温州ミカン果汁の品質改善と果皮利用に関する研究

(第1報) インライン式とチョッパーパルパー式搾汁機による
温州ミカン果汁の品質の差異について

伊 福 靖*・前 田 久 夫*

Studies on Improvement of *Citrus unshiu* Juice Quality and Utilization of Peels

Part I. The difference in qualities between juices of *Citrus unshiu* processed
by In-Line juice extractor and by Chopper pulper juice extractor

YASUSHI IFUKU and HISAO MAEDA

During the harvest season from 1973 to 1974, we examined the difference of juices qualities processed by In-Line juice extractor and Chopper pulper juice extractor.

The In-Line juice extractor was more usefull than the Chopper pulper juice extractor, but the yield of juice was less than that of another one.

The contents of pulp, flavanones and hesperidin in the juice (CPJ) processed by the Chopper pulper juice extractor were higher than that processed by the In-Line juice extractor (ILJ).

Essential oil content in ILJ was about twenty times of that in CPJ. This was marked difference in the qualities between ILJ and CPJ.

ILJ was more yellowish than CPJ.

The visual absorption of carotenoid pigments in petroleum ether extracted from CPJ was higher than that from ILJ. (Received Oct. 12, 1974)

わが国の温州ミカン果汁製造法は、熱湯中で果皮を軟化させ、はく皮した果実を破碎し、裏ごしを行う工程のチョッパーパルパー搾汁方式が基本とされてきたが、1971年度に農林省の補助事業として大型果汁工場が建設され、しだいにインライン式搾汁機が導入されるようになり、1974年度には従来のものも加えて300台にもなろうとしている。これはインライン式が温州ミカン果汁の搾汁機として最適の方式であるということではなく、搾汁能率の点ですぐれているため省力化が可能ということにあると思われる。そこで両方式により搾汁した果汁の品質について検討し、すぐれた果汁製品をつくりだす

ためにも、両方式の特徴を十分に把握することが必要である。

カンキツ果汁の品質についての研究は、これまで松井¹⁾のリーマー式とチョッパーパルパー式搾汁機による比較試験、垣内²⁾および柴田³⁾のインライン式搾汁機による果汁製造試験、インライン式との比較試験では、泉⁴⁾のリーマー式、MARAJIA⁵⁾のブラウン式などがある。著者らは、自社工場に設置したインライン式とチョッパーパルパー式搾汁機を用いて搾汁した果汁の品質について比較試験を行ったのでその結果について報告する。

* 和歌山県経済農業協同組合連合会海南食品工場（海南市日方新浜 1294）

Kainan Food Factory of Agricultural Economic Federation of Wakayama Prefecture. Kainan-shi, Wakayama

実験材料および方法

1. 製造工程と実験材料

インライン式搾汁機はアメリカ FMC 社製、チョッパーバルパー式搾汁機は国産の日新工機製のものを使用し、その果汁製造工程を Fig. 1 に示す。

当工場に 1973 年 11 月より 1974 年 3 月にわたり搬入された早生温州 (11 月) および普通温州 (12 月より 3 月まで) を原料とし、両方式の搾汁機により搾汁した後、遠心分離機にかけて粗大なパルプ質を除去した果汁 (それぞれを以下 ILJ および CPJ と略す) を 1 カ月ごとに Fig. 1 の矢印の箇所 で採取し、直ちに実験材料に供した。

2. 実験方法

(1) 果汁収率と果汁成分の分析法

果汁収率は、ストレート果汁出来高および濃縮果汁をストレート果汁に換算した果汁出来高の合計量と原料ミカン処理量との比率で示した。

果汁成分の分析は JAS 規格に準じ、次の項目について行った。

i) 可溶性固形物: 20°C における Abbe 屈折計の示度を Brix で表わした。

ii) 酸度, アミノ態窒素, アスコルビン酸および灰分: これらはいずれも JAS に定める分析法⁶⁾を用いて行った。

iii) 糖酸比: 可溶性固形物の示度 Brix と酸含量との

比率で表わした。

(2) 果汁特殊成分分析法

果汁特殊成分の分析は次の項目について行った。

i) 濁度およびパルプ含量: 濁度は果汁を 3000 rpm, 10 分間遠心分離した上澄液について、水を対照とし、分光光度計 (日立製作所製 101 型) で、波長 680 nm での透過率 (T%) を測定して表わした。

パルプ含量は、果汁を上記の条件で遠心分離して得られた沈殿物容積の果汁に対する容量比から算出した。

ii) 精油: 果汁中の精油の定量は AOAC の方法⁷⁾で行った。

iii) フラバノン: 中林⁸⁾の DAVIS 変法を用い、アルカリで発色させヘスペリジンとして計算した。

iv) ヘスペリジン: 中林⁹⁾のインドフェノール法を用いた。

(3) 加熱によるアスコルビン酸の変化

加熱前の果汁および 60, 80, 100°C の温度でそれぞれ 30, 60, 120 分加熱後の果汁についてアスコルビン酸含量の変化をみた。定量は JAS 分析法⁶⁾で行い、還元型アスコルビン酸として表わした。

(4) 果汁の測色

両果汁の色調の時期別変化をみるため果汁の測色値を求めた。測色には色差計 (日本電色工業製 ND-K6B 型) を使用し、厚さ 10 mm の円形セルを用い果汁表面の反射光による L, a, b 値を求め、これらの値から色相 b/a , 彩度 $\sqrt{a^2+b^2}$ および CPJ の ILJ に対する色差 ΔE を求めた。

(5) カロチノイド吸収スペクトルの測定

カロチノイド吸収スペクトルの測定は、12 月に搾汁した果汁を使用し、中林¹⁰⁾の方法に従い、果汁 10 ml に石油エーテルとメタノールとを 30 ml ずつ添加して振とう、静置後分離した石油エーテル層 5 ml をとり、さらに石油エーテル 5 ml を加えた液について行った。

(6) ペクチンエステラーゼ活性 (PE 活性)

PE 活性は KRAMAR ら¹¹⁾のアルカリ滴定法で求めた。すなわち果汁 50 ml を三角フラスコにとり、加熱前のものおよび湯煎中で 60, 70, 80, 90°C で 30 秒間加熱後すぐに冷却したものを試料とした。

ペクチン (サンキスト社製) 1% 液 (0.15 M 食塩水中) 100 ml に試料 10 ml を加え、pH 7.5 に調整後、30°C, 30 分間の酵素反応後、生成したカルボキシル基を 0.02 N-水酸化ナトリウム溶液で滴定することによって求め、加熱前の活性度を 100 とし、それぞれ加熱後の活性度比率 (%) で示した。

Fig. 1. Processing scheme of the straight juice and the frozen concentrated juice

Table 1. Analytion data of ILJ and CPJ

Juice Month	Varieties of <i>C. unshiu</i>	Juice yield % (w/w)	Soluble solid (Brix)	Acid as citric acid (g/100ml)	Brix/Acid ratio	Amino-nitrogen (mg/100ml)	Reduced ascorbic acid (g/100ml)	Crude ash (g/100ml)
ILJ	Nov. Early	48.8	9.0	1.05	8.6	23.0	33.3	0.30
	Dec.	47.3	9.6	0.98	9.8	27.4	35.7	0.32
	Jan.	46.6	10.4	0.94	11.1	28.3	39.0	0.33
	Feb.	45.8	10.7	0.93	11.5	25.9	35.0	0.32
	Mar.	43.7	11.0	0.90	12.2	24.5	31.0	0.31
CPJ	Nov. Early	54.7	9.3	1.04	8.9	24.0	35.0	0.32
	Dec.	53.1	10.5	1.00	10.5	27.8	37.0	0.33
	Jan.	52.5	10.8	0.98	11.0	28.0	38.5	0.33
	Feb.	51.9	10.9	0.90	12.1	26.1	35.0	0.32
	Mar.	50.6	11.5	0.88	13.1	25.3	33.3	0.31

実験結果および考察

1. ILJ と CPJ の果汁収率と果汁成分

温州ミカン果汁製造時における果汁収率は Table 1 中に示すとおりである。ここに示す果汁収率は、搾汁後の製造工程中のロスも含まれるので、これまでの報告にみられる果汁収率よりも低い値になったと思われる。製造期間中の果汁収率は、全期間を通じて CPJ の方が ILJ よりも 5.8~6.9% 高くなっていた。

月別の果汁収率は、ILJ の場合 11 月が 48.8% で一番高く、12 月、1 月と順次低くなっており、3 月が最低で 11 月との差は 5.1% もあった。CPJ の果汁収率も 11 月が一番高く 54.7% で、最低は 3 月の 50.6% とその差は 4.1% であった。これは 11 月の原料ミカンが早生温州であるため普通温州に比べて果皮がうすく果汁含量が多いことによるためと思われる。

両果汁成分の分析結果は Table 1 に示すとおりで、可溶性固形物、酸度とも両果汁の差はあまりみられず、時期別にみると可溶性固形物は 11 月が最低で 3 月が最高であった。酸度は 11 月が高く、12 月、1 月と順次低くなっており、従って糖酸比は 11 月と 3 月では両果汁とも 3.6~4.2 の差がみられた。アミノ態窒素、ビタミン C および灰分は両果汁の間に差はあまりみられず、時期別にも差はそれほど認められなかった。

2. 果汁特殊成分の時期別変化の比較

果汁特殊成分の時期別変化を Table 2 に示す。

濁度は ILJ よりも CPJ の方が濁りが大となった。これは搾汁方式の違いによるものと思われる。すなわち、ILJ は全果搾汁により瞬時に圧搾して果汁のみを分離するが、CPJ は果肉部をすりつぶして搾汁するため濁りが大となったと考えられる。

Table 2. Seasonal changes of components in ILJ and CLJ

Juice Month	Varieties of <i>C. uushin</i>	Turbidity (T %)	Pulp (v/v%)	Essential oil (v/v%)	Flavanone (mg/100ml)	Hesperidin (mg/100ml)
ILJ	Nov. Early	33.8	3.8	0.011	118	98
	Dec.	25.6	4.5	0.022	120	106
	Jan.	24.8	5.1	0.020	114	103
	Feb.	25.1	4.7	0.018	116	109
	Mar.	24.4	4.5	0.015	114	109
CPJ	Nov. Early	9.0	6.7	0.0008	132	115
	Dec.	9.1	7.4	0.0010	134	117
	Jan.	8.9	7.3	0.0010	138	117
	Feb.	9.0	7.5	0.0008	128	114
	Mar.	9.0	8.1	0.0008	132	125

パルプ含量, フラバノン含量は CPJ の方が ILJ よりも若干高い値を示した。これらも搾汁方式の違いによるため, フラバノンはじょうのうを含めて内皮に多く, CPJ ははく皮して内皮をつけたままで搾るため ILJ よりもその含量が高くなったと考えられる。

精油含量は CPJ よりも ILJ の方が約 20 倍も多かった。これは ILJ の搾汁法が果皮をつけたままで搾汁するので果皮の一部が圧搾され ILJ の搾汁時に混入するためと考えられる。ILJ の精油含量は 11 月と 3 月が他の月に比べてやや少なかった。この原因としては 11 月の原料ミカンが早生温州なと, 3 月の原料は普通温州であるが, 12 月に採取して 3 月まで貯蔵するため, 原料貯蔵中に果皮水分の散逸により果皮がしなやかになり, 油胞が潰れにくくなったため精油含量が少なくなったと考えられる。

インライン搾汁機による搾汁は, 果皮の精油成分が果汁中に一定量以上混入すると, 精油成分の酸化により貯蔵中に著しく果汁の味を損うということがこれまで通説とされてきた。しかしながら当実験室において 6 カ月貯蔵後両果汁を比較した場合, CPJ よりも精油含量の多い ILJ の方が風味の点ですぐれているという傾向にあった。このことから, ILJ のように 0.011~0.022% 程度の精油の混入は, かえって果汁の風味改善に効果があり, 貯蔵中に香りが悪変して風味を損うということもないと考えられる。

ヘスペリジン含量は ILJ よりも CPJ の方が多かった。これはパルプ含量と関係がある, すなわちパルプ中にもヘスペリジンが含まれているため, パルプ含量の多い CPJ の方が多くなったと考える。時期別にみると製造期間中その差はほとんどみられなかった。

Fig. 2. Changes of ascorbic acid in ILJ and CPJ after 30, 60, 90 and 120 min with heating at various temperatures.

3. 加熱による果汁中のアスコルビン酸の変化

果汁を加熱した場合のアスコルビン酸含量の変化は Fig. 2 に示すとおりで両果汁とも加熱によるアスコルビン酸含量の減少は少なく, 100°C, 60 分および 120 分の加熱で CPJ の方がわずかに減少の傾向を示し, 松井ら¹²⁾のカンキツ類のビタミン C が熱に対して安定であるという報告と同じような傾向がみられた。

4. 果汁の色調の時期別変化

両果汁の色調の時期別変化について測定した結果を Table 3 に示す。果汁の色調は精油とともに両果汁の品

Table 3. Colorimeter readings and color differences of ILJ and CPJ

Month	Juice	L	a	b	b/a	$\sqrt{a^2+b^2}$	ΔL	Δa	Δb	ΔE
Nov.	ILJ	50.7	3.4	26.2	7.7	26.4	-5.7	+3.2	-2.4	7.0
	CPJ	45.0	6.6	23.8	3.6	24.7				
Dec.	ILJ	51.3	4.1	31.9	7.8	32.2	-6.0	+6.9	-5.3	10.6
	CPJ	45.3	11.0	26.6	2.4	28.8				
Jan.	ILJ	49.9	3.4	27.3	8.0	27.4	-4.8	+4.3	-2.6	6.9
	CPJ	45.1	7.7	24.6	3.2	25.8				
Feb.	ILJ	48.5	2.2	25.3	11.5	25.4	-3.7	+4.1	-0.9	4.6
	CPJ	44.8	6.3	24.4	3.9	25.2				
Mar.	ILJ	46.7	1.9	25.0	13.2	25.1	-2.6	+3.6	-0.9	4.5
	CPJ	44.1	5.5	24.1	4.4	24.7				

質の差異をはっきり現わしていた。すなわち、ILJ は CPJ に比べて L 値, b 値が全期間とも高く, 特に 11 月から 1 月のものが高かった。a 値は ILJ よりも CPJ の方が高く, その差 Δa は 12 月が最大となり, 12 月の CPJ が ILJ よりも赤色が強いことを示している。b 値は 12 月の ILJ が最高で, この月の ILJ が強い黄色を示し, CPJ との差 Δb も最大であった。

全般的にみて 11~1 月の ILJ は黄色が強く, CPJ は黄橙色をおび, 両者間かなりの差を感じるが, 2~3 月になると ILJ の黄色が弱くなり CPJ の色に近づいてくる。この傾向は色差によって最も端的に表われる。すなわち 11~1 月の ΔE は 6.9~10.6 と両者間に大きな差があるが, 2~3 月は 4.5~4.6 となりその差が縮まったことを示していた。

5. カロチノイド吸収スペクトルの加熱による変化

果汁中のカロチノイド吸収スペクトルの変化を Fig. 3 に示す。

加熱前のカロチノイド含量は ILJ に比べて CPJ の方が高い。これはカロチノイドがパルプ中にも含まれており, パルプ含量の多い CPJ の方が高くなったと思われる。

Fig. 3. Changes of absorption spectra in petroleum ether of carotenoids in ILJ and CPJ.

る。加熱による果汁中のカロチノイド吸収曲線の変化をみるため, 両果汁を 90°C, 2 分および 20 分間加熱した。その結果 2 分加熱では両果汁ともスペクトル曲線がほぼ原形を保ったままスペクトル全体が低下したが, 低下の度合は CPJ の方が大きかった。20 分の加熱では 440, 450 nm の吸光度が低くなり, カロチノイドの酸化が進んでいることを示していると考ええる。20 分の加熱の場合 ILJ の方がカロチノイド含量を表すスペクトル曲線が CPJ よりも高くなっている。これは ILJ 中に含まれる精油成分がカロチノイド色素の加熱による酸化防止力をもったためではないかと考えるが, この問題については実験を続行したい。

6. 加熱による果汁中の PE 活性の低下

加熱前の生果汁の PE 活性は ILJ, CPJ とも $3.2 \sim 3.8 \times 10^8$ /g soluble solids で大差はなかった。加熱前の生果汁の PE 活性度を 100 とした場合の加熱後の PE 活性の低下を Fig. 4 に示す。ATKINS ら¹⁸⁾は 70°C 以上の加熱で PE 活性が急激に低下すると述べているが, この実験でも加熱後の PE 活性は両果汁とも 80°C, 30 秒間の加熱で約 95% が失活し, 90°C, 30 秒間の加熱では完全に失活した。すなわち, Fig. 1 における瞬間殺菌 (93~95°C, 2 分) 後の果汁については, PE による果汁の清澄化の問題は全く心配ないことがわかった。

以上を総合すると, 2 方式を比較して, どちらが温州ミカン搾汁機として適当であるかは結論をだすににくい。が, チョッパーパルパー式は果汁収率が高く, 果汁の色調がよいが, 搾汁能率の点で劣り, インライン式は果汁収率が低い, 作業能率がよいので省力化ができ, 品質

Fig. 4. Effects of heating treatments from 30 sec, from 60 to 90°, on pectinesterase activities in ILJ and CPJ.

面では、精油の混入により果汁の色調は黄色が強くなり、風味の点ですぐれていた。

要 約

わが国の温州ミカン果汁製造法の代表的搾汁方式であるインライン式とチョッパーバルバー式搾汁機を用いて1973年11月から1974年3月にわたり製造した2種の果汁品質の差、加熱による変化および時期別成分の変化について検討した結果は次のようであった。

(1) 果汁収率はチョッパーバルバー式により搾汁した果汁 CPJ の方が、インライン式により搾汁した果汁 ILJ よりも 5.8~6.9% 高かった。月別にみると両果汁とも11月が最高で順次低くなり3月が最低であった。

(2) 濁度は CPJ の方が ILJ よりも高かった。バルブ含量、フラバノンおよびヘスペリジン含量も CPJ の方が若干高い値を示した。

精油量は ILJ に 0.011~0.022% 含まれ、CPJ には微量であった。これは両果汁の顕著な差異といえる。

(3) 加熱によるアスコルビン酸含量の変化は両果汁とも少なかった。100°C、120分加熱において CPJ の方がわずかに減少傾向を示した。

(4) 果汁の色調は、ILJ の方が CPJ より 11~1月において強い黄色を示したが、2~3月になると黄橙色である CPJ の色に近くなった。この傾向は 4E によって最もよく示された。

(5) カロチノイド吸収スペクトルは、生果汁のとき CPJ の方が高いが、90°C、2分加熱でその差が縮まり、90°C、20分加熱でわずかに逆転した。

(6) 生果汁中のペクチンエステラーゼ活性は両果汁とも 90°C、30秒加熱で完全に失活した。

以上を総合すると、CPJ は果汁収率が高く果汁の色調で黄橙色を示し、ILJ は搾汁能率がよいので省力化ができ、色調で黄色を示し、精油を含むため風味の点ですぐれていた。

本報告を行うにあたり、御校閲いただいた九州大学藤田教授、嵯島助教授、沢村助手および発表を許可された横矢乾会長に深謝致します。

文 献

- 1) 松井 修: 農林省 園芸 試験場報告, B-2, p. 95 (1963).
- 2) 垣内典夫・伊藤三郎: 園芸学会昭和47年度秋季研究発表要旨, p. 342 (1972).
- 3) 柴田 萬・山津憲治・岩切 徹・中原美智男: 園芸学会昭和48年度春季研究発表要旨, p. 424 (1973).
- 4) 泉 嘉郎・垣内典夫・伊藤三郎・荒木忠治: 農林省果樹試験場報告, B-1, 25 (1974).
- 5) MARAULJA, M. D. and BLAIR, J. G.: *Citrus Ind.*, 50, 17 (1969).
- 6) 農林省消費経済課: 日本農林規格品質表示基準・食品編, p. 1144 (1971).
- 7) HORWITZ, W.: *Methods of Analysis of the A. O. A. C.*, Ed. 11, 385 (1970).
- 8) 中林敏郎: 農産加工技研誌, 9, 28 (1962).
- 9) 中林敏郎: 農産加工技研誌, 7, 80 (1960).
- 10) 中林敏郎・鵜飼暢雄: 食品工誌, 10, 224 (1963).
- 11) KRAMER, A. and TWIGG, B. A.: *Quality Control for the Food Industry*, Vol. 2, p. 254 (1973).
- 12) 松井 修・伊藤三郎: 農産加工技研誌, 1, 4 (1954).
- 13) ATKINS, C. D. and ROUSE, A. H.: *Food Tech.* 8, 498 (1954).

(昭和49年10月12日受理)