

ミカンを原料とした発酵食酢の製造と品質

田尻尚士*・藤田藤樹夫**

The Production and Quality of Fermented Vinegar with *Satsuma Mandarin* MARK

Takashi TAJIRI*, Tokio FUJITA**

Synopsis

We produced fermented vinegar using fruit juice of *Citrus unshiu* MARK (*Miyagawa-early* variety: *Satsuma mandarin*) as a starting material. Attention was paid to fulfill the standard theoretical values in each fermentation processing under the conditions for the production of other fruit ferment vinegars. Immediately after alcoholic fermentation (Yeast W-3, fermentation temperature 27°C/3 days), acetic fermentation (Acetobacteria 30°C/5 days) was performed.

The ethanol yield after alcoholic fermentation was 81.2%, and the acetic acid yield after acetic acid fermentation was 93.4%. Since these values fulfilled the standard theoretical values, the vinegar production condition in this study were considered to be appropriate.

The gross acetic acid yield from sugar in *satsuma mandarin* juice was calculated to be 75.8%. The entire production period was shortened to 5 days, which may be effective for decreasing production cost and putting this vinegar into practical use. *Satsuma mandarin* vinegar contains many organic acids, especially a large amount of citrus acid compared with other types of vinegar. In general vinegar tasted characteristic pungent odor, but this vinegar tasted soft and refreshing, and had a fragrant odor characteristic of citrus fruits.

The content of free amino acid in this vinegar was slightly lower than that in grain vinegar but was higher than that in other types of fruits vinegar. The decrease in total free amino acid was rather small because of the shorter fermentation period. Compared with other types of fruit vinegar, this vinegar contained a larger amount of proline.

Concerning color tone, this vinegar had luster and was glossy yellow color, derived from *satsuma mandarin* juice used as the material. Compared with grain vinegar, color tone was markedly enhanced.

The remaining amount of naringin, a bitter tasting component specific to citrus fruit, was 7.6 mg/100ml in this *satsuma mandarin* vinegar. This value was similar to that in other types of grain vinegar. In addition, pleasant slight bitter taste remained.

The ferment *satsuma mandarin* vinegar with good color tone and fragrance showed great potentiality not only as a seasoning but also as a material for food processing. In addition, the application of this vinegar to drinks for health maintenance is expected because of its soft and mild acid taste.

* 近畿大学農学総合研究所 (〒631-8505 奈良市中町3327-204)

** 近畿大学農学部農芸化学科応用微生物学研究室 (〒631-8505 奈良市中町3327-204)

* The Institute for Comprehensive Agricultural Sciences, Kinki University, Nakamachi Nara 631-8505 Japan

** Lab. of Applied Microbiology, Dep. of Agricultural Chemistry, Fac. of Agriculture, Kinki University, Nakamachi, Nara 631-8505, Japan

緒言

食酢は、酢酸を主成分とする酸性調味料であって、酢酸の希釈溶液とは異なり、揮発酸、不揮発性有機酸、糖類、アミノ酸、エステルなどを含み、芳香と旨味をもつ発酵調味料の一つである。

日本の食酢には、醸造酒や食酢製造を目的に醗を原料として、酢酸菌でエタノールを酸化させた米酢、粕酢が多用されており、伝統的調味料の一つとなっている。

一方、果実を原料とする発酵酢であるリンゴ酢、ブドウ酢、パイナップル酢、柿酢や非発酵酢のポン酢、ユズ酢、レモン酢、スダチ酢、梅酢などの果実酢などは、原料に由来する特有の芳香や発酵過程で生成される旨味などをもつことから、それらの消費量は増加してきている。

果実酢の大部分は醸造過程で味覚調製のために原料抽出液や果汁などが添加されるが、食酢製造の大部分については、種酢仕込み時に単一の微生物を使用することは少なく、微生物の実態や利用についても不明な点が多い。

食酢が健康食品として注目されている現在、柑橘類を原料とする果実酢は、大部分が非発酵酢である。

著者らは、生産過剰傾向にあるウンシュウミカンが多く有機酸を含み、その90%がクエン酸であることに着目し、本報ではその有効利用法として、生食用市場規格外果実(形状、傷など)を原料とするミカンの発酵食酢製造の可能性について検討したので、その結果を報告する。

実験材料と方法

1. ミカン食酢の材料と製造方法

ミカン食酢(ミカン酢)原料は、近畿大学附属湯浅農場産ウンシュウミカン(品種:宮川早生: *Citrus unshiyu* MARK; *Miyagawa-early variety*, 1995年10月収穫、CA貯蔵10°C/60日)を用いた。

ミカン果実に付着する汚れや微生物の洗浄、殺菌と酵素の不活性化および剥皮を容

易にするため80°C下で30分間の浸漬処理を行った。

剥皮後のミカン果実をチョッパーパルパーフイニッシャー(大全産業社製-RP104、濾過篩-250mesh)¹⁾を用いて搾汁し、次いでミカン果汁中の砂囊繊維を900rpm、5分間の遠心濾過(日立製作所製CS-150GX)で除去し、原料ミカン果汁とした。

なお、ミカン果実と果汁の処理及びミカン酢製造の概略はFig. 1に示した。

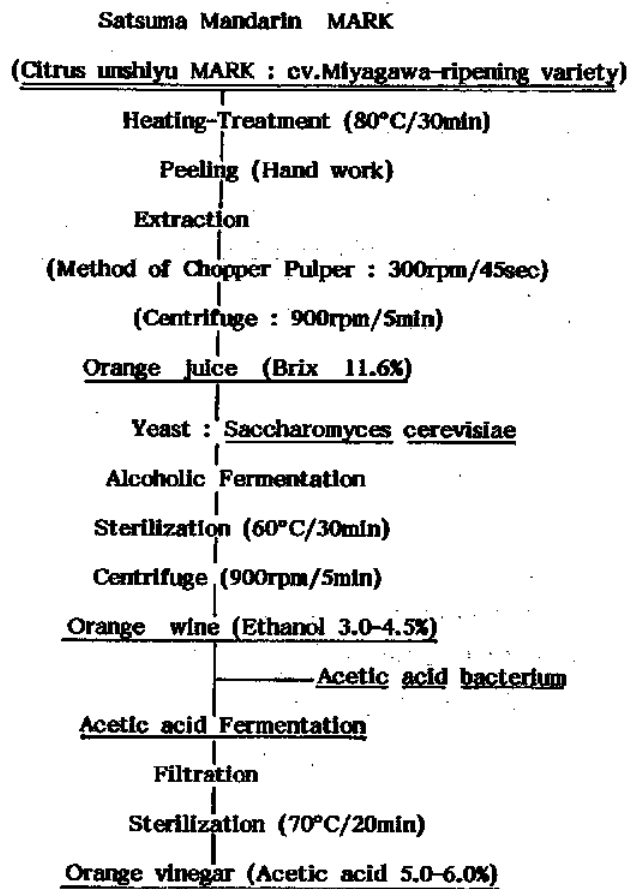


Fig. 1 Procedure for the production of vinegar from Satsuma mandarin orange.

2. アルコール発酵

ミカン果汁のアルコール発酵は、増田²⁾宮沢³⁾らの方法を応用した。

1) 発酵方法と条件

ミカン酢製造過程でのアルコール発酵は、ミカン果汁1ℓを直径95mm-1.8ℓ容の円筒形容器に投入した。

Table 1 Effect of fermentation condition on alcoholic production from Satsuma mandarin orange juice

No	Yeast ^{a)}	Temp (°C)	Initial cell concentration	Fermentation period (days)	Ethanol production(%) ^{b)}
1	W-3	27	10 ⁵	10	53.221
2	W-3	27	10 ⁶	7	60.932
3	W-3	27	10 ⁷	3	81.165
4	W-3	27	10 ⁸	4	80.276
5	SH-10	27	10 ⁷	5	78.374
6	SH-4	27	10 ⁷	4	71.429
7	K-7	27	10 ⁷	4	79.912
8	W-3	27	10 ⁷	14	54.968
9	W-3	15	10 ⁷	10	55.194
10	W-10	20	10 ⁷	5	78.271

a) *Saccharomyces cerevisiae*.

b) Determined by Vanadium method.

供試酵母はTable 1に示した酵母中より本研究室保存のワイン酵母：W-3、SW-10、清酒酵母：K-7、焼酎酵母：SH-4の4菌株を用いた。

前培養は、酵母 *Saccharomyces cerevisiae* を用い、Table 2に示したYM培地¹⁾で27℃、2日間培養した。

アルコール発酵における初発菌数は10⁵/ml、10⁶/ml、10⁷/ml、10⁸/mlとし、発酵温度は10℃、15℃、20℃、27℃の4段階に分けて培養を行い、発酵期間中の総酸度、全糖量、アルコール量及び菌数は常法に従い24時間毎に測定した。

2) アルコールの定量

アルコールの定量はバナジウム法²⁾によった。既知濃度のエチルアルコール溶液で検量線を作成してアルコール量を算出した。

3) 総酸の定量

アルコール発酵中の培養液に含まれる酸量は、中和滴定法³⁾によって総酸量を求めた。

4) 全糖の定量

全糖の定量法は、フェノール硫酸法⁴⁾によった。すなわち、アルコール発酵中のミ

Table 2 Composition of YM medium (%)

Peptone	0.5
Yeast extract	0.3
Malt extract	0.3
Glucose	1.0
pH	5.5-6.0

カン果汁の上澄液1mlを自動ピペットで採取し、等量のフェノール試薬を添加した後濃硫酸5mlを加え、バイプレーターで1分間の攪拌混合後にダブルビーム分光光度計(日立製作所製U-3000)を用い490nmの吸光度で測定し、検量線法によって全糖量を求めた。

5) 酵母 (*Saccharomyces cerevisiae*) の菌数測定

菌数測定⁵⁾は、培養液5mlを10ml容量の遠沈管に採取し、遠心分離(2000rpm、20min)後に上澄液を捨て、生理食塩水を

5 mlなるよう加えて懸濁し、610nmの吸光度で濁度を測定するとともに、Thoma血球計数器を用いて作成した検量線より菌数を求めた。

3. 酢酸発酵

酢酸発酵は岡田⁹⁾飯山¹⁰⁾らの方法で行い、Table 3に示した佐伯¹¹⁾の酢酸菌用培地を用いて前培養した食酢製造大手メーカーの混合酢酸菌 (TSM-V: *Acetobacter aceti*と *Acetobacter pasturianus*混合菌)100mlを酢酸菌用培地に接種し、発酵期間中の総酸度、全糖量、アルコール量及び酢酸総生菌数を24時間毎に測定した。

Table 3 Composition of culture for acetic acid bacteria^{a)} (%)

	(%)
Glucose	0.5
Glycerol	1.0
Peptone	0.2
Yeast extract	0.2
Ethanol	4.0
Acetic acid	1.0

a) TSM-V: mixture of *Acetobacter aceti* and *A. pasturianus*.

1)

総酸度、全糖量、アルコール量は前項の2-2、2-3、2-4に準じて測定した。

2) 酢酸菌の総生菌数の測定

酢酸菌の総生菌数測定は、平板混釈法¹²⁾によった。菌数の測定法は、培養液1ℓを十分に懸濁させ、懸濁液100mlをワーリングブレンダー5000rpm下で1分間ホモジナイズし、均一化させた培養液を平板上に30-300の集落が得られるよう生理食塩水で段階希釈を行った。各希釈液1mlを45-50℃に保持し、Table 4に示した酢酸菌分離培地⁴⁾15mlをペトリ皿に注ぎ、30℃、48時間培養後に出現したコロニーを計測して総生菌数とした。

4. ミカン酢の成分分析

1) 糖度の測定

糖度の測定は、糖度計 (糖用屈折計¹³⁾: ATAGON-1)を用いた。

2) 全糖の定量

全糖の測定は前項の1-4に準じた。

3) 還元糖の定量

Somogyi-Nelson法¹⁴⁾を用い、500nmの吸光度で測定し、糖標準溶液を用いて作成した検量線より還元糖量を求めた。

4) 総酸の定量

総酸の定量は前項の1-3に準じた。

5) 灰分の定量

糖分を有する食品に適し、敏速に灰化される酢酸マグネシウム添加灰化法¹⁵⁾で測定した。

6) アミノ酸の定量

定量法¹⁶⁾は、自動アミノ酸分析器 (日立製作所製: KAL-5)を用いて測定した。

7) タンパク質の定量

定量はマイクロ・ケルダール法¹⁷⁾で行い、BUCHL 426、BUCHL 323、E649 (Einheit Digestion unit Metrohm社製)の自動分解、蒸留、滴定装置を用いて定量した。なお、窒素-タンパク質換算係数は6.25で算出した。

8) ナリンギンの定量

果実類に多用されるDavis法¹⁸⁾を用いて測定した。

Table 4 Composition of selective medium for acetic acid bacteria

Potato extract	10.0
Glucose	1.0
Ethanol	0.5
Peptone	0.3
Yeast extract	0.5
Acetic acid	0.03
Agar	2.0
pH	4.2-4.4

試料10gを採取し蒸留水で希釈後0.05gの活性炭を加え、沸騰水中で70℃に加熱し、濾過後の残渣を洗浄した後、濾液と洗浄液を混合し、沸騰水浴上で2 mlに濃縮し測定に供した。

9) pHの測定

pHメーター（堀場製作所製D-13）を用いて測定した。

10) 比重の測定

オストワルド比重ビン測定法¹⁹⁾を用いて4℃下で測定した。

11) 粘度の測定

測定には、自記レオ・メーター（サン科学社製 RHEO METER CR-200D）で専用アダプターを用い、dyn/cm²で測定表示した。

12) 有機酸の定量

定量には、高速液体クロマトグラフィー（Waters社製 Tunable Absorbance Detector Waters 486、HPLC Pump Waters 510、Data Module Waters 741）を用いて測定した。分析条件は、カラム：ラジアルパックC₁₈、移動層：リン酸緩衝液(pH2.1)、流速：1.5ml/min、検出器：UV-214nmとした。

13) 色調の測定

測定には、カラーメーター（日本電色工業社製 COLOR ANDCOLOR DIFFERENCE METER ND-101D）を用い、色調の変化が顕著に表現されるハンター表色法に基づき、L、a、b、を測定し、Lb/|a|で算出した。

結果と考察

1. ミカン食酢製造原料の品質

早生ウンシュウミカンは、収穫後も追熟を継続するが、CA貯蔵10℃/60日後におけるミカン果汁は緩慢に甘みを増し、糖度11.6%、総酸度0.8%（クエン酸換算）、アミノ態窒素60.9mg%、灰分1.3%となった。

ミカン果実は、糖度が11%以上となれば酸味が薄れて甘味が増し美味となる。

ウンシュウミカンの天然果汁JAS規格²⁰⁾は、糖度(Brix)9.0%、酸0.7%、アミノ態窒素20mg%、灰分0.2%以上と規定されている。

本報で用いた原料早生ウンシュウミカンはJAS規格に合致し良質であり、チョッパーバルバーによる搾汁法にも適性を示した。

2. アルコール発酵

Saccharomyces cerevisiae による発酵過程では、発酵液中に含有されるグルコースの約20%が菌体増殖により消費され、残部の約80%がアルコール生産に利用された。

アルコール発酵の最適条件を設定するために、予め発酵期間が短く、エタノール生産率の高い酵母の検索や発酵温度、初発菌数などについてTable 4から選択、検討した。

Table 4に示したワイン酵母W-3の発酵条件は、発酵3日後でエタノール生産率81.2%を示し、最良区の発酵温度27℃、初発菌数10⁷/ml下では、発酵24時間後には全糖量とエタノール量は大きく増加し、菌数も増加した。

一方、総酸度は僅かに増加傾向を示した。これらの結果はFig. 2に示した。

発酵終了時の72時間後では、全糖量0.6%、菌数5.0 x 10⁸、エタノール生産量3.9%となった。

総酸度は増田ら²¹⁻²²⁾のリングを用いた発酵酢と同様に緩慢な増加傾向を示した。

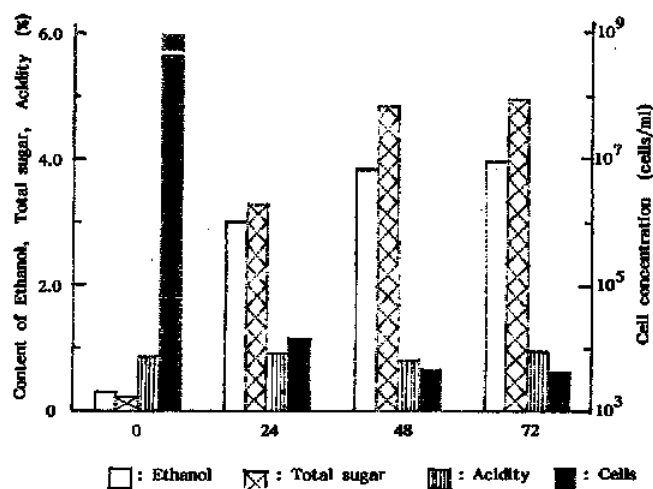


Fig. 2. Changes of total sugar, acidity and yeast cell population during alcohol fermentation of mandarin orange juice. The drastic decrease of yeast cells is due to the acidity of the juice.

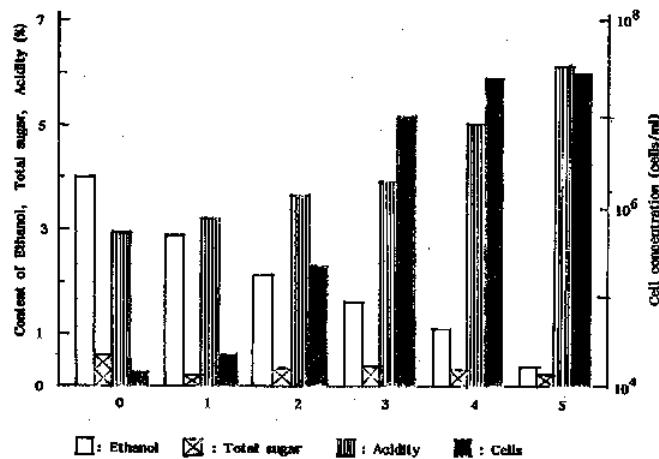


Fig. 3 Changes of total sugar, acidity and bacteria cells during acetic acid fermentation of alcohol-fermented *mandarin orange* juice. The increase of acidity is due to acetic acid produced in the fermentation process. Ethanol content became almost negligible within 5 days of fermentation.

3. 酢酸発酵

酢酸発酵は、分譲元（大手食酢メーカー）保存のTSM-V菌（酢酸混合菌）を用いて米酢製造と同様の初発酸度と発酵温度で行った。Fig. 3に発酵中のエタノール量、総酸度、全糖度、総生菌数を示した。

発酵5日後にはエタノールからの酢酸生産率は93.4%となった。

一般的に穀物酢などの天然醸造酢の製造期間は、5-10か月とされるが、ミカン酢では5日間で発酵が終了し、酢酸生産能力が極めて高く、Fig. 1で示した製造条件下での発酵温度30℃、初発酸度2.0%が最適と判断された。発酵5日後時の残存アルコール含有量は0.3-0.4%であった。

柳田ら²⁸⁻³¹⁾によれば表面発酵では、表面積(s)、発酵時間(t)、全仕込量(L)との関係は、 $T=Kx \cdot L/s$ (Kxは定数)の式で表示され、発酵時間は表面積を大きくすれば短縮されることを示唆している。

更に、100ℓ当たりの表面積A(cm²)と発酵時間との関係を $T=K/A$ (Kは定数、K=5.0)で表示している。本報で用いた培用容器の値を柳田らの方法に従って求めるとA=0.633、T=7.894となり、発酵日数は8日間が必要となるが、実験室レベルで行った著者らの結果では、酢酸発酵は5日間で充分であった。この結果は酢酸発酵に用いた

原料、菌株、発酵条件は十分に満たされていることを示唆している。

4. ミカン酢の成分含有量

Table 5に示した成分含有量より、ミカン酢と米酢を比較すると、ミカン果汁の全糖量、還元糖量から理論的に生成される総酸度は高く、その差は原料中に多く含まれる有機酸に起因したと考えられた。

灰分含有量については、米酢とミカン酢では顕著な差は認められなかった。

遊離アミノ酸含有量は、アルコール発酵中に74.0%が消費されたが、この減少は菌体の増殖に利用されたことによるものと判断された。

酢酸発酵後の遊離アミノ酸の含有量は、ミカン果汁時の380.7mg%からミカン酢75.6mg%(-80.2%)と大きく減少した。

一方、タンパク質含有量は、アルコール発酵後に59.9%、酢酸発酵後に41.8%と各々減少した。

発酵後のpHと比重では著しい差は認められなかった。

ナリンギンは、ミカン果汁中に16.2mg/100ml含有されていたが、酢酸発酵後には7.6mg/100mlに減少した。酢酸発酵過程で無味のナリンゲニンに分解されることから、賞味時には苦味は消失し、穀物天然醸

Table 5 Composition of orange juice, wine and vinegar in composition with rice vinegar

	Orange juice ^{a)}	Orange wine ^{b)}	Orange vinegar ^{c)}	Rice vinegar ^{d)}
Total sugar (%)	5.459	0.605	0.119	0.3-13.9
Reducing sugar (%)	2.071	0.137	0.080	Trace-9.11
Acidity (%)	0.842	0.923	5.935	4.1-5.20
Ash (%)	1.275	0.364	0.027	0.05-1.7
Amino-nitrogen (mg/100ml)	109.201	65.401	45.611	62.5-112.5
Total-nitrogen (mg/100ml)	380.656	98.881	75.504	60.0-288.0
Naringin (mg/100ml)	16.126	10.626	7.642	—
pH	3.34	3.26	2.75	2.45-3.22
Specific gravity	1.040	1.01	1.001	1.01-1.07
Viscosity (dyn/cm ²)	0.001	0.001	0.001	—

a) Extracted by chopper pulper (Refer to Fig.1)

b) After alcoholic fermentation with *Saccharomyces cerevisiae* at 27°C for 5 days
(Refer to Fig.1)

c) After acetic acid fermentation at 30°C for 5 days (Refer to Fig.1)

d) Cited from Reference 10) and 27)

造酢と差が無く、仄かな渋味を示した。

5. ミカン酢の有機酸含有量

ミカン酢の有機酸は、Table 6に示した如く米酢に比して多く、とくに、柑橘類に多く含まれるクエン酸量は米酢の180-773倍であったが、ミカン果汁中のクエン酸含有量はアルコール発酵後84.8%、酢酸発酵後65.4%と減少した。リンゴ酸量は米酢の30-

210倍であって、クエン酸と同様にアルコール発酵後72.6%、酢酸発酵後には38.5%に減少した。

酒石酸は、アルコール発酵期間中に全てが菌体によって消費されたものと推察された。

乳酸量は、米酢の0.1-0.7倍含まれ、アルコール発酵後には61.8%、酢酸発酵後で38.2%に減少した。

Table 6 Orange acid composition of orange juice, wine and vinegar in composition with rice vinegar

Organic acid	Content (mg/100ml)			
	Orange juice ^{a)}	Orange wine ^{b)}	Orange vinegar ^{c)}	Rice vinegar ^{d)}
Citric acid	1063.44	902.16	695.52	0.9-3.7
Malic acid	55.28	40.17	21.26	0.1-0.7
Tartaric acid	20.10	Trace	Trace	—
Lactic acid	10.88	6.72	4.16	6.2-28.0
Succinic acid	8.59	32.20	31.62	2.4-21.2
Acetic acid	21.18	86.85	4887.40	4100-5101

a)-d) : Refer to Table 5

コハク酸量は、米酢の1.5-13倍含まれ、他の有機酸と異なりアルコール発酵後に32.20mg/100mlと原料ミカン果汁よりも増加し、酢酸発酵後には31.62mg/100mlと減少したが、最終的にはミカン果汁の368.1%と大きく増加した。増加要因は、アルコール発酵中における酵母の代謝に由来するものと推察した。

ミカン酢にはクエン酸が他の食酢²⁷⁾に比して極めて多く含まれ、リンゴ酸、コハク酸の含有量も多く、一方、渋味を呈する乳酸は米酢に比してやや少ない。呈味性はまろやかさと爽快味を示すことより、ミカン酢は嗜好性が高いと考えられた。

古川ら^{32) 33)}は、培養液に含まれる乳酸は酢酸発酵過程で顕著に減少し、含有量の低下に伴い食酢の呈味性はまろやかさを増すことから、食酢製造時に用いる酵母は、乳酸を生成しない菌株を利用することを推奨している。

本報で製造したミカン酢は、他の食酢に比して乳酸含有量が少量であることから、アルコール発酵に用いた酵母W-3株は適性種であったと判断された。

竹内ら^{34) 35)}は残存アルコール濃度が0.3%以下での酢酸発酵下では有機酸の減少が著しいことを報告している。本研究の酢酸発酵では、残存アルコール濃度が0.3-0.4%時で発酵が停止していることから、有機酸量の顕著な減少が抑制されたと考えた。

ミカン酢に含有されるコハク酸及びクエン酸量は減少傾向を示したが、これは古川ら^{32) 33) 36)}の報告から、コハク酸やクエン酸が菌体の代謝や他の物質への変換及び消費によるものと考えられ、宮沢³⁾らの報告とも一致した。

6. ミカン酢の遊離アミノ酸含有量

Table 7に示したようにアミノ酸は、アルコール発酵期間中に74.0%が消費されており、菌体の増殖に利用されたものと推察された。

酢酸発酵後の遊離アミノ酸含有総量は、ミカン果汁時に比して80.2%と大きく減少した。

プロリン含有量は、米酢の3.3mg/mlに対しミカン酢では60.7mg/mlと大きく増加していた。

一方、プロリン以外の各アミノ酸含有量は、米酢に比して少ない傾向を示したが、他の果実酢よりは多かった。この結果より遊離アミノ酸中にプロリンが多いことがミカン酢の特徴であることが認められた。

南場³⁷⁾らは、食酢中の遊離アミノ酸は発酵5日前後で約1/2に資化され、酢酸発酵終了時の食酢に残存する遊離アミノ酸量は、酢酸発酵に用いた原料中のアミノ酸含有量の多寡に関わらず約40mg/100mlに減少すると報告している。

発酵期間は異なるが、本研究では発酵5日後におけるミカン酢中の遊離アミノ酸の減少量は23.4mg/mlであって南場らの報告とほぼ一致した。

本研究で用いた方法は、ミカン酢製造過程での発酵期間が短いことが特徴であって、ミカン酢中の遊離アミノ酸含有量の減少が抑制されたことから、製造方法は適性であったと判断された。

7. 色調の測定

色調はハンター表色法で測定しTable 8に示した。

ミカン酢の色調は、ミカン果汁時に比して色調値(Lb/IaI)が7.8倍となり、透明感にあふれ艶と光沢を示した。

総合的な色調は、原料ミカン果汁特有の色調が残存し、米酢に比して黄色感の強い食酢となり、色調面でも特徴を示した。

色調面での付加価値の有効利用法として、マヨネーズやサラダドレッシングなどの色調や芳香性を強化するための加工用素材としても有効であると判断された。

要 約

ミカン果汁を原料として食酢の製造を試みた。アルコール発酵では酵母W-3を用い、初発菌数 10^7 /mlとし、27℃で3日間の発酵を行った。

発酵後のエタノール生産率は81.7%であ

Table 7 Composition of free amino acid in *Satsuma mandarin* orange juice, winevinegar in composition with rice vinegar

Amino acid	Content (mg/100ml)			
	Orange juice ^{a)}	Orange wine ^{b)}	Orange vinegar ^{c)}	Rice vinegar ^{d)}
Ala	28.445	1.635	0.806	14.6
Val	4.971	1.007	1.016	6.3
Leu	5.107	1.338	1.717	7.7
Ile	3.070	0.796	0.958	4.1
Pro	82.712	82.294	60.718	3.3
Phe	4.459	0.963	1.500	4.2
Trp	0.490	Trace	Trace	—
Met	1.458	0.481	0.672	1.1
Gly	11.466	1.643	0.459	12.0
Ser	25.666	0.862	0.320	4.2
Thr	5.093	0.793	0.761	4.9
Cys	0.291	0.556	0.267	0.3
Gln	34.396	0.809	Trace	—
Asn	51.989	Trace	Trace	—
Tyr	2.943	0.691	0.774	4.9
Lys	4.335	0.797	0.926	3.0
Arg	69.116	2.142	2.182	5.8
His	2.298	0.908	0.771	2.1
Asp	28.565	1.583	0.421	5.4
Glu	13.820	2.924	1.236	50.1
Total	380.656	98.881	75.504	133.0

a)-d) : Refer to Table 5

Table 8 Color tone based on the Hunter color value of *Satsuma mandarin* orange juice, wine and vinegar

Color tone	Orange juice ^{a)}	Orange wine ^{b)}	Orange vinegar ^{c)}
L	36.4	19.8	19.4
a	-4.1	-1.4	-0.1
b	17.7	6.3	6.7
Lb/ a	157.1	89.1	1299.8

a)-c) : Refer to Table 5

って、醸造酵母 *Saccharomyces cerevisiae* を用いた発酵の理論値を満たした。

酢酸発酵条件は、大手食酢メーカーより分譲を受けた酢酸菌膜から酢酸菌を分離し、30℃で5日間発酵を行った。発酵後の酢酸生産率は93.4%であって、柳田²⁴⁻²⁷⁾らの発酵期間8日間に比して3日間短縮され、かつ、生産酢酸量の理論値を越えたことから、本法による酢酸発酵は敏速且つ効率的であると考えた。

ミカン果汁中の糖からの酢酸生産率は75.8%と良好な値を示した。

製造期間は両発酵過程で8日間に短縮され、生産コスト面での経済性が保証され実用化が可能となった。

ミカン食酢は、多くの有機酸類を含有し、とくに、クエン酸含有量が695.6mg/mlと他の食酢に比して顕著に高く含まれ、穏やかでソフトな呈味性をもつことから、単なる調味料のみでなく、種々の食品加工用素材や健康維持飲料などに利用出来ると判断した。

ミカン食酢中の遊離アミノ酸含有量は、他の果実酢²⁸⁾に比して多いが、米酢などの穀物酢に比べると少ない。

一方、プロリンは、60.7mg/mlと他の食酢に比して多く含まれた。

色調は、ミカン果汁に由来する艶と光沢をもち、黄色が残存する特徴が認められた。

柑橘類特有の苦味成分であるナリンギンはミカン食酢中には7.642mg/100mlと少量残存したが、賞味時では穀物酢と差が無く、ほど良い渋味をもち、僅かにミカン特有の芳香を呈し、嗜好性の発現に有効と考えられた。

味覚については、有機酸などの含有成分の相互作用と緩衝作用に基因するためか、簡単に良否を判断することはできなかった。

今後は実用化に向けて、より合理的な製造条件や方法及び生理、衛生的効果や安全性についての検討が必要である。

謝 辞

本研究に際し、酢酸菌の提供及び食酢の製造法につきご教示戴いたタマノイ酢株式

会社製造部第一研究所所長上中居和男氏並びに製造部の各位に深謝致します

本報は、日本農芸化学会平成8年度関西支部大会(1996年10月、香川)及び1997年度大会(1997年3月、東京)において発表し、特許申請に要する証明書を申請・認可された。

文 献

- 1) 日本果汁協会：カンキツの果汁飲料、果汁・果実飲料辞典、稲垣長典編、178-183、朝倉書店、東京(1988)
- 2) 増田照雄：タマネギ酢の開発と特性、食品と科学、36、93-96(1994)
- 3) 宮沢利勝俊一、大坪雅史、青木 央、沢谷拓治：分離酢酸菌株によるマルメロ、アスパラガスを原料とした酢酸発酵、日本食品科学工学会誌、43、858-865(1996)
- 4) 山里一英、宇田川俊一、児玉 徹、森地敏樹：微生物の分離法86 9、R&Dプラン、東京、(1986)
- 5) 大阪府立大学農学部園芸学教室：揮発性成分、園芸学実験・実習、中川昌一編、187-188、養賢堂、東京(1981)
- 6) 和田敬三：有機酸の定量、新食品学実験書、45-47、朝倉書店、東京(1995)
- 7) 日本食品科学工学会：全糖の定量、食品分析法、日本食品科学工学会編、181-191、光琳、東京(1982)
- 8) 山里一英、宇田川俊一、児玉 徹、森地敏樹：微生物の分離法、33 4-339、R&Dプランニング、東京(1986)
- 9) 岡田安治、竹内徳男、南場 毅、吉田政次、天野武男、細川信男、横尾良夫：食酢に関する研究、(Vol 1)、愛知食品工業試験場報告、13、61-73(1972)
- 10) 飯山 実、大塚 滋：表面発酵法、酢の科学、97-116、朝倉書店、東京(1994)
- 11) 佐伯明比古：酢酸菌と酵母の混合培養による米酢の製造、日本食品科学工学会誌、36、726-731(1989)

- 12) 金子精一：微生物の同定法、衛生技術会編、2-12、衛生技術会、東京(1983)
- 13) 和田敬三：屈折計による食品の糖度の測定、新食品学実験書、83-8 6、朝倉書店、東京(1995)
- 14) 日本食品科学工学会：還元糖の定量、食品分析法、日本食品科学工学会編、170-172、光琳、東京(1982)
- 15) 日本食品科学工学会：灰分の定量、新食品分析法、新食品分析法編集委員会、104-105、光琳、東京(1995)
- 16) 日本食品科学工学会：アミノ酸の定量、食品分析法、日本食品科学工学会編、495-501、光琳、東京(1982)
- 17) 和田敬三：タンパク質の定量、新食品学実験書、9-12、朝倉書店、東京(1995)
- 18) 日本食品科学工学会：フラボノイドの定量、食品分析法、日本食品科学工学会編、785-790、光琳、東京(1982)
- 19) 京都大学農学部農芸化学教室：比重の測定、新改版農芸化学実験書、京都大学農学部農芸化学教室編、148-149、産業図書、東京(1991)
- 20) 日本果汁協会：天然果汁の製造、果汁・果実飲料辞典、稲垣長典編、184-185、朝倉書店、東京(1988)
- 21) 増田 博、四条徳崇、村木弘行：リンゴの発酵的利用に関する研究 (No 1)、発酵工学会誌、41、655-659(1963)
- 22) 増田 博、四条徳崇、村木弘行：リンゴの発酵的利用に関する研究 (No 2)、発酵工学会誌、42、7-10(1964)
- 23) 増田 博、四条徳崇、村木弘行：リンゴの発酵的利用に関する研究 (No 3)、発酵工学会誌、42、11-14(1964)
- 24) 増田 博、四条徳崇、村木弘行：リンゴの発酵的利用に関する研究 (No 4)、発酵工学会誌、42、379-382(1964)
- 25) 増田 博、四条徳崇、村木弘行：リンゴの発酵的利用に関する研究 (No 5)、発酵工学会誌、42、383-387(1964)
- 26) 雨宮昭郎、両角次喜、四条徳崇、村木弘行：リンゴの発酵的利用に関する研究(No 6)、発酵工学会誌、42、388-392(1964)
- 27) 飯山 実、大塚 滋：表面発酵法、酢の科学、97-116、朝倉書店、東京(1994)
- 28) 柳田藤治：食酢(Vol 1)、日本醸造協会誌、80、450-453(1985)
- 29) 柳田藤治：食酢(Vol 2)、日本醸造協会誌、80、534-537(1985)
- 30) 柳田藤治：食酢(Vol 3)、日本醸造協会誌、80、798-801(1985)
- 31) 柳田藤治：食酢(Vol 4)：日本醸造協会誌、80、851-855(1985)
- 32) 古川昌二、上田隆蔵：食酢の不揮発性有機酸に関する研究(No 1)、発酵工学会誌、41、14-19(1963)
- 33) 古川昌二、竹内敏雄、上田隆蔵：食酢の不揮発性有機酸に関する研究(No 2)、45、204-210(1967)
- 34) 竹内敏雄、古川昌二、上田隆蔵：食酢の不揮発性有機酸に関する研究(No 3)、J.Ferment Technol.,46、288-292(1968)
- 35) 竹内敏雄、古川昌二、上田隆蔵：食酢の不揮発性有機酸に関する研究(No 4)、J.Ferment Technol.,46、321-326(1968)
- 36) 古川昌二、竹中信彦、上田隆蔵：酢酸発酵における酢酸から不揮発性有機酸への変化、J.Ferment Technol.,51、327-334(1973)
- 37) 南場 毅、加藤 熙：酢酸発酵中における有効成分の消長、日本食品科学工学会誌、32、646-654(1983)