ワインおよびワイン発酵中のグルコースと フラクトースの含有割合の変化

乙 黒 親 男・荻 野 敏・渡 辺 正 平
(山梨県食品工業指導所)

昭和 57 年 8 月 31 日受理

The Ratio of Glucose to Fructose of Wines : Effect of Yeast Strains and Sugaring

Chikao OTOGURO, Satoshi OGINO, and Masahira WATANABE
(The Institute for Wine and Food Technology Yamanashi Prefecture)
312-4, Kubonakajima, Isawa-cho, Yamanashi-ken

緒 言

ブドウ果汁の糖分はそのほとんどがグルコース (Glu) とフラクトース (Fru) で、ほぼ等量含まれ¹⁻³⁾、ワイン醸造でシュクロース (Suc) が補糖された場合でも果汁中のインペルターゼにより Suc は短時間のうちに転化され⁴⁻⁸⁾、転化後の Glu と Fru もほぼ等量となる。これらの両糖は発酵により減少するが、PEYNAUD ら⁹⁾は使用酵母により両者の消費割合は変化し、Glucophile (好グルコース性)酵母、Fructophile (好フラクトース性)酵母および中間性の酵母の存在を指摘した。また、小原ら¹⁰⁾は通常のワイン酵母を使用して発酵させた場合、Glu/Fru 比 (以下 G/F 比と略記) は発酵終了後に 0.1 位に低下することを報告している。しかし、既報¹¹⁻¹⁴⁾の市販ワインの G/F 比は多様の値を示している。そこで、本報では G/F 比の上昇に影響を与える要因、即ち、ワイン酵母菌株、補糖方法および保存果汁 (Sussreserve)¹⁵⁻¹⁷⁾ の添加について検討し、併せて、市販及び貴腐ワインの糖含有量と G/F 比についても検討したのでその結果を報告する。

実 験 方 法

1. 醸造条件

醸造条件は下記のとおりである。但し、特にことわりのない限り、原料ブドウは 1978 年産甲州種 (搾汁率 60 %) を用い、補糖には Suc を用い果汁の糖分が 22 % になるように添加した。亜硫酸は果汁中の濃度が 100 mg/l になるようにメタ重亜硫酸カリを添加した。酵母は原料果汁に対して 3 % 量を添加し、15° の恒温室で発酵

Table 1 Yeast strains examined

Test No.	Strain name and origin	
1	I AM 4043	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> (Piesporter)
2	" 4098	" (Winningen)
3	" 4112	" (Zeltingen)
4	" 4145	" (Charente fine Champagne)
5	" 4160	" (Dr. Sakaguchi N-11)
6	" 4173	" (Dr. Sakaguchi O-5)
7	" 4175	" (Johannisberger II)
8	" 4205	" (Steinberger)
9	" 4224	" (Wiltingen, Ahr)
10	" 4245	" (Winningen)
11	" 4252	" (Dr. Sakaguchi M-11)
12	" 4260	" (" N-10)
13	" 4274	" (" OC-2)
14	" 4466	" (Rauenthalerberger)
15	" 4493	" (Schloss Vallrads)
16	" 4508	" (Steeger Knipp)
17	I FO 1299	" (Heidesheimer Roth)
18	" 2322	" (Folle branche de Cognac)
19	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	(Yokotsuka et al. W-13 ^{18,19)})
20	<i>Torulopsis</i> sp.	(Jerez No. 5) ²⁰⁾
21	<i>Saccharomycodes ludwigii</i>	O-8 ^{21,22)}
22	<i>Saccharomyces fermentati</i>	S-68 ²³⁾

IAM: Institute of Applied Microbiology, Tokyo Univ.

IFO: Institute for Fermentation, Osaka

を行なった。なお、酒母は *Sacch. cerevisiae* W-3 酵母^{18,19)} を供試した。

(1) 供試酵母菌株

Table 1 に示したワイン酵母菌株 22 菌株を供試し、上記の補糖果汁をメンブランフィルター（ポアサイズ $1.0\mu\text{m}$ ）で濾過した果汁に 1 白金耳接種し、発酵を行なった。

(2) 冷凍濃縮果汁^{24,25)}

1978 年産甲州種の果実をそのまま冷凍したのち圧搾して得られた濃縮果汁（搾汁率 51.3%）を用いた。その成分は還元糖 25.35%，総酸 0.64%，pH 3.62 であった。

(3) 補糖方法

1978 年産甲州種を用い、Suc, Glu および Fru を補糖に用いた。但し、酒税法では補糖として Suc あるいは Glu を主発酵終了前であれば時期に制限なく添加することが許可されている²⁶⁾。

(4) 貴腐ブドウおよび貴腐ワイン

1978 年山梨県白根町産貴腐セミヨン種を用いた。なお、Table 2 の貴腐ワインは当所で試験し、Table 3 の 20 点の貴腐ワインは富士屋醸造（株）で製造を行なったものである。

2. 市販テーブルワイン

1978 年に市販されていた国産テーブルワイン 80 点、外国産テーブルワイン 131 点の計 211 点を用いた。なお、国産テーブルワイン 80 点の内、65 点は 1978 年 12 月山梨県ワインセンターで行なわれた勝沼町産ワイン品質審査会の出品酒である。

3. 分析方法

試料の調整、処理方法および分析条件は前報²⁷⁾によった。

実験結果および考察

1. G/F 比に及ぼす酵母菌株の影響

Table 1 に示した 22 菌株および自然発酵区を設定して、発酵中の G/F 比の変化に及ぼす酵母菌株の影響を比較検討した。Fig. 1 に示した斜線部分にワイン酵母 20 菌株および自然発酵区が入り、残糖が 4% になれば G/F 比は 0.2 以下、2% になると G/F 比は 0.1 以下と glucophile であった。ワイン酵母 20 菌株の Glu と Fru の消費速度は残糖が 7~8% までは Glu が、その後は Fru が早い傾向を示した。*S. fermentati* はワイン酵母より glucophile の度合いが弱い傾向を示した。

2. G/F 比に及ぼす果汁処理法の影響

無補糖果汁、補糖果汁および冷凍濃縮果汁の発酵中に於ける G/F 比の変化は Fig. 2 に示した。糖濃度がほぼ

Fig. 1. Changes in the G/F ratio of wines during fermentation by various yeast strains.

●: Wine yeast strains (20 strains, See Table 1)
△: *Saccharomyces ludwigii* 0-81
□: *O-Saccharomyces fermentati* S-68

Fig. 2. Changes in the G/F ratio of wines during fermentation of non sugared (▲), sugared (●), and freeze-concentrated grape must (□).

同じ補糖果汁と冷凍濃縮果汁の G/F 比の変化はほとんど差が認められなかった。但し、補糖果汁の場合、Suc を含む期間を点線で示し、Suc が Glu と Fru に等量転化するものと仮定して G/F 比を算出した。次に、無補糖果汁の場合他の果汁に比較して発酵中の G/F 比は高く、残糖が多い時の G/F 比の差は大きかったが、残糖が約 1% で G/F 比が 0.05 以下となり、ほとんど差が認められなくなった。

3. G/F 比に及ぼす補糖の影響

Suc, Glu および Fru を補糖した場合の発酵中の G/F 比の変化を Fig. 3 に示した。Suc 補糖区は Suc を含有する期間を点線で示した。Suc 添加区 (No. 2~4) の Suc 添加時の G/F 比の差はほとんどないが、発酵途中では添加量の多いものほど G/F 比が低い傾向を示し、

Fig. 3. Effect of sugaring on the G/F ratio of wines during fermentation of the following Koshu grape must.
must-1: non sugared.
must-2, 3, 4: sugared with sucrose to 19%, 24%, and 28% respectively.
must-5, 6: sugared with glucose and fructose to 23% respectively.

残糖が 2% で G/F 比はすべて 0.05 以下となりほとんど差がなくなった。次に、Glu 添加区 (No.5) は Glu 添加の時点では G/F 比が 1.85 と高く、発酵途中に於いても G/F は他に比較して高いが、残糖が 2% になると、G/F 比は約 0.1 に低下し、残糖のほとんどは Fru となり、他の添加区とほとんど差がなくなった。逆に、Fru 添加区 (No.6) は Fru 添加時点で G/F 比は 0.49 と低く、発酵途中に於いても低く、残糖が 2% で G/F 比は 0 となった。次に、Fig.3 から発酵中の Glu と Fru の消費量を残糖 2% までで比較すると、消費した糖の G/F 比は Suc 添加区 (No.2~4) が 1.12~1.17, Glu 添加区 (No.5) が 2.35, Fru 添加区 (No.6) が 0.56 となり、補糖した時点での果汁の G/F 比の高いもののほど消費した糖の G/F 比が高い傾向を示した。即ち、補糖時の Glu 量の多いもののほど、発酵中に消費する Glu 量も多くなることを示している。

4. 低残糖分 (1% 以下) の場合の G/F 比

1978 年当所で試醸したワインの内、残糖分が 1% 未満の 35 点について、その残糖分と G/F 比の関係を Fig.4 に示した。図に示したように、還元糖が 0.2% 以下になると G/F 比が増加するが、これは Glu がほとんど資化された後は Fru が資化されるため相対的に G/F 比は増加する。したがって、残糖が 0.4% 未満では G/F

比が 0.1 を超えるものが認められた。

5. 貴腐ブドウ果汁の発酵経過と貴腐ワインの G/F 比
糖含有量 31.3% の貴腐ブドウ果汁による発酵中のエタノールの生成、糖分の減少および G/F 比の関係を Table 2 に示した。発酵の進行に伴ない G/F 比は 0.94 から 0.28 まで減少した。また、両糖の消費パターンは発酵初期から残糖 14% まで Glu を優先的に資化し、10%前後の段階では Fru を優先的に資化することが認められたが、発酵中の Glu の消費量は Fru の 1.6 倍であった。次に、貴腐ワイン 20 点について分析した結果を Table 3 に示した。果汁の推定糖濃度はワイン中のエタノールおよび全糖の含有量よりアルコール発酵の理論式から算出した。但し、実際のワイン醸造では副産物を初めエタノールの蒸発などにより回収率は理論値の 90~95%^{26,28)}であるため、回収率を 95% として算出した。その結果、発酵前果汁の推定糖濃度は 22.8~57.3 g/100 ml (平均 35.8 g/100 ml) と通常果汁に比較して非常に高く、発酵後の貴腐ワインはエタノールが 4.20~13.13 g/100 ml (平均 8.55 g/100 ml)、全糖が 0.40~47.60 g/100 ml (平均 18.07 g/100 ml) で残糖の約 90% 以上は還元糖であった。残糖のほとんどを占める Glu と Fru 以外には Suc が 9 点認められたが、CORDONNIER ら⁹⁾によると *Botrytis cinerea* が繁殖した貴腐ブドウ果汁中のインベルダーゼ活性は低下すると報告していることから、本結果の貴腐ワインにおいてもインベルターゼ活性の低下により、Suc の転化が弱まり残存したものである。Suc が残存しているものの推定糖濃度は 30.8~57.3 g/100 ml (平均 43.8 g/100 ml) で、含有していない貴腐ワインの 22.8~35.4 g/100 ml (平均 29.2 g/100 ml) に比較して推定糖濃度は高く、生成エタノール濃度も前者は 4.20~8.95 g/100 ml (平均 5.61 g/100 ml) であるのに対して後者は 9.78~13.13 g/100 ml (平均 10.96 g/100 ml) でエタノール濃度も低かった。また、Suc の残存する貴腐ワインの G/F 比は 0.74~2.31 (平均 1.49) と含有していない貴腐ワイン 0.24~0.82 (平均 0.39) に比較して高い値を示した。一方、貴腐ワ

Table 2 Changes in ratio of glucose to fructose during fermentation of botrytised grape must

Incubation period (days)	Ethanol	Reducing sugars ^{a)}	D-Glu-	D-Fruc-	G/F ratio
			cose (G)	tose (F)	
		(g/100 ml)			
0	0	31.33	15.19	16.14	0.94
5	3.38	24.66	10.66	14.00	0.76
10	7.92	19.91	7.18	12.73	0.56
15	10.18	14.02	4.04	9.98	0.40
20	11.30	10.00	2.17	7.83	0.28

a) G + F

Table 3 Contents of sugars and the G/F ratio of botrytised wines

Sample No.	Sucrose (S)	D-Glucose (G)	D-Fructose (F)	Reducing sugar ^{a)}	Total sugar ^{b)}	Ethanol	G/F ratios	Calculated total sugar ^{c)}
				(g/100 ml)				(g/100 ml)
1	0	0.86	3.54	4.40	4.40	11.66	0.24	28.4
2	0	1.56	6.42	7.98	7.98	11.63	0.24	32.0
3	0	0.45	1.75	2.20	2.20	10.99	0.26	24.9
4	0	0.63	2.20	2.83	2.83	11.92	0.29	27.4
5	t	2.74	9.14	11.88	11.88	9.78	0.30	32.1
6	0	0.82	2.59	3.41	3.41	13.13	0.32	30.5
7	t	3.12	9.45	12.57	12.57	10.35	0.33	33.9
8	t	2.45	5.20	7.65	7.65	10.54	0.47	29.4
9	t	5.11	9.80	14.91	14.91	9.94	0.52	35.4
10	0	1.45	2.65	4.10	4.10	9.78	0.55	24.3
11	2.26	10.80	14.54	25.34	27.60	5.61	0.74	39.2
12	0	0.18	0.22	0.40	0.40	10.84	0.82	22.8
13	2.60	14.33	16.27	30.60	33.20	4.71	0.88	42.9
14	1.87	9.84	8.24	18.08	19.95	5.23	1.19	30.8
15	0.77	9.11	6.65	15.76	16.53	8.95	1.37	35.0
16	1.45	17.31	11.92	29.23	30.68	6.44	1.45	44.0
17	2.32	27.34	17.94	45.28	47.60	4.20	1.52	57.3
18	2.17	23.81	13.02	36.83	39.00	4.95	1.83	49.2
19	1.80	26.42	12.43	38.85	40.65	4.37	2.13	49.7
20	2.30	22.01	9.51	31.52	33.82	5.99	2.31	46.2
Ave.	0.88	9.02	8.17	17.19	18.07	8.55	0.89	35.8
Max.	2.60	27.34	17.94	45.28	47.60	13.13	2.31	57.3
Min.	0	0.18	0.22	0.40	0.40	4.20	0.24	22.8

a) G+F

b) G+F+S

c) $G+F+S+\frac{EtOH}{0.485(0.511 \times 0.950)}$

イン中の G/F 比については Szabo¹²⁾, 湯目ら¹⁴⁾, WAGNER^{ら²⁹⁾}の報告があるが, 本結果の G/F 比は 0.24~2.31 とばらつきが大きく, Szabo¹²⁾の報告している 0.31~2.52 の値とよく一致した。糖濃度と G/F 比の関係については Szabo¹²⁾が報告しており, 発酵前の糖濃度が 17~20% 間では Fru より Glu を優先的に, 20~25% 間で両糖を, 25~30% 間では Glu より Fru を優先的に資化している。本結果においては糖濃度が約 44% 以上のものは G/F 比が 1.45 以上と高く, 糖濃度が約 30~44% では 0.24~1.37 とばらつきが大きく, 糖濃度が約 30% 以下ではすべて 1 以下であった。以上のことから, 前述のようにワイン酵母のほとんどは glucophile であったが, 高糖濃度果汁の場合, hexokinase 活性の低下¹²⁾により glucophile 酵母でも Fru を優先的に資化し, Fructophile 酵母化し, G/F 比が高くなるものと思われる。また, 本結果からも高糖濃度果汁の発酵ではエタノール含有量の低いワインが得られたが³⁰⁾, これは高糖濃度下の発酵では減衰期における酵母の代謝阻害^{31,32)}により, 糖が完全に消費される前に発酵が終了したものと思われる。なお, 高糖濃度の果汁による発酵で酵母が代謝阻害を受けた場合, エタノール含有量が低く¹²⁾, G/F 比が高い傾向¹²⁾にあることから, 今後高糖濃度条件下での酵母の発酵生理作用について検討が必要と考えられる。

6. 市販ワインの糖分含有量と G/F 比

市販ワイン 211 点と貴腐ワイン 20 点の Suc, Glu および Fru 含有量と G/F 比を Table 4 に示した。テーブルワイン中の糖のほとんどは Glu および Fru であるが, 国産ワイン中に 1.0 g/100 ml 以上 Suc を含むものが数点散見された。通常, 果汁のインペルターゼ活性は強く, 果汁に補糖された Suc は短時間に転化される⁴⁻⁸⁾。しかもこの酵素活性は発酵末期においても残存する。したがって, ワイン中に Suc が認められることは①インペルターゼ活性が失活している濃縮果汁の使用, ②活性炭或いはベントナイト処理をしてインペルターゼ活性が著しく低下した果汁の使用, ③発酵末期の高温経過 (35° 以上), ④発酵末期に Suc を添加し, 冷却, 汙過後直ちに火入れ処理, ⑤火入れ, その他の処理によりインペルターゼ活性が失活したワインへの Suc の添加 (この場合は甘味果実酒), 等のいろいろな場合が考えられる。その他酵母のインペルターゼの作用についても検討する必要がある。市販テーブルワインの G/F 比については白ワインが 0~9.73 (平均 0.66, 111 点), ロゼワイン 0~3.01 (平均 0.65, 35 点), 赤ワイン 0~1.21 (平均 0.16, 65 点) で, 辛口である赤ワインに比較して, 白・ロゼワインの G/F 比は高く, パラツキも大きかった。この内, 国産白ワインで G/F 比が 3 以上の極端に高いものが数点散見されたが, 醗中の残糖が少なくなった時点で Glu を補糖¹⁰⁾した結果による

Table 4 Contents of sugars and the G/F ratio of domestic and foreign commercial wines analysed

Country	Wine type	Number of analyses	Sucrose		D-Glucose (G)		D-Fructose (F)		G/F ratio					
			Range	Ave.	Range	Ave.	Range	Ave.	Range	Ave.				
			g/100 ml											
Japan	{ White	41	0	~1.68	0.14	0	~2.05	0.50	t	~5.31	1.00	0	~9.73	0.96
	{ Botrytised*	20	0	~2.60	0.88	0.18~26.42	9.02	0.22~17.94	8.17	0.24~2.31	0.89			
	{ Rose	15	0	~1.03	0.11	0.13~1.58	0.60	0.11~1.17	0.72	0.20~3.01	0.94			
	{ Red	24	0	~0.38	0.03	0	~0.35	0.04	t	~0.39	0.11	0	~1.00	0.17
France	{ White	35	0	~t	0	0	~2.90	0.54	t	~8.33	1.27	0	~1.32	0.30
	{ Rose	8	0	~0.10	0.01	0	~1.39	0.58	t	~1.93	0.88	0	~0.88	0.34
	{ Red	28	0	~0.06	0	0	~0.10	0.01	t	~0.09	0.02	0	~1.21	0.04
West Germany	White	26	0	~0.17	0.01	0.70~4.04	1.44	0.94~9.53	2.26	0.36~1.00	0.74			
U. S. A.	{ White	2	0	0	0	0.75, 1.57	1.12	0.88, 1.82	1.35	0.84, 0.86	0.85			
	{ Rose	3	0	~0.07	0.02	0.97~1.28	1.10	1.21~1.46	1.29	0.80~0.88	0.85			
	{ Red	4	0	0	0	~0.76	0.21	t	~0.87	0.26	0	~0.88	0.35	
Italy	{ White	3	0	0	0	~0.13	0.04	0	~0.13	0.04	0	~1.04	0.33	
	{ Rose	2	0	0.08	0.04	0	0	0.06, 0.08	0.07	0	0			
	{ Red	5	0	~0.07	0.02	0	0	0	~0.09	0.02	0	0		
Australia	{ White	1	0	0	0	1.19	1.19	1.29	1.29	0.92	0.92			
	{ Rose	1	0.10	0.10	0	1.08	1.08	1.11	1.11	0.97	0.97			
	{ Red	3	0	~0.06	0.03	0	0	0	~0.09	0.04	0	0		
Portugal	{ White	1	0	0	0	0.58	0.58	1.24	1.24	0.47	0.47			
	{ Rose	4	0	~0.14	0.04	0.56~0.99	0.69	1.44~1.88	1.54	0.31~0.78	0.85			
Spain	{ White	2	0	0	0	0.14	0.07	0.07, 0.20	0.14	0	0.70	0.35		
	{ Rose	2	0	0	0	0.36, 1.14	0.75	0.26, 1.15	0.71	1.39, 1.00	1.20			
	{ Red	1	0	0	0	0	0	0.04	0.04	0	0			
Total	{ White	111	0	~1.68	0.05	0	~4.04	0.73	0	~9.53	1.35	0	~9.73	0.66
	{ Botrytised*	20	0	2.60	0.88	0.18~26.42	9.02	0.22~17.94	8.17	0.24~2.31	0.89			
	{ Rose	35	0	~1.03	0.06	0	~1.58	0.56	t	~1.93	0.70	0	~3.01	0.65
	{ Red	65	0	~0.38	0.02	0	~0.99	0.07	0	~0.87	0.16	0	~1.21	0.16

*: Japanese botrytised wines.

t: trace (less than 0.05 g/100ml)

Fig. 4. Distribution of the G/F ratio versus reducing sugars content of 35 white dry wines.

ものと思われる。次に、ワイン中の残糖と G/F 比の関係の散布図を Fig. 5 に示した。Fig. 1~Fig. 3 に示したように、発酵の進行に伴ない G/F 比は低下するが、Fig. 3 の No. 5 (グルコースを添加した場合) の発酵中の G/F 比が最も高いため、図中に実線で示した。したがって、発酵途中で糖類の添加がない限り、図中の実線より G/F 比は低くなるはずである。但し、Fig. 4 に示したように残糖が少なくなった場合、G/F 比が上昇することがあるため、残糖が 0.5% 以上の場合について検討を行なった。以上のことから、残糖が 0.5% 以上で実線より上のサンプルを点線で囲んだ結果、大部分の白ワインが点線の中に入ることを認めた。このことは残糖のあるワイン中には Glu がかなりの比率で残存していることを示すもので、①発酵末期における Glu 又は Suc の

Fig. 5. Distribution of the G/F ratio versus reducing sugars content of domestic and foreign wines (See Table 4).●: white wines
△: rose wines

添加、②前述したようなインペルターゼ活性の弱い(又は失活した)果汁の使用、③発酵末期又は発酵終了直前又は終了後の果醪或いはワインへの果汁の添加(後者は Süssreserve と呼ばれ¹⁵⁻¹⁷⁾、日本では認められていないが西独では許可されている)、等のいろいろな場合が考えられ、G/F 比との関連において今後検討される必要がある

ある。

要 約

ワイン発酵中の G/F 比にワイン酵母菌株および補糖の方法がどのような影響を及ぼすかを検討すると共に、市販ワインおよび貴腐ワインの糖組成および G/F 比の測定値から、それぞれのワイン発酵中における果汁あるいは補糖の添加の有無について検討した。

1. 供試ワイン酵母 20 菌株の残糖が 2% になると G/F 比が 0.1% になり、糖に対する選択性は *glucophile* であった。

2. 糖濃度がほぼ同じ補糖果汁および冷凍濃縮果汁の発酵中の G/F 比の変化はほとんど差が認められなかった。

3. 補糖に Glu を用い残糖が多いうちに発酵を中止した場合は G/F 比が高いのに対して、残糖が 2% 以下では G/F 比は 0.1% 以下となり、残糖のほとんどが Fru となった。

4. 補糖した時点の果汁の G/F 比の高いもののほど消費した糖の G/F 比は高い傾向を示した。

5. 糖含有量 31.3% の貴腐果汁発酵中の G/F 比は 0.98 から 0.28 まで低下し、発酵終了時 Glu の消費量は Fru の約 1.6 倍であった。

6. 糖濃度が約 44% 以上の貴腐果汁を発酵させた場合、エタノール生成量は 4.20~6.44 g/100 ml と低く、Suc が残存し、G/F 比は 1.45~2.31 と高い値を示した。

7. G/F 比が高い市販テーブルワインは発酵後期以後に果汁あるいは補糖が行なわれている可能性を示唆した。

終りに臨み、貴腐ワインを提供下さいました富士屋醸造株式会社社長、名執正武氏、故内藤恒夫氏ならびに御校閲を賜った山梨大学名誉教授小原 巖氏に深謝致

します。

文 献

- 1) M. A. AMERINE, M. A. JOSIYN: *Table wines*, p.242, University of California, California (1970)
- 2) 日本醸造協会：醸造成分一覽 p.286 (1972)
- 3) M. A. AMERINE, H. W. BERG, W. V. CRUESS: *Technology of Wine making*, p.81, The AVI. Pub. Co. Inc. (1972)
- 4) 穂積忠彦, 風間敬一, 加々美 久：醸協 47(7) 325 (1952)
- 5) Von B. WEGER: *Die Wein-Wissenschaft* 26, 194 (1971)
- 6) R. C. CORDONNIER, C. BIRON, A. DUGAL: *Ann. Tech. Agr.* 24 171 (1976)
- 7) A. RAPP, A. ZIEGLER, H. STEFFAN: *Vitis* 16 112 (1977)
- 8) Von B. WEGER, BOZEN: *Weinb. Keller* 25 62 (1978)
- 9) E. PEYNAUD, S. DOMERCQ: *Ann. Inst. Pasteur* 89 346 (1955)
- 10) 小原 巖, 野々村英夫：山梨大発研報告 9 35 (1962)
- 11) 渡辺正澄, 篠原 隆, 島津善美：第 10 回醸造に関するシンポジウム講演集 p.33 (1978)
- 12) M. A. AMERINE, M. A. JOSIYN: *Table wines* p.426 University of California press, California (1970)
- 13) 島津善美, 上原三喜夫, 渡辺正澄：醸協 75(4) 327 (1980)
- 14) 湯目英郎, 銭林 裕, 達 真雄：醸酵工学 59 169 (1981)
- 15) M. A. AMERINE, M. A. JOSIYN: *Table wines*, p.476 University of California press California (1970)
- 16) 小原 巖：醸協 67(6) 533 (1972)
- 17) G. TROOST: *Technologie des Weines*, p.167, p.531. Verlag E. Ulmer Stuttgart (1972)
- 18) 植塚 勇, 後藤昭二, 両角州喜：山梨大発研報 9 89 (1962)
- 19) 植塚 勇, 後藤昭二, 両角州喜：醸協 57(9) 836 (1962)
- 20) 横塚 勇, 後藤昭二：山梨大発研報 9 99 (1962)
- 21) 小原 巖, 野々村英夫, 山崎豊彦：山梨大発研報 11 1 (1964)
- 22) 小原 巖, 野々村英夫, 山崎豊彦：同上 9 17 (1962)
- 23) 小原 巖, 野々村英夫：同上 8 1 (1961)
- 24) 乙黒親男, 渡辺正平, 荻野 敏, 加々美 久：公開特許公報 昭和 54-145251
- 25) 乙黒親男, 荻野 敏, 渡辺正平：78 (2) 150 (1982)
- 26) 山梨県食品工業指導所：ブドウ酒醸造法 p.12 山梨県食品工業指導所 (1971)
- 27) 乙黒親男, 荻野 敏, 渡辺正平：醸協 78 (3) 220 (1983)
- 28) 野々村英夫：醸協 58(4) 262 (1963)
- 29) K. WAGNER, P. KREUTZER: *Die Weinwirtschaft* 113 272 (1977)
- 30) M. A. AMERINE, M. A. JOSIYN: *Table wines* p.422 University of California, California (1970)
- 31) 小原 巖：発酵と工業 35 761 (1977)
- 32) S. LAFON-LAFOURCADE et al.: *Appl. Environ. Microbiol.* 38 1069 (1979)