ムラサキマサリを原料とした芋焼酎粕および 米麴を用いた醸造酢の製造

河野邦晃^{1,2*}, 森村 茂², 藤原誉司¹, 奥野博紀¹, 高瀬良和¹, 木田建次²
(¹霧島酒造株式会社・²熊本大学大学院自然科学研究科)

平成 19 年 9 月 3 日受理

Production of vinegar from sweetpotato cv. *murasakimasari shochu*
distillery wastewater and rice *koji*

Kuniaki KAWANO^{1,2*}, Shigeru MORIMURA², Takashi FUJIWARA¹, Hironori OKUNO¹,
Yoshikazu TAKASE¹ and Kenji KIDA²

(¹Kirishima Shuzo Co., Ltd, 4-28-1 Shimokawahigashi, Miyakonojo 885-8588

²Graduate School of Science and Technology, Kumamoto University, 2-39-1 Kurokami, Kumamoto 860-8555)

Vinegar was produced from sweetpotato (*Ipomoea batatas* L.) cv. *murasakimasari shochu* distillery wastewater and rice *koji*. In the process for the vinegar production, ethanol and acetic acid fermentation were completed in a short period by using cellulase as an enzyme for decreasing the viscosity in *moromi*. The concentrations of glucose, fructose, fatty acids, and amino acids were analyzed. Since the citric acid and the glucose contained in the vinegar were higher than in the brewed rice vinegar, “*Kurozu*”, the effects of citric acid softening the smell and the acidity of the acetic acid can be expected. The concentration of polyphenol in the vinegar was extremely high, being four times higher than that in *Kurozu*. ACE inhibitory activity and radical-scavenging activity of the vinegar were measured, and the vinegar showed much higher activities than in *Kurozu*. Results of a questionnaire survey of the vinegar showed that those answering “easy to drink” exceeded 70%. The red color of the vinegar imparted a sense of healthfulness. Consequently, it was clarified that the vinegar was drinkable and had excellent physiological activities.

Key words : 紫優製芋焼酎粕, 米麴, 醸造酢

緒 言

昨今の焼酎ブームを受け、2005 年には九州全土で約 83 万トンもの焼酎蒸留廃液（以後、焼酎粕とする）が排出されている。年々焼酎粕の処理規制が厳しくなっており、環境への負荷軽減や食品リサイクル法の施行を考慮して、焼酎粕の有効利用法の開発が強く求められている。現在では各焼酎メーカーがメタン発酵によるサーマルリサイクルや飼料化および肥料化等によ

るマテリアルリサイクルに取り組んでいる。焼酎粕には炭水化物、有機酸、アミノ酸等の有効成分が多種存在し、多くの生理活性を有する。中でも有色甘藷であるムラサキマサリ（以後、紫優とする）製の芋焼酎粕には高濃度のポリフェノールが含まれ、機能性も優れていると考えられる。しかし、焼酎粕は腐敗し易い欠点があるため、そのままでは食品等への利用は難しい。これまでに麴および Cellulosin T 2 で処理を行った焼酎粕についての報告¹⁾や焼酎粕から製造した醸造酢に

についての報告²⁾があり、前者は主成分がクエン酸のモロミ酢であり、後者は焼酎粕以外に汲み水を使用し、発酵に約3ヶ月を要する。そこで、焼酎粕の効率的有効利用および短期間の酢酸発酵によるモロミの安全性向上を図り、かつ色調、香味および機能性に優れた醸造酢の製造技術の開発に取り組んできた³⁻⁵⁾。

また、近年では健康に良い機能性を有することから健康食品として直接飲む食酢がブームとなり、疲労回復、ダイエット効果、アミノ酸の補給などの様々な効果が期待され、黒酢やモロミ酢が注目を浴びている。

本研究では、紫優製芋焼酎粕および米麴を原料とした醸造酢の製造条件について検討を行った。また、製造した醸造酢の成分分析やアンケート調査による評価、ならびに *in vitro* 評価系を用いた ACE 阻害活性や抗ラジカル活性の評価を行い、飲む食酢としての品質および生理活性を確認したので報告する。

実験方法

1. 紫優製芋焼酎粕および米麴

芋焼酎粕は、有色甘藷の一種である紫優を原料にした焼酎の製造において常圧蒸留工程で排出された紫優製芋焼酎粕を用いた。醸造酢製造を行う前日もしくは2日前に採取し、常温で自然冷却した後、滅菌や固液分離を行わず無処理のまま使用した。

米麴は芋焼酎製造時に使用する米麴を用いた。蒸したタイ米に河内源一郎商店から分譲された黒麴 NK 菌を散布し、42 時間製麴を行った黒麴を使用した。

2. 使用菌株

酵母は鹿児島県酒造組合連合会から分譲された鹿児島 2 号酵母を使用した。酢酸菌は製品評価技術基盤機構から分譲された *Acetobacter aceti* NBRC 3283 を使用した。

3. 使用酵素

醸造酢製造過程において、モロミの粘度を低下させる酵素としてセルラーゼ（スミチーム C 6000, 新日本化学工業）を使用した。

4. 酵母および酢酸菌の前培養

16.5 mmφ×165 mm の試験管に 20 g/l 寒天を添加した 1% YPD 培地 (10 g/l グルコース, 20 g/l ポリペプトン, 20 g/l 酵母エキス) または 15 g/l 寒天を加えた酢酸菌用培地 (5 g/l グルコース, 5 g/l ポリペプトン, 5 g/l 酵母エキス, 1 g/l MgSO₄・7 H₂O) を

7 ml 入れ、シリコ栓をしてオートクレーブで 121°C, 15 分の滅菌を行い、傾斜させて酵母および酢酸菌用斜面培地を作製した。これらの斜面培地に、保存しておいた鹿児島 2 号酵母または *A. aceti* NBRC 3283 を 1 白金耳植菌し、30°C で 48 時間培養した。

酵母の前々培養は、100 ml 容三角フラスコに 1% YPD 培地 50 ml を入れ、121°C, 15 分の滅菌を行い、スラントで培養した酵母を 1 白金耳植菌し、28°C, 107 rpm の条件で 48 時間振とう培養を行った。次に、500 ml 容振とうフラスコに 1% YPD 培地を 300 ml 入れ、121°C, 15 分の滅菌を行った。室温まで放冷後、酵母前々培養液 300 μl を添加し、28°C, 107 rpm の条件で 48 時間振とう培養を行い、これを酵母前培養液とした。

一方、酢酸菌の前々培養は次のように行った。100 ml 容三角フラスコに 1% YPD 培地 50 ml を入れ、121°C, 15 分で滅菌した。この培地を 5 本作製し、それぞれにエタノール 2.5 ml を添加後、スラントで培養した酢酸菌を 1 白金耳植菌し、28°C, 107 rpm の条件で 24 時間振とう培養を行った。次に、総容積 10 l の発酵槽 (MDL 10 L, 丸菱バイオエンジニア) に紫優製芋焼酎粕 4470 ml, エタノール 280 ml, 粘度低下酵素としてセルラーゼ 0.5 g および酢酸菌前々培養液 250 ml を投入し、30°C, 350 rpm, 通気量 0.5 vvm の条件で 24 時間好気培養を行い、これを酢酸菌前培養液とした。

5. 紫優製芋焼酎粕および米麴を用いた醸造酢の製造

総容積 80 l の発酵槽 (酒母タンク, 東亜エンジニアリング) に紫優製芋焼酎粕 40 l, 米麴 8 kg, セルラーゼ 4 g および酵母前培養液 300 ml を投入し、温度を 30°C に調整した。初めの 24 時間は酵母の増殖および基質と酵素の接触を促すため、攪拌速度 350 rpm, 通気量 0.5 vvm の条件で培養を行った。次の 24 時間は酵母のエタノール発酵, モロミ温度の均一化および基質と酵素の接触を促すため、通気を止め、150 rpm の攪拌速度で嫌気培養を行った。

次いで、総容積 150 l の発酵槽 (MPF 型手動滅菌発酵装置 MPF 7630, 丸菱バイオエンジニア) にエタノール発酵後のモロミを全量移した。クエン酸, 糖およびアミノ酸等の有用成分を増強するために米麴を 4 kg 再添加し、セルラーゼ 2 g および酢酸菌前培養液 5 l

を投入し、30°C、350 rpm、通気量 0.5 vvm の好気培養による酢酸発酵を行った。

酢酸発酵に要する時間は、溶存酸素 (DO) 濃度計を用いて発酵槽内のモロミの DO 濃度を経時的に測定することにより決定した。酢酸発酵はエタノールからアセトアルデヒドを経て酢酸へと変化する酸化反応であるので、酢酸発酵が活発になると DO 濃度が減少する。その後、基質であるエタノールがなくなり酢酸発酵が終了すると DO 濃度が上昇する。したがって、DO 濃度が低下して 0 mg/l になり、その後上昇して初発濃度に達しほぼ一定となった時点で酢酸発酵終了と判断した。

酢酸発酵終了後、85°C で 10 分間滅菌処理を行った。その後、デカンタ (スクリュードカンタ形連続遠心分離機 HS-204 L 形、石川島播磨重工業) を用いて遠心分離を行い、膜濾過 (マイクロザ MF ラボモジュール膜 UMP-153、旭化成ケミカルズ) により除菌および精製を行って醸造酢を得た。

上述した醸造酢製造試験を同条件で 4 回繰り返し、再現性の確認を行った。

6. 分析方法

エタノール濃度は国税庁所定分析法の浮ひょう法⁶⁾に従って測定した。酢酸酸度は醸造酢を希釈後、1 N 水酸化ナトリウム溶液でフェノールフタレインを指示薬として滴定し、酢酸として算出した。グルコース、フルクトース、有機酸およびアミノ酸濃度は、醸造酢を希釈しメンブレンフィルター (DISMIC-13 CP、孔径 0.45 μ m、アドバンテック) を用いて濾過後、HPLC で測定した。グルコース、フルクトースおよび有機酸を測定する場合は蒸留水で、アミノ酸を測定する場合は 0.02 N 塩酸で希釈した。グルコースおよびフルクトースの分析に用いた HPLC 装置は、ポンプ; LC-10 ADVP, カラムオープン; CTO-10 AVP, 示差屈折計検出器; RID-10 A, デガッサ; DGU-12 A, クロマトパック; C-R 1 B から構成され、カラム; Polyspher OA KC (300 $\times$ 7.8 mm I. D.), 移動相; 0.005 N 硫酸, 流速; 0.5 ml/min, カラム温度; 70°C, 注入量; 20 μ l の条件で測定した。有機酸分析に用いた HPLC は、ポンプ; LC-10 A, カラムオープン; CTO-10 A, 電気伝導度検出器; CDD-6 A, システムコントローラー; SCL-10 A, デガッサ; DGU-12 A, クロマトパック; C-R 8 A, オートサン

プラー; SIL-10 ADVP から構成され、カラム; Shim-pack SCR-102 H (300 $\times$ 8 mm I. D.), 移動相; 5 mM p-トルエンスルホン酸, 流速; 0.8 ml/min, カラム温度; 40°C, 注入量; 20 μ l の条件で測定した。アミノ酸の分析には L-8800 形高速アミノ酸分析計 (日立ハイテクノロジーズ) を用い、ニンヒドリン発色法⁷⁾により測定した。分析条件は、カラム; 日立パックドカラム #2622 SC (PF) (60 $\times$ 4.6 mm I. D.), 移動相; 生体液分離法用緩衝液 (和光純薬工業), 試薬; ニンヒドリン試薬 (和光純薬工業), 注入量; 20 μ l とした。なお、有機酸およびアミノ酸濃度の HPLC 分析は宮崎県食品開発センターに依頼した。ポリフェノール濃度は、コーヒー酸を標準物質として Folin 試薬を用いた Takahata らの方法⁸⁾により測定した。また、*in vitro* 評価系によるアンジオテンシン I 変換酵素 (ACE) 阻害活性は Cushman と Cheung の方法⁹⁾に従い、抗ラジカル活性は Kanazawa らの方法¹⁰⁾に従って測定した。すなわち、ACE 阻害活性は、Hip-His-Leu を基質として ACE との反応で生成する Hip (馬尿酸) の量を 50% に抑制するときの反応液中のサンプル濃度を IC₅₀ 値として示した。抗ラジカル活性は、対照と比較して t-ブチルヒドロペルオキシラジカルとルミノールの反応で生成する蛍光強度を 50% に抑制するときの反応液中のサンプル濃度を IPOX₅₀ 値として示した。

7. 試飲およびアンケート調査

2007 年 3 月に東京ビックサイトで開催された健康博覧会に紫優製芋焼酎粕および米麴から製造した醸造酢を出展し、試飲およびアンケート調査を行った。試飲に供した醸造酢は酢酸酸度が 0.8% (w/v) になるように原液を希釈して用いた。アンケート調査では試飲した醸造酢の飲み易さの評価 (飲み易い、普通、飲みにくい) および醸造酢の赤色についてのコメントを求めた。

実験結果及び考察

1. 紫優製芋焼酎粕および米麴を用いた醸造酢製造

焼酎粕は保存性が悪く雑菌汚染が起こり易い欠点があるため、効率の良いエタノール発酵および酢酸発酵が必要である。本実験では、醸造酢製造において酵母や酢酸菌の最適条件下で培養および発酵を行い、発酵の安定性および製造期間の短縮化の検討を行った。さ

Table 1 Vinegar production by ethanol, following acetic acid fermentation.

	Ethanol fermentation	→ Acetic acid fermentation	
	Ethanol concentration (v/v%)	Acidity as acetate (w/v %)	Fermentation time (h)
Run 1	5.3	6.0	37
Run 2	5.1	6.2	36
Run 3	5.2	6.5	40
Run 4	4.9	6.5	38

らに、再現性の確認も行うため同条件で計4回仕込みを行った。

Table 1 に示しているように、1日目は好気培養、2日目は嫌気培養という2日間のエタノール発酵の結果、4回の仕込み試験すべてにおいて約5% (v/v) のエタノールが生成し、モロミの香りや観察結果からも安定した酵母の増殖および発酵が可能であると考えられた。酢酸発酵においても、4回の仕込み試験すべてにおいて酢酸酸度が6% (w/v) 以上に達し、40時間以内で発酵が終了した。酢酸発酵ではエタノール1molから酸化反応により酢酸1molが生成するため、理論上ではエタノール5% (v/v) から5.15% (w/v) の酢酸が生成する。しかし、4回の仕込み試験では理論値以上の濃度になった。得られた酢酸酸度は滴定により含有するすべての酸を酢酸に換算して算出されるため、酢酸以外の有機酸濃度も加算される。後で詳述する表2に示しているように、本実験で製造した醸造酢は使用した米麹由来のクエン酸が豊富に含まれているため、理論値を超える酸度になったと考えられる。

本実験では、セルラーゼを用いて紫優製芋焼酎粕と米麹により高くなったモロミ粘度を大幅に低下させたことで、酸素移動容量係数 ($k_L a$) が高くなったと考えられる。その結果、酢酸発酵を2日以内に終了させることができ、仕込み開始から4日以内での醸造酢製造が可能であることが明らかになった。

2. 紫優製芋焼酎粕および米麹から製造した醸造酢の成分分析

実験1で製造した醸造酢(酢酸酸度6.0% (w/v))について、含有する有機酸、グルコース、フルクトースおよびアミノ酸濃度の測定を行った。Table

Table 2 Concentration of fatty acids, glucose, and fructose in each vinegar calculated as for 4.2% acidity.

(Unit, mg/l)				
		Vinegar produced in Run 1	Commercial vinegars	
			<i>Kurozu</i>	Apple vinegar
Fatty acids	Citrate	6020	N. D.	762
	Malate	87	N. D.	14800
	Succinate	519	117	394
	Lactate	N. D. ^a	1890	385
	Acetate	35400	38800	29500
Glucose		24300	192	125000
Fructose		N. D.	N. D.	204000

^a N. D., not detected.

Table 3 Concentration of amino acids in each vinegar calculated as for 4.2% acidity.

(Unit, mg/100 ml)			
Amino acids	Vinegar produced in Run 1	Commercial vinegars	
		<i>Kurozu</i>	Apple vinegar
Thr	7.1	13.6	1.8
Val	24.3	27.2	2.0
Met	7.9	7.7	0.4
Ile	8.9	18.1	1.5
Leu	31.3	40.4	0.8
Phe	21.8	22.5	0.7
Lys	30.7	18.2	0.2
Glu	45.1	34.2	8.8
Ala	56.6	38.3	19.4
GABA	17.8	5.7	3.0

2に有機酸、グルコースおよびフルクトース濃度、Table 3にアミノ酸濃度の測定結果を示し、比較のため市販されている黒酢およびリンゴ酢の測定結果も記載している。分析では各醸造酢の原液中の濃度を測定したが、醸造酢ごとに酢酸酸度が異なっていたため、酢酸酸度を4.2% (w/v) に換算し濃度を算出している。

有機酸濃度については、本実験で製造した醸造酢には市販の黒酢およびリンゴ酢に比べクエン酸が多く含まれていることが分かった。一般的な醸造酢製造にはクエン酸を生成しない黄麹菌が用いられているが、本実験ではクエン酸を多量に生成する黒麹菌で製麹した米麴を原料としているため、醸造酢にクエン酸が遊離し濃度が高くなったと考えられる。その結果、刺激の強い酢酸の香りや酸味をクエン酸の爽やかな酸味で和らげる効果が期待できる。市販の醸造酢における酢酸以外の有機酸を比較すると、黒酢では乳酸、リンゴ酢ではリンゴ酸が多く含まれ、それぞれの醸造酢に特有の有機酸が含まれていることが明らかになった。

グルコースおよびフルクトース濃度においては、市販のリンゴ酢が最も高く、フルクトースに限っては他のサンプルには全く検出されなかった。一方、グルコースは本実験の醸造酢にはリンゴ酢の約1/5の2.43% (w/v) が残存し、黒酢にはほとんど含まれていなかった。リンゴ酢の飲み易さは高濃度のグルコースとフルクトースの甘味からきていと考えられ、本実験で製造した醸造酢は、リンゴ酢ほどではないが黒酢よりも甘味があり、飲み易いタイプになっていると推察される。

醸造酢中のアミノ酸濃度の分析結果において、トレオニン、バリン、メチオニン、イソロイシン、ロイシン、フェニルアラニン、リシンの必須アミノ酸7種については市販の黒酢と比較して若干低い成分はあるが、全体的に見て適度な含有量を有していた。必須アミノ酸は栄養上、窒素平衡を保つために体外からの摂取を必要とする物質であり、本実験で製造した醸造酢は市販の黒酢に見劣りしない栄養価が期待できると考えられる。また、旨味成分として知られているグルタミン

酸や抑制性神経伝達物質としての鎮静効果や血圧上昇抑制効果など数多くの機能性が報告されているγ-アミノ酪酸 (GABA) については、本実験で製造した醸造酢が最も高い濃度を示し、味に旨味やコクを有し、優れた生理活性を持つ可能性があると考えられる。本実験では原料に紫優製芋焼酎粕および米麴のみを使用しており、米麴使用量が多いためにモロミ中にタンパク質、プロテアーゼ、酸性カルボキシペプチダーゼが豊富に存在する。また、発酵中の攪拌速度も速く基質と酵素の接触効率も高まるため、タンパク質からアミノ酸への分解が効率良く進み、醸造酢のグルタミン酸が高濃度になったと推察される。さらに、高濃度含まれるグルタミン酸の一部が黒麹菌の酵素によりγ-アミノ酪酸に変換したと考えられる。

3. 紫優製芋焼酎粕および米麴から製造した醸造酢の *in vitro* 評価系での生理活性評価

Table 4 は本実験で製造した醸造酢、市販されている黒酢およびリンゴ酢のポリフェノール濃度、ACE 阻害活性および抗ラジカル活性を示している。分析では各醸造酢の原液中の濃度および活性を測定したが、醸造酢ごとに酢酸酸度が異なっていたため、酢酸酸度を4.2% (w/v) に換算し濃度および活性を算出している。ポリフェノール濃度は本実験で製造した醸造酢が最も高く、市販の黒酢やリンゴ酢の約4倍含まれていることが分かった。本実験では紫優を原料とした芋焼酎粕および米麴を使用しているため、紫優由来のアントシアニンなどのポリフェノールを豊富に含み、色調も鮮やかな赤色を呈している。このようにポリフェノール濃度が高いことから、ACE 阻害活性や抗ラジカル活性も優れていると推察された。IC₅₀ 値は市販の黒酢およびリンゴ酢でそれぞれ0.029 ml/ml、

Table 4 Concentration of polyphenol and *in vitro* physiological activities in each vinegar calculated as for 4.2% acidity.

	Vinegar produced in Run 1	Commercial vinegars	
		<i>Kurozu</i>	Apple vinegar
Polyphenol (mg/ml)	2.07	0.45	0.58
ACE inhibitory activity <IC ₅₀ > (ml/ml)	0.00021	0.029	0.036
Radical-scavenging activity <IPOX ₅₀ > (ml/ml)	0.00011	0.0026	0.0039

0.036 ml/ml であったのに対し、本実験の醸造酢は二桁低い 0.00021 ml/ml を示し、高い ACE 阻害活性を有していた。一方、IPOX₅₀ 値は黒酢およびリンゴ酢が 0.0026 ml/ml, 0.0039 ml/ml であったのに対し、本実験の醸造酢は 1/20~1/30 低い 0.00011 ml/ml を示した。これらの結果から、市販の黒酢およびリンゴ酢に比べ、高濃度のポリフェノールを含有し、優れた ACE 阻害活性や抗ラジカル活性を有していることが分かった。

4. 紫優製芋焼酎粕および米麴から製造した醸造酢の試飲およびアンケート調査

健康博覧会 2007 の来場者を対象に試飲およびアンケート調査を行い、その結果を Table 5 に示している。

アンケートは醸造酢を試飲した男性 112 人、女性 66 人、計 178 人に対して実施した。飲み易さの評価については、飲み易いと回答した人が男性で 72.3%、女性で 75.8% となり、逆に飲みにくいと回答した人は男性で 7 人、女性で 1 人という結果を得た。飲み易いと感じた人が男性および女性ともに 70% を超え、香味について高い評価を得ることができた。男性と女性を比較した場合、若干女性の評価が高くなったが、この理由として女性の中には健康のため酢を飲んでいる人も多く、酢を飲むことに対する抵抗が少なかったためと考えられる。同時に色調の評価として醸造酢の赤色に関するコメント欄を設けたところ、色自体に関するコメントとして、きれい、鮮やか、赤ワインみたい、色に引かれる、夢のある色および酢という感じがしないなどがあり、色から想像されるイメージに関するコメントとしては、健康に良さそう、美味しそう、飲み易そう、血がサラサラになりそうなどの指摘があった。以上の結果から、紫優製芋焼酎粕および米麴から製造した醸造酢は、香味が良く、飲み易い醸造酢に

仕上がっており、見た目はきれいで鮮やかな赤色を有し、この紫優由来の赤色から健康に良さそうな印象を与えることができると考えられる。

要 約

紫優製芋焼酎粕および米麴を用いて約 50 l 規模の醸造酢製造を行い、再現性も確認した。エタノール発酵では、好気培養による増殖と嫌気培養によるエタノール発酵を行うことで 2 日間での安定した発酵が可能になった。また、紫優製芋焼酎粕や米麴の使用によるモロミの粘度上昇をセルラーゼ添加により低下させ、好気培養での酢酸発酵を容易にすることで、40 時間以内で酢酸発酵が終了し、エタノール発酵と合わせて 4 日間での醸造酢製造が可能になった。

製造した醸造酢は市販されている黒酢に比べ、クエン酸やグルコースを豊富に含み、刺激の強い酢酸の香りや酸味をクエン酸の爽やかな酸味またはグルコースの甘味で和らげる効果が期待できる。また、アミノ酸濃度は市販されている黒酢と遜色なく、栄養価の高さが示唆された。ポリフェノールについては高い濃度を示し、優れた ACE 阻害活性および抗ラジカル活性を有していた。醸造酢の試飲およびアンケート調査の結果、男女問わず大半の方が飲み易いと評価し、見た目の赤色からきれいで鮮やかな印象や健康に良さそうな印象を与えることができたと考えられた。

このように、紫優製芋焼酎粕と米麴を原料として、食品の 2 次機能としての香味や色に優れ、かつ、3 次機能としての生理活性にも優れた食酢を製造することができた。

謝 辞

本研究を行うにあたり、有機酸およびアミノ酸濃度の HPLC 分析を行って頂いた宮崎県食品開発センターならびにスミチーム C 6000 を提供して頂いた新日本化学工業㈱に深く感謝申し上げます。

文 献

- 1) Yoshimoto, M., Kurata-Azuma, R., Fujii, M., Hou, D. X., Ikeda, K., Yoshidome, T., and Osako, M.: *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, **68**, 2477-2483 (2004)
- 2) 大山憲一郎：醸造酢の製造法，特許公開 2003-235538 (2003.8.26)

Table 5 Evaluation of the vinegar in the survey.

	Men		Women	
	Number of persons	Ratio (%)	Number of persons	Ratio (%)
Easy to drink	81	72.3	50	75.8
Usual	24	21.4	15	22.7
Not easy to drink	7	6.3	1	1.5

- 3) 森村 茂, 河野邦晃, 韓 蓮淑, 関 孝弘, 重松 亨, 木田建次: 生物工学, **82**, 573-578 (2004)
 - 4) 河野邦晃, 宮川博士, 奥野博紀, 高瀬良和, 柏田雅徳, 森村 茂, 重松 亨, 木田建次: 日本醸造学会大会講演要旨集, p. 13 (平成 17 年)
 - 5) 河野邦晃, 藤原誉司, 奥野博紀, 高瀬良和, 柏田雅徳, 森村 茂, 湯 岳琴, 木田建次: 日本生物工学会九州支部鹿児島大会講演要旨集, p. 20 (2006)
 - 6) 日本醸造協会: 国税庁所定分析法注解, p. 14-16 (平成 5 年)
 - 7) 日本食品科学工学会新・食品分析法編集委員会: 新・食品分析法, p. 504-508 (平成 8 年)
 - 8) Takahata, Y., Ohnishi-Kameyama, M., Furuta, S., Takahashi, M., and Suda, I.: *J. Agric. Food Chem.*, **49**, 5843-5847 (2001)
 - 9) Cushman, D. W., and Cheung, H. S.: *Biochem. Pharmacol.*, **20**, 1637-1648 (1971)
 - 10) Kanazawa, A., Sawa, T., Akaike, T., Morimura, S., Kida, K., and Maeda, H.: *BioFactors*, **13**, 187-193 (2000)
-