

ブドウ果汁の処理工程における粘性挙動について

鈴木康夫, 加賀美元男

(昭和39年9月30日受理)

Effects of Certain Physical and Chemical Conditions on the Viscosity of Grape Juice

By Yasuo SUZUKI and Moto-o KAGAMI

Under certain physical and chemical conditions comparable to practical cellar operations, various factors affecting the variation in viscosity of grape juice were studied. The results obtained are as follows: (1) The heat treatment of the grape juice have little effect on the viscosity. (2) The viscosity of juice increased with pH range from 2 to 4.2 and with the pectine contents. (3) A linear relationship between the viscosity and the sugar concentration in grape juice was obtained on semilogarithmic coordinate. (4) The susceptibility of viscosity to temperature of juice obviously appeared in the case of high sugar concentration. (5) According to the relationship between the viscosity of grape juice and of the model juice, it seems likely that the variation in viscosity is practically induced by glucose, sucrose, pectine and tartaric acid contents.

緒 言

一般に食品は天然の高分子物質や低分子物質がそれぞれの割合で混合されているものであるために、複雑な理化学的性質を示し、例えば流動性の温度依存性は特に明瞭で、斯様な食品を輸送したり圧搾する場合には他の工業における場合とは性質を異にし、食品に関する特殊性を加味しなければならなくなる。そこに食品における理化学的性質が重要な因子となるのであるが、この流動学(レオロジー)なる学問自体が最近のものであり、複雑な食品の流動学はほとんど経験的分野においてのみ考えられていたものである。

本実験においては液体分散系食品の一つであるブドウ果汁の流動性について基礎的な資料を得るため、その加工に際しての果汁の示す粘性挙動の特性を調べてみたのでその結果を報告する。

実 験 の 部

1. 供 試 料

昭和36年10月、山梨県勝沼地区より採取した甲州種より得られた果汁を実験に供した(TABLE I)。

TABLE I
Analysis of the Grape Juice, Before and After Treatment

	Untreated ^{a)}	Heat treated ^{b)}	Pectinase added ^{c)}
Viscosity (<i>c.p.</i>)	1.3655	1.3659	1.3422
Specific gravity (D_{20}^{20})	1.0708	1.0704	1.0704
Reducing sugars (<i>g/l</i>)	140	—	—
Total sugars (<i>g/l</i>)	182	—	—
Pectine (<i>mg/l</i>)	268	—	182
Total acids (<i>meq/l</i>)	141	—	—
pH	2.12	—	—

a) Free ran juice prepared from a grape variety of Kōshū.

b) Heated on a water bath for 30 min at 80°C.

c) 0.1 per cent by Wt. of Takamine-Pectinase SCF-9166 was used at room temperature (15-20°C) for 24 hours.

2. 実験方法

1) 粘度の測定: オストワルド粘度計を用い、30°Cにて測定した。

2) 還元糖の定量: LANE and EYNON 法によった¹⁾。

3) ペクチン: アルコール沈澱法によった²⁾。即ち試料 50 ml をとり 300 ml 容三角フラスコに入れ、 $N/10$ 塩酸を含む 95° アルコール (A液) 150 ml を加え数時間放置後、ろ紙にてろ過し A液で 1 回洗滌後少量の熱湯にて別のビーカーへ溶かし込む。これに $N/10$ 中性ソーダ 50 ml を加えて 24 時間放置し、次に 1 N 塩酸 25 ml を添加し 5 分後、1 M 塩化カルシウム液 25 ml を加え 1 時間放置する。その後 5 分間以上煮沸するとペクチン酸カルシウムが沈澱する。これをあらかじめ秤量した乾燥ろ紙を用いてろ過し、 Cl^- の反応のなくなるまで 85° アルコールで洗滌したのち 100°C で乾燥し秤量した。

4) pH の測定: ガラス電極 pH メーターにより測定した。

5) 滴定酸度: 試料 10 ml をとり $N/10$ 中性ソーダにて滴定し *mcg/l* として算出した。

6) 果汁の加熱処理: 果汁の加熱殺菌の方法の一つとして 80°C にて 30 分間加熱した。

7) ペクチナーゼの添加: Takamine-Pectinase SCF-9166 を 0.1% 添加後、室温 (15~20°C) にて 24 時間放置した。

8) pH の調整: 試料 1 ml に対し 緩衝液 ($N/5$ フタル酸水素カリウムと $N/5$ 中性ソーダまたは塩酸の混液) 2 ml 混合して調整した。

9) ブドウ糖溶液の調製: 蒸留水 100 ml 中に特級ブドウ糖 (東京化成工業 K K 製) を混和し濃度 (150~600 *g/l*) を調製した。

10) ペクチン溶液の調製: 蒸留水 100 ml 中に ペクチン (東京化成工業 K K 製) 13~1,000 mg を溶解させ、果汁: ペクチン溶液 = 1:1 に混合して調製した。

11) 標準溶液の調製: 各々の試薬を蒸留水 100 ml に溶解せしめて TABLE II の如く調製した。

TABLE II
Determination of the Viscosity and Specific Gravity of the Solutions

Solution of	Viscosity (c.p.)	Specific Gr. (D_{20}^{20})
Glucose (140 g/l)	1.0609	1.0494
Sucrose (40 g/l)	0.8937	1.0127
Tartaric acid (10 g/l)	0.8188	1.0001
Pectin (0.26 g/l)	0.9540	0.9965
The combined	1.3648	1.0680

3. 実験結果

1) 供試料の一般分析値および粘度測定

本実験に使用せるブドウ果汁の一般分析値および粘度は TABLE I の通りである。

2) 加熱殺菌処理

80°C にて30分間加熱殺菌の処理工程を経過せる果汁につき粘度および比重を測定した結果は TABLE I の通りである。

3) ペクチナーゼの添加

ペクチナーゼ処理後における果汁に対する測定値として TABLE I の結果を得た。

4) 果汁の pH と粘度変化

果汁の pH と粘度との関係を調べた結果は Fig. 1 の如くである。

5) 糖濃度の変化に伴う粘度変化

(a) ブドウ糖溶液による実験：ブドウ糖溶液の糖濃度の変化に伴う粘度の変化は TABLE III の通りである。

(b) 果汁の糖濃度の変化と粘度との関係：(i) 果汁の加熱濃縮による糖濃度の変化と粘度との関係は TABLE III の通りである。(ii) 果汁の稀釈による糖濃度の変化と粘度変化との関係は TABLE III の如くである。

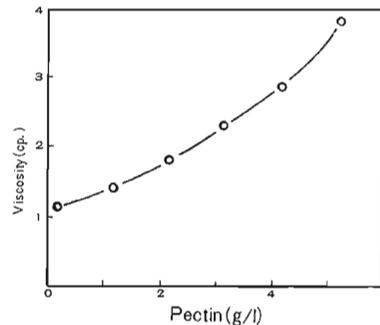


Fig. 1. Variation in viscosity with pH of the grape juice containing N/5 Pythate-NaOH or HCl buffer solution in the ratio of 1 : 2 by volume.

TABLE III
Variation in Viscosity with Sugar Concentration

Glucose Solution		Grape Juice I ^{a)}		Grape Juice II ^{b)}	
Sugar conc.	Viscosity	Sugar conc.	Viscosity	Sugar conc.	Viscosity
g/l	c.p.	g/l	c.p.	g/l	c.p.
150	1.08	160	1.29	19	0.85
300	1.47	230	1.75	38	0.90
450	2.06	350	2.71	70	1.14
600	2.78	420	3.70	140	1.37

a) Sugars was concentrated by evaporation on a steam bath.

b) Diluted with water.

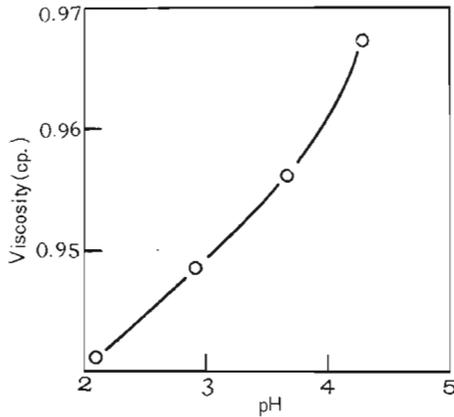


Fig. 2.

Fig. 2. Variation in viscosity with pectin contents of the grape juice. Respective concentration of pure pectin solution was added in the ratio of 1 : 1 by volume.

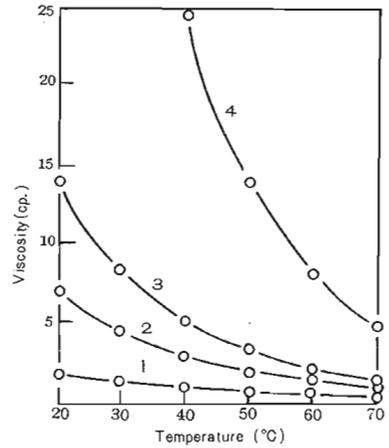


Fig. 3.

Fig. 3. Effects of temperature on viscosity of various sugar concentration in the grape juice. 1, 2, 3, 4, 140, 330, 500 and 630 g/l, respectively.

6) 果汁にペクチン溶液を混和した場合の粘度変化は Fig. 2 の通りである。

7) 果汁の濃縮による糖濃度と粘度との温度差による変化

相異なる糖濃度における粘度の温度変化による影響を調べた結果は Fig. 3 の通りである。

8) 純溶液における粘度変化

ブドウ糖, ショ糖, 酒石酸およびペクチンの夫々に純溶液並びにその混合溶液における粘度を測定した結果は TABLE II の通りである。

考 察

果汁に対し加熱処理したものと、しないものとはその粘度において、ごく僅かの増加がみられたが、ほとんど相異なるものと考えられる (TABLE I)。

またペクチナーゼの添加における影響は約20%の粘度の減少がみられたのであって、ペクチンの減少率も30%程度に過ぎなかった (TABLE I)。

次に pH との関係であるが Fig. 1 に示した如く pH の上昇に従って粘度もまた増加の傾向が認められた。

糖濃度の変化に伴う粘度変化において、まずブドウ糖溶液の変化については TABLE III に示した通りであるが、その測定値は半対数グラフ上にプロットすると Fig. 4 の如く直線 (I) が得られるので、ブドウ糖溶液の粘度 (y) は、その濃度 (x) の指数函数として直線の座標より次の如き実験式 (1) が得られた。

$$y = 0.76(10)^{0.0095x} \quad (1)$$

次に濃縮による糖濃度の変化と粘度変化においても TABLE III に示した結果を、ブドウ糖溶液における場合と同様に半対数グラフ上にプロットすると、Fig. 4 に示す如く直線

(II) となり指数函数的関係があり、図より次の実験式 (2) が得られた。

$$y = 0.7(10)^{0.017x} \quad (2)$$

また果汁の稀釈による糖濃度変化に伴う粘度変化においても、TABLE III に示された結果を前記同様に半対数グラフ上にて Fig. 5 の如く直線を得たので指数函数的関係の成立が明らかとなった。図より

$$y = 0.8(10)^{0.017x} \quad (3)$$

なる実験式 (3) が得られる。

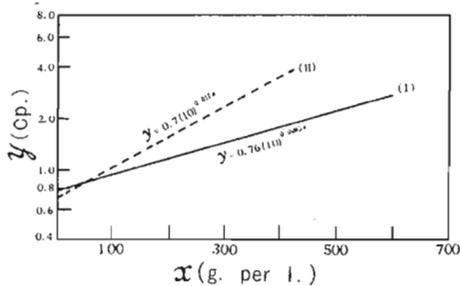


Fig. 4.

Fig. 4. Relationship between viscosity (y) and sugar concentration (x) in the grape juice (I) and in the glucose solution (II).

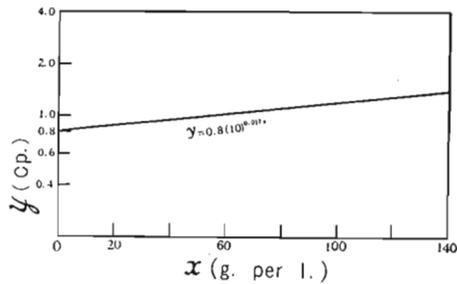


Fig. 5.

Fig. 5. Relationship between viscosity (y) and sugar concentration (x) in the serial dilution of the grape juice.

以上本実験における果汁の示す粘度変化とその糖濃度との間には指数函数的関係の成立することが認められた。而して上記実験式において x の係数値が、糖溶液と果汁とにおいて異なるのは、果汁における粘性因子が単にブドウ糖のみでないことを示している。

次にペクチンとの関係においては Fig. 2 に示した如く、ペクチンの増加に伴い粘度もまた増加しその勾配はペクチンの多いほど大なることが認められた。

温度の相異による粘度の変化は Fig. 3 の如く緒論においても述べたように、粘性の温度依存性を明確にするもので、且つ糖濃度の大きなるに従いその温度依存性大きくなる傾向がみられた。

次に標準溶液は果汁のあずかる成分としては糖類が主成分であり、粘性にも主役を演じていることは明らかであるが、それ以外にも可成り粘度に影響を及ぼす成分が考えられ、液およびペクチンと粘度との関係が本実験において明らかとなったので、糖、酸およびペクチンの3成分を用い、果汁の粘性とどのような特性の相異が認められるかを検討するため、以上の3因子にて果汁類似品を調製しその粘度を測定した結果、TABLE II の如く果汁の粘性はその糖、酸およびペクチンの3因子によってほとんど決定されるものと考えられる。

要 旨

ブドウ果汁の流動性に関する基礎的資料を得るため、二、三の処理工程における粘性挙動について比較検討した。

1) 果汁の殺菌などの目的により加熱された場合, その前後において粘度に及ぼす影響を調べた結果, ほとんど影響のないことが認められた。

2) 果汁の示す pH 変化に伴う粘性への影響は, pH の上昇に従って粘度も増加する傾向を示した。

3) 果汁中の主成分である糖濃度の変化と粘度との関係を追究すべく, 加熱濃縮および稀釈による変化の影響を調べた結果, 本実験における糖濃度の範囲において粘度は糖濃度の指数関数で表わされることを明らかにした。

4) ペクチン含有量の相異による粘度変化を検討した結果, ペクチンの増加に伴い粘度は増加し, その傾向はペクチンの多いほど大であることが認められた。

5) 温度差による粘度変化は糖濃度の異なるものほど, その温度依存性の異なることが明らかにされた。

6) ブドウ糖, ショ糖, ペクチンおよび酒石酸の4物質からなる混合水溶液を調製し, 果汁類似液としてその粘度を測定し果汁のそれを比較した結果, 果汁の粘度はこれら4種の物質によってほとんど決定されるものと思われる。

終りに臨み種々御指導並びに御校閲をいただいた小原巖教授に深く感謝します。

文 献

- 1) LANE, J. H. and L. EYNON: *J. Soc. Chem. Ind.*, 42, 32T (1923); 44, 150T (1925).
- 2) 東京大学農芸化学教室: 実験農芸化学上巻 朝倉書店 (1954)