

茶葉可溶分萃取之研究

蔡永生¹

張如華²

摘 要

蔡永生、張如華．1986．茶葉可溶分萃取之研究．臺灣茶業研究彙報 5 :117 - 125。

(一)不同茶類以標準評茶法沖泡時，(沖泡時間五分鐘)可溶分之萃取率，不發酵茶類如龍井、煎茶萃取率較高，幾達一半以上的可溶分被萃取出來，而經布球揉捻的茶類如鐵觀音、凍頂茶則僅約三分之一的可溶分被萃取出來。

(二)不同沖泡次數可溶分之萃取率，以標準評茶法萃取，不管任何茶類，第一次沖泡萃取率通常較高，第二次沖泡後萃取率較低且其剩餘萃取率呈常數，本試驗導出一計算剩餘可溶分之公式，用以預估茶葉經 t 次萃取後可溶分之剩餘量，其通式為： $A = Ce^{kt}$ 。

(三)溫度與時間對萃取率之影響，溫度愈高，萃取時間愈久，則萃取率愈高，但萃取時間達二十分鐘以後，不管任何溫度萃取，其萃取率幾達平衡，此時約 80 % 以上的可溶分被萃取出來，設若時間再延長，則萃取效果不顯著。

關鍵字：茶葉、可溶分、萃取。

一、前 言

茶葉可溶分萃取之研究，自 1977 年 Long 氏^(5,6) 首先探討萃取時之平衡分離程序，直到 1981 年 Spiro^(10,11) 等人才更深入探討茶葉可溶分萃取時各成分 (Theaflavins, Thearubigins, Caffeine) 在平衡時於茶湯和膨脹葉 (Swollen leaf) 中的分配常數，並進而計算其焓 (enthalpy) 變化和萃取速率常數。本省茶園由於實施機械化採摘以來，造成副茶大量增加，為提高副茶經濟利用價值，本場乃積極開發研究速溶茶製造技術，又因茶湯可溶分含量多寡與滋味淡薄有密切關係⁽⁸⁾，此亦與評茶時茶葉沖泡方法有關，本試驗乃探討溫度、時間與茶葉粒子大小對茶葉中可溶分萃取率之影響，並探討一般標準評茶法可溶分之萃取率，以期提供做為速溶茶製造和官能評審時茶葉沖泡之參考。

二、材料及方法

(一)一般標準評茶法可溶分之萃取率⁽⁴⁾：

取 3 g 未磨碎自然茶樣於 150 c.c. 定量瓶中，加 150 c.c. 沸水 (茶：水 = 1 : 50)，

1 2 臺灣省茶業改良場助理研究員、助理。

靜置五分鐘後，隨即將茶湯倒出過濾（以布氏漏斗 ToYo No. 2 濾紙過濾），過濾時間三十秒內完成，再取濾液 50 c.c. 以水浴鍋蒸乾，而後用烘箱烘至恆重，秤重定量。

(二) 不同沖泡次數可溶分之萃取率：

利用上述標準評茶法，取 3 g 自然未磨碎茶樣，加 150 c.c. 沸水（茶：水 = 1 : 50）每次沖泡五分鐘，再過濾定量，如此重覆，計算每次沖泡可溶分之萃取率。

(三) 不同溫度與時間對萃取率之影響：

取供試茶樣（磨碎過 mesh No. 20 篩）5g，加熱水 250 c.c.（茶：水 = 1 : 50）利用水浴鍋恆溫保溫，溫度設定分別計 70 °C，80 °C，90 °C，100 °C，四種處理，時間分別計萃取 5、10、20、30、40、60 分鐘六種處理，萃取時分別記錄萃取水（溶劑）溫度與保溫水溫度。

三、結果與討論

(一) 一般標準評茶法可溶分之萃取率：

現行茶葉品質鑑定方法係採用官能評審法，乃取茶樣 3 公克加 150c.c. 沸水，沖泡五分鐘，本試驗取各種發酵程度不同茶類試驗結果如表一所示，各種茶類依標準評茶法可溶分之萃取率，不發酵茶類萃取率較高（如龍井、煎茶），而重揉捻茶類（經過布球一揉再揉的茶類）其萃取率較低（如凍頂、烏龍茶與鐵觀音茶），故球型或半球型包種茶類沖泡時間宜稍微延長（目前已採用沖泡六分鐘），又由表一之結果知龍井茶和煎茶利用標準評茶法沖泡，其萃取量幾達可溶分的一半，即將近一半可溶分可被萃取出來，而凍頂茶與鐵觀音茶，這兩種經布球一揉再揉的茶類，則僅約 $\frac{1}{3}$ 可溶分被萃取出來。

(二) 不同沖泡次數可溶分之萃取率：

茶葉價格高低與品質好壞，與該茶「耐泡」與否有關，一般吾人所謂耐泡茶即經得起多次沖泡而茶湯滋味猶甘醇，濃厚者稱之，此類之茶其品質與價格較高。分析吾人一般所謂耐泡茶類如鐵觀音、凍頂茶和不耐泡茶類如龍井、煎茶。結果發現，不耐泡的茶類（龍井、煎茶、文山包種）其總可溶分含量反而較耐泡茶類高（表一第四欄）。

表二、三、四、五分別為耐泡茶類及不耐泡茶類兩大茶類依標準評茶法多次沖泡之可溶分萃取率，由表二、表三結果知，耐泡茶類如鐵觀音茶和凍頂茶經第五次沖泡後，兩者茶渣可溶分含量仍尚有 $\frac{1}{4}$ 左右未被萃取出來（相對萃取率累積），反之不耐泡茶類在前幾次沖泡，茶葉可溶分幾乎 90 % 以上即被萃取出來（如文山包種經第五次沖泡，可溶分就達 90 % 被萃取出來，龍井茶經第四次沖泡可溶分就達 90 % 被萃取出來，同樣經八次沖泡以後，耐泡茶類鐵觀音及凍頂茶仍含有 10 % 左右可溶分未被萃取出來，而不耐泡茶類龍井及文山包種，經八次連續沖泡後，則幾乎將近 100 % 可溶分完全被萃取出來。比較每次沖泡之剩餘相對萃取率，即每次沖泡可溶分量除以前次沖泡後剩餘之淨可溶分含量，我們發現自第二次沖泡以後，每次之剩餘相對萃取率呈常數，如鐵觀音第二次沖泡以後，每次之剩餘相對萃取率皆為 23.98 %，凍頂茶為 24.65 %，龍井為 42.84 %，文山包種為 36.90 %，比較四種茶類之剩餘相對萃取率，吾人可知，何以鐵觀音茶與凍頂茶比較耐泡，而龍井茶及文山包種茶比較不耐泡，乃因耐泡茶類每次剩餘相對萃取率皆較低，反之不耐泡茶類剩餘相對萃取率較高之故。

依 Long (1978、1979)^(5,6,7) 與 Spiro 和 Siddique (1981)^(10,11) 研究報告指出，茶葉可溶分的萃取（溶劑為水），在恆溫下可視為一在固（茶葉）一液（溶劑水）兩相中的平衡，可溶分在達兩相平衡時分配在固相與液相中具有一定分配常數，整個萃取過程可分為兩步驟，首先是茶葉吸水膨脹，而後是各種可溶性成分溶在溶劑水中。由表二、三、四、五我們發現不管何種茶類在第一次沖泡其萃取率均比第二次沖泡以後較高。由於經第二次沖泡後剩餘相對萃取率呈常數，由此結果，吾人可導出一計算經第 t 次沖泡後可溶分之剩餘量，設 A 為可溶分剩餘量（%乾重）， t' 為 $(t-1)$ 次沖泡，則：

$$\frac{dA}{dt'} = KA$$

$$\text{積分} \int \frac{dA}{A} = \int K dt'$$

$$\ln A = Kt' + \bar{C} \quad \bar{C} \text{ 爲常數}$$

$$A = e^{Kt' + \bar{C}} = e^{Kt'} \cdot e^{\bar{C}} = Ce^{Kt'}$$

以龍井茶爲例，當第二（ $t = 2$ ）次沖泡以後，剩餘相對萃取率爲常數，因當 $t' = 0$ （ $t = 1$ ）時， $A = 21.75$ （即經第一次沖泡後可溶分剩 21.75 % 乾重）

$$\text{代入公式} = 21.75 = Ce^{K \cdot 0}$$

$$C = 21.75$$

當 $t' = 1$ 時，可溶分剩餘 12.43 % 乾重（ $42.75 - 21.00 - 9.32$ ）= 12.43

$$A = 12.43 \quad 12.43 = 21.75 e^{Kt'}$$

$$\frac{12.43}{21.75} = e^K$$

$$e^K = 0.5715 \quad K = -0.5595$$

$$\text{故得公式：} A = 21.75e^{-0.5595t'}$$

由上式吾人可預估經第 t 次沖泡以後，茶葉可溶分還剩多少尚未被萃取出來。

同理吾人亦可導出鐵觀音茶、凍頂茶、文山包種茶的預估程式如下：

$$\text{文山包種茶：} A = 20.64e^{-0.4615t'}$$

$$\text{凍頂茶：} A = 25.57e^{-0.2833t'}$$

$$\text{鐵觀音茶：} A = 24.47e^{-0.2743t'}$$

（三）溫度與時間對萃取率之影響：

溫度與時間亦爲影響可溶分萃取率重要因子之一，通常高溫萃取和長時間萃取，可溶分萃取率較高，本試驗結果亦獲相同趨勢（表六及圖一）然因高溫萃取需要較高成本，而長時間萃取又易造成茶湯成分氧化，結果製成的速溶茶品質不良，故如何以最低成本萃取而又達到最高萃取率及避免茶湯氧化，是爲速溶茶製造重要技術之一，由圖一顯示不管任何溫度萃取，萃取時間達 20 分鐘後，萃取曲線即呈平滑曲線其萃取率平均達 80 % 以上的可溶分被萃取出來，而若設時間再延長，則萃取效果不顯著，以此結果我們建議速溶茶的萃取爲避免茶湯再氧化和節省時間、成本，因此儘可能在 20 分鐘內完成萃取。

表一：一般標準評茶法可溶分之萃取率
Table 1. The extracts percentage of different kinds of tea of standard sensory tasting

茶 類 Teas		Extracted Soluble Solids	Relative extraction	Total Soluble Solids
Long Ching	龍 井	21.00± 0.64	49.1	42.75
Sencha	煎 茶	19.14± 0.33	50.1	38.20
Wensen Paochung	文山 包種	15.62± 0.60	43.1	36.26
Tungding Tea	凍頂茶	10.28± 0.36	28.7	35.85
Tien Kuau Ying	鐵觀音	10.09± 0.21	29.2	34.56
Oolong Tea	烏龍茶	11.94± 0.77	32.3	37.00
Black Tea	紅 茶	18.10± 0.66	46.6	38.83

表二：鐵觀音不同沖泡次數之萃取率
Table 2. The extracts percentage of Tieh Kuau Ying Tea of continuous extraction

t	Extracted Soluble Solids	Relative extraction	Sum of relative extraction	Residual relative extraction
1	10.09	29.20	29.20	29.20
2	5.87	16.98	46.18	23.99
3	4.45	12.88	59.06	23.95
4	3.39	9.81	68.87	23.99
5	2.58	7.47	76.34	24.00
6	1.96	5.67	82.01	23.98
7	1.49	4.31	86.32	23.99
8	1.13	3.27	89.59	24.00

平均 = 23.98

※ Total Soluble Solids = 34.56% dry wet.

表三：凍頂茶不同沖泡次數之萃取率
Table 3. The extracts percentage of Tungding Tea of continuous extraction

t	Extracted Soluble Solids	Relative extraction	Sum of Relative extraction	Residual relative extraction
1	10.28	28.68	28.68	28.68
2	6.31	17.60	46.28	24.68
3	4.76	13.28	59.56	24.71
4	3.57	9.96	69.52	24.62
5	2.70	7.53	77.05	24.67
6	2.03	5.66	82.71	24.63
7	1.53	4.27	86.98	24.64
8	1.15	3.21	90.19	24.63

平均 = 24.65

※ Total Soluble Solids = 35.85% dry wet.

表四：龍井茶不同沖泡次數之萃取率

Table 4. The extracts percentage of Long Ching Tea of continuous extraction

t	Extracted Soluble Solids	Relative extraction	Sum of relative extraction	Residual relative extraction
1	21.00	49.12	49.12	49.12
2	9.32	21.80	70.92	42.85
3	5.33	12.47	83.39	42.81
4	3.04	7.11	90.50	42.86
5	1.74	4.07	94.57	42.86
6	0.99	2.32	96.89	42.88
7	0.57	1.33	98.22	42.86
8	0.43	0.79	98.99	43.42

平均 = 42.84

※ Total Solube Solids = 42.75% dry wet.

表五：文山包種茶不同沖泡次數之萃取率

Table 5. The extracts percentage of Wensen Paochung Tea of continuous extraction

t	Extracted Soluble Solids	Relative extraction	Sum of relative extraction	Residual relative extraction
1	15.62	43.10	43.10	43.10
2	7.63	21.00	64.10	36.97
3	4.82	13.30	77.40	37.00
4	3.03	8.40	85.80	36.99
5	1.91	5.30	91.10	37.00
6	1.20	3.30	94.40	36.92
7	0.80	2.20	96.60	39.02
8	0.44	1.20	97.80	35.20

平均 = 36.90

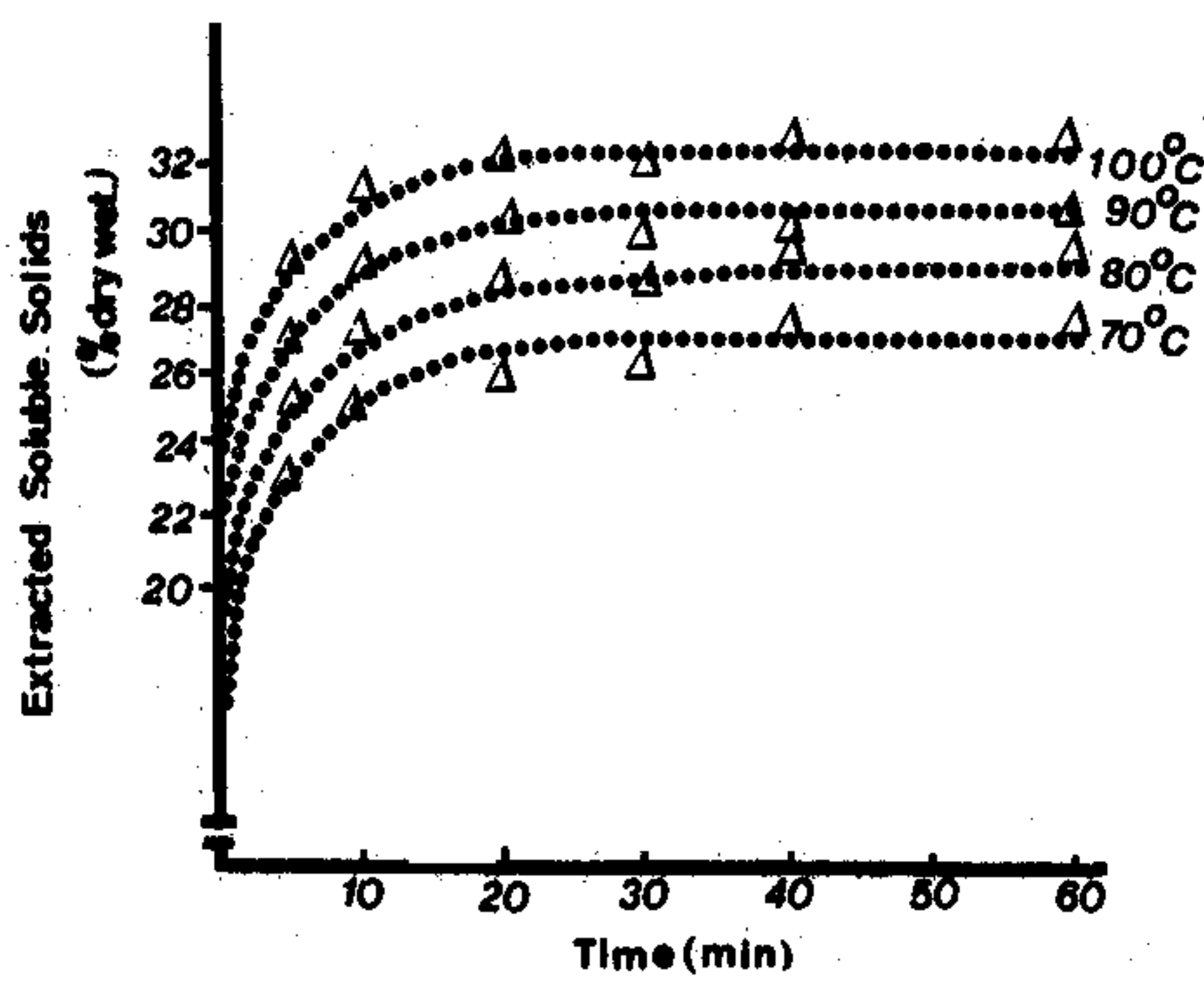
※ Total Soluble Solids 36.26% dry wet.

表六：不同溫度與時間對萃取率之影響

Table 6. Effects of different temperature and time on the extraction

Time (min)	70 °C	80 °C	90 °C	100 °C
	Extracted	Extracted	Extracted	Extracted
	Soluble Solide (%)	Soluble Solids (%)	Soluble Solids (%)	Soluble Solids (%)
5	22.66	23.65	27.64	29.89
10	23.98	24.77	29.14	31.29
20	25.11	26.70	30.26	31.52
30	25.84	27.65	30.44	31.91
40	26.85	28.55	30.74	31.99
60	27.50	29.66	31.17	32.01

Total Soluble Solids = 32.49 % dry wet.



圖一：不同溫度與時間對碎型茶 (mesh No.20) 萃取率之影響
Fig 1. Effects of different temperature and time on the extranction

附註一：名詞解釋

- ①萃出可溶分 (Extracted soluble solids) :
表示 100 g 乾茶經萃取後所得之可溶分量，以 % 乾重表示。
- ②總可溶分量 (Total Soluble Solids) :
表示以 AoAc 公訂法完全萃取出來之總可溶分量，以 % 乾重表示。
- ③相對萃取率 (Relative extraction) :
以萃出可溶分除以總可溶分量之百分率，即每次萃出可溶分佔總可溶分量之百分率。
- ④剩餘相對萃取率 (Residual relative extraction) :
連續多次萃取，設經第 t 次萃取後，可溶分量剩 A (% 乾重)，則經下一次 (t + 1) 萃取，設萃出量為 X，則 $X/A \times 100$ 即為剩餘相對萃取率。

附錄二：以預測式估計經第 t 次萃取後可溶分剩餘量與實測量

t	t'	龍井茶 (A = 21.75e ^{-0.5595t'}) Long Ching		鐵觀音 (A = 24.47e ^{-0.2743t'}) Tungding Tea		凍頂茶 (A = 25.57e ^{-0.2833t'}) Tien Kuan Ying		文山包種茶 (A = 20.64e ^{-0.4615t'}) Wensen Paochung	
		實測值 ^a Observation	預測值 ^b Prediction	實測值 Observation	預測值 Prediction	實測值 Observation	預測值 Prediction	實測值 Observation	預測值 Prediction
1	0	21.75	21.75	24.47	24.47	25.57	25.57	20.64	20.64
2	1	12.43	12.43	18.60	18.60	19.26	19.26	13.01	13.01
3	2	7.10	7.10	14.15	14.14	14.50	14.51	8.19	8.20
4	3	4.06	4.06	10.76	10.75	10.93	10.93	5.16	5.17
5	4	2.32	2.32	8.18	8.17	8.23	8.23	3.25	3.26
6	5	1.33	1.33	6.22	6.21	6.20	6.20	2.05	2.05
7	6	0.76	0.76	4.73	4.72	4.67	4.67	1.25	1.29
8	7	0.33	0.43	3.60	3.52	3.52	3.52	0.81	0.82

- a. 經第 t 次萃取後可溶分剩餘量
- b. 以預測式計算結果

附註三：

多次連續萃取，預估經第 t 次萃取後剩餘之 % (可溶分) 之計算公式導出如下：
$$N = N_0 (Y)^{-xt'} \quad \text{①}$$

No = 為原來可溶分含量設為 100 %
N = 經第 t' 次沖泡 (t - 1) 後，可溶分剩餘百分率
X = 為剩餘相對萃取率
Y = 常數

以龍井茶為例，其剩餘相對萃取率為 42.84，故 X = 0.4284 代入公式①得

$$N = 100(Y)^{-0.4284t'}$$

當 t' = 1 (即 t = 2 時) N = 100 - 42.84 = 57.16 故
$$57.16 = 100(Y)^{-0.4284}$$

$$0.5716 = (Y)^{-0.4284}$$

$$Y = 3.69$$

得
$$N = 100(3.69)^{-0.4284t'}$$

由上式可求得經第 t' 次 (t - 1) 沖泡後，可溶分剩餘百分率。同理其他茶類亦可由下式求出經第 t 次 (t - 1) 沖泡後可溶分剩餘百分率：

鐵觀音：
$$N = 100(3.14)^{-0.2398t'}$$

凍頂茶：
$$N = 100(3.15)^{-0.2465t'}$$

文山包種：
$$N = 100(3.47)^{-0.3697t'}$$

參考文獻

1. 阮逸明、張連發。1983。國外研習茶精生產技術報告。臺灣茶業研究彙報 2: 101 — 109。
2. 蔡永生、陳英玲、張如華。不同品種與季節茶葉主要化學成分含量及其變異。臺灣省茶業改良場七十二年年報: 49 — 51。
3. Bokuehava, M. A., and Skobeleva, N. I. 1980. The biochemistry and technology of tea manufacture. *CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 12(4):303-371.
4. Iwasa, K. 1975. Methods of chemical analysis of green tea. *JARQ* 9(3):161-164.
5. Long, V. D. 1977. Aqueous extraction of black leaf tea. I. Leaf insolubility. *J. Food Techol.* 12:459-472.
6. Long, V. D. 1978. Aqueous extraction of black leaf tea. II. Factorial experiments with a fixed-bed extractor, *J. Food Technol.* 13:195-210.
7. Long, V. D. 1979. Aqueous extraction of black leaf tea. III. Experiments with a stirred column. *J. Food Technol.* 14:449-462.
8. Millin, D. J., Crispin, D. J. and Swaine, D. 1969 a. Nonvolatile components of black tea and their contribution to character of the beverage. *J. Agr. Food Chem.* 17:717-722.
9. Sanderson, G. W. 1972. The chemistry of tea and tea manufacturing. In *Recent Advances in Phytochemistry* (Raneckles, V. C; Tso, T. C., Eds.), Vol 5:247-316. Academic Press, New York.
10. Spiro, M., and Siddique, S. 1981. Kinetics and equilibria of tea infusion: Analysis and partition constants of theaflavins, thearubigins, and caffeine in koonsong Broken Pekoe. *J. Sci. Food Agric.* 31:1027-1032.
11. Spiro, M., and Siddique, S. 1981. Kinetics and equilibria of tea infusion: Kinetics of extraction of theaflavins, thearubigins and caffeine from Koonsong Broken Pekoe. *J. Sci. Food Agric.* 32:1135-1139.

STUDY ON THE EXTRACTION OF TEA SOLUBLE SOLIDS

Yung-Sheng Tsai¹ Ru-Hwa Chang²

1. There was a higher extracts percentage for non-fermented tea, such as Long Chin, Sencha, than for the heavy rolled tea, such as Tieh Kuan Ying, Tungding tea, extracting Soluble Solids from tea leaves using standard sensory tasting method. One half of total Soluble Solids were extracted for non-fermented tea but only one third for heavy rolled tea with the same method.
2. The extracts percentages of the first extraction would be higher than the second time by using continuous multiextraction method. The residual relative extraction rate was a constant after the second times extraction and we obtained a formular to predict the residual Soluble Solids in tea leaves. Its equation was: $A = Ce^{kt'}$.
3. Effects of different extraction temperature and time on the extracts percentage: the higher the temperature and the longer the extraction time, the more extracts yielded. The extraction curve became smooth after 20 mins of extraction time and it was of no significant difference with the extraction time was prolonged, more than 80% of total soluble solids would be extracted from tea leaves after 20 mins.

Key words: Extraction, Tea, Soluble Solids.

1. 2. Assistant biochemist and research assistant, respectively, Department of Tea Manufacture, Taiwan Tea Experiment Station, Yangmei, Taoyuan Hsien, Taiwan, 326, R.O.C.