)	72.7	70.0	71.8	53.7

飲用するため、ろ液にない成分を含めるとより高い抗酸化性が期待できる。

血圧上昇抑制効果の指標となる ACE 阻害活性については、赤飯酒 12 日目のもろみろ液の 100 倍希釈液を用いて測定した。純米酒に比べて 2 割程度であるがどの酵母を用いた試験区も赤飯酒の方が活性が高かった。ACE 阻害活性は、ろ液中に含まれる小豆および米由来のペプチドによるものと推察された。

さらに、本研究を進め、より企業が製造しやすく、官能的に好まれる赤飯酒製造方法を確立する。商品ジャンルが似ているにごり酒を主力製品とする酒類製造中小企業などとの協力体制のもと実用化を進めたい。