[農化 第 42 卷, 第 9 号, p.567~573, 1968]

柑橘類の炭水化物に関する研究 (第2報)

緑葉の糖類と多糖類の季節的变化

水野 卓, 秀島征矢夫, 佐藤紘光, 袴田勝弘

(静岡大学農学部農芸化学科)

昭和 43 年 3 月 22 日 受 理

Studies on the Carbohydrates of Citrus Trees Part II. Seasonal Variation of the Contents of Free Sugars and Various Polysaccharides in the Leaves of Citrus Trees

By Takashi MIZUNO, Soyao HIDESHIMA, Hiromitsu SATÔ
and Katsuhiro HAKAMATA

Department of Agricultural Chemistry, Faculty of
Agriculture, Shizuoka University, Iwata

Seasonal variation of free sugars and various polysaccharides in the leaves of citrus trees of six different varieties: *Citrus Unshiu* MARCOVITCH (precocious and normal), *C. Natsudaidai* HAYATA, *C. Hassaku* TANAKA, *C. Sulcata* TANAKA and *C. Aurantium* LINNE, were investigated. The following results were obtained.

(1) Glucose, fructose and saccharose were present in the leaves of citrus trees throughout the year in free form. Raffinose and stachyose were only detectable in leaves during winter season (Fig. 2.).

(2) The content of free sugars in the leaves showed a following pattern in the growing stage; reaching the first peak at the efflorescence, and gradual decrease with the development and ripening of the fruit. After picking of fruits, the sugar content showed a sudden increase, reaching the maximum value in winter, and then gradual decrease occurred afterwards. There was no difference in both the kind as well as the content of free sugars in the citrus leaves of six different varieties. Moreover, the seasonal variation of the content of free sugars showed a similar tendency among six varieties.

(3) Various types of polysaccharides were found to be present in the leaves of citrus trees as examined by the fractional extraction using different solvents as shown in Fig. 1, and the sugar composition of these polysaccharides were investigated (see Table III).

There were no differences in the kind of component sugars of the leaf polysaccharides among six different varieties at four seasons, but the molar ratios of the component sugars of each polysaccharide showed a marked variation.

(4) Quantitative analyses of different polysaccharides were carried out throughout the 4 seasons, except starch and cellulose (see Table IV), but no variation of their content was observed except for starch⁽¹⁾.

(Received March 22, 1968)

緒 言

前報⁽¹⁾において, 柑橘類 (早生温州, 温州, 夏蜜柑, 八朔, 三宝柑, 代々) の緑葉から澱粉を単離, アミロースとアミロペクチンを分別し, それらの定量法を設定し, 緑葉中における澱粉含量とアミロペクチン/アミロ

ース比の日中変化, 季節的变化, 品種間差異などを明らかにしたが, 澱粉以外の多糖類や遊離糖類についても, 質的にまた量的に, 柑橘緑葉中で如何なる変異や変化を示すかは, 植物学上, 生理学上, また多糖類の化学, 生化学の立場からも興味深い問題で, これらの基礎事項に

ついて検討したので, 結果を報告する.

実験試料および方法

1. 柑橘類: 前報⁽¹⁾と同じく, 早生温州, 温州, 夏蜜柑, 八朔, 三宝柑, 代々の6種の柑橘果樹を選び, 1966年から1968年にわたって実験を行なった. 緑葉の採取は快晴日の午後1~2時に, 約1カ月ごとに行なった. 葉位と熟度の揃った緑葉50~100枚を平均に摘採し, 直ちに80°C 通風電気乾燥機で, 水分含量5%以下になるまで乾燥後, 粉碎し, 1mm目の篩を通して供試料とした. なお, 遊離糖類の実験には生葉も適宜使用した.

2. 遊離糖類の検索と分別定量: 生葉を5~10倍量のアセトンとともにミキサーで破碎し, アセトンを替えて室温で10回以上抽出を繰返す. 抽出液は減圧下, 40°C以下でアセトンを留去してから, 20% 中性酢酸鉛液で不純物除去, 硫化水素ガスで脱鉛後, 活性炭脱色, アンパーライト IR-120(H⁺) と IR-410(OH⁻) カラムで処理し, 通過液を減圧濃縮して遊離糖類のシラップを得た. これを常用のペーパークロマトグラフ法によって遊離糖類の種類を検索同定するとともに, デンシトメーター法⁽²⁾, あるいはペーパークロマトグラム切り取り抽出法⁽³⁾とフェノール硫酸法⁽⁴⁾ [計算式 $\text{グルコース}(\mu\text{g}) = 95 E_{485}$] によって各スポットの量比を求めた.

一方, 緑葉粉末について A. I. Virtanen らの方法⁽⁵⁾を実施して還元糖, 非還元糖および全遊離糖量(便宜上, いずれもグルコースとして表わした)を測定し, 先に求めたペーパークロマトグラム上の糖の量比で比例配分し, それぞれの糖含量(対無水物%)を算出した.

3. 多糖類の分別および構成糖の検索・定量: 生葉をアセトンで処理し, 遊離糖類などの低分子物質を除去した, アセトン試料を Fig. 1 に示す手順⁽⁶⁾で段階的に各種多糖類を抽出した. ついで, これらを10倍量の10% 硫酸で100°C, 3~6時間加熱して加水分解し, 中和, 脱塩後, 常用のペーパークロマトグラフ法によって構成糖の種類を検索同定するとともに, さらにデンシトメーター法⁽⁷⁾によって, それら糖の構成モル比を測定した. なお, デンシトメーターにはアタゴ光学製自記積分付デンシトメーター 180-2 型(測定波長 470 mμ)を使用した.

4. 多糖類の分別定量: 著者らがタバコやチャ葉について設定した, 各種溶媒による段階的分別抽出とフェノール硫酸法を組合わせた多糖類の微量分別定量法^(8,9)

Fig. 1. Fractionation Procedure of the Leaf Polysaccharides.

に準じて、澱粉とセルロース以外の各種多糖類含量を測定した。

実験結果および考察

1. 遊離糖類の種類と季節的变化

早生温州, 温州, 夏蜜柑, 八朔, 三宝柑, 代々の 6 種の柑橘緑葉中に存在する遊離糖類の種類を, 1 カ月ごとに周年連続して検索した結果を要約して Fig. 2 に示した。すなわち, 緑葉中にはグルコース, フルクトースならびにサッカロースの 3 種の糖類が四季を通じて常時存在するが, この他にラフィノースとスタキオースが 12, 1, 2, 3 月の冬期にだけ顕著に検出され, 4~11 月にはほとんど存在しない。なお, 柑橘類 6 種間の質的な相違は

認められなかった。

2. 遊離糖含量の季節的变化

柑橘類 6 種について測定した緑葉中の遊離糖含量の季節的变化は Table I のようであった。

柑橘類の生育周期は種類によって多少のずれはあるが, 5 月上旬に新芽が伸長し始めると緑葉中の澱粉量は急激な増加を示し, 開花期に当る 6 月中~下旬に年間最大値を示し, 以後漸減することは前報⁽¹⁾のとおりであるが, これと並行して遊離糖含量も一応 6 月に極大値を示し, 以後, 果実の肥大成熟するにつれて漸減もしくは横ばい状態となるが, 果実を収穫し, 冬期に入る 12 月→1 月と急激な増加が見られ, 乾物当り 20% にも達する。

その内訳は, 還元糖 (グルコースとフルクトース) 5% 前後, 非還元糖 (大部分がサッカロースで, この他に少量のラフィノースとスタキオースを含む) 15% で, 1 月に年間最大値を示し, 以後漸減する。5 月の新芽の伸長期には, 前年からの古葉と若葉が共存するが, 若葉には還元糖量が多い傾向が見られる。柑橘類の種類の相違による遊離糖類の質的なならびに量的な差異は認められなかった。また, 全生育期間を通じて, グルコース: フルクトース量比は, 柑橘の種類, 含有量の多寡に関係なくほぼ 1:1 である。なお, 比較のために肥大型における果実の遊離糖含量の変化を測定し, Table II の結果を得た。果実の肥大に伴い, 緑葉中の澱粉や遊離糖量が減少するのは, 摘果後, 緑葉の澱粉や糖含量の急激な増加が見られることからして, 果実への移行・蓄積が緑葉の炭水化物からもたらされるものと解される。一方では, 冬期に緑葉の遊離糖含量が増加し, ラフィノースやスタキオースなどの高級オリゴ糖類の出現が見

Fig. 2. Seasonal Variation of Free Sugars in the Leaves of Citrus Trees.

Paperchromatography

Solvent: *n*-Butanol-acetic acid-water (4:1:2)

Reagents: Phloroglucinol-HCl-ethanol

Aniline hydrogen phthalate

Development: One dimensional ascending method (multiple, 2~3 times at 30°C)

Sugars (S)

Fr: Fructose, Gl: Glucose, Su: Saccharose, Ra: Raffinose, St: Stachyose.

Citrus trees

1. *Citrus Unshiu* MARCOVITCH (precocious)
2. *C. Unshiu* MARCOVITCH (normal)
3. *C. Natsudaidai* HAYATA
4. *C. Hassaku* TANAKA
5. *C. Sulcata* TANAKA
6. *C. Aurantium* LINNE

Table I. Seasonal Variation of the Free Sugar-Contents in the Leaves of Citrus Trees
(% for anhydrous matter)

Sampling date (1967~1968)	Citrus tree*	Fructose	Glucose	Saccharose	Raffinose	Stachyose	Sum	Sampling date (1967~1968)	Citrus tree*	Fructose	Glucose	Saccharose	Raffinose	Stachyose	Sum
April, 17	1	1.37	1.22	6.66	trace	none	9.25	October, 12	1	0.65	0.70	7.72	none	none	9.07
	2	0.83	0.79	8.16	//	//	9.78		2	1.00	1.02	5.34	//	//	7.36
	3	0.57	0.43	8.50	//	//	9.50		3	1.28	0.82	4.34	//	//	6.44
	4	1.06	1.10	8.13	//	//	10.29		4	1.06	1.09	6.99	//	//	9.14
	5	0.55	0.45	12.61	//	//	13.61		5	0.71	0.71	6.26	//	//	7.68
	6	0.54	0.46	10.42	//	//	11.42		6	0.53	0.60	7.24	//	//	8.37
May, 13 (Old leaves)	1	0.95	0.92	5.90	none	none	7.77	November, 13	1	0.64	0.70	8.60	trace	none	9.94
	2	0.84	0.77	5.50	//	//	7.11		2	0.55	0.50	6.58	//	//	7.63
	3	0.67	0.69	8.20	//	//	9.56		3	0.51	0.54	7.44	//	//	8.49
	4	1.30	1.23	5.96	//	//	8.49		4	0.92	0.99	10.67	//	//	12.58
	5	0.84	0.87	7.30	//	//	9.01		5	0.63	0.72	11.02	//	//	12.37
	6	0.70	0.66	7.61	//	//	8.97		6	0.75	0.78	6.49	//	//	8.02
May, 13 (Young leaves)	1	1.51	1.72	5.51	none	none	8.74	December, 13	1	1.62	1.57	10.98	0.09	trace	14.26
	2	1.32	1.43	8.22	//	//	10.97		2	1.48	1.52	12.21	0.12	//	15.33
	3	2.29	2.27	5.56	//	//	10.12		3	1.01	0.99	14.40	0.14	//	16.54
	4	2.32	2.44	6.64	//	//	11.40		4	1.00	1.11	13.88	0.13	//	16.12
	5	1.56	1.39	7.12	//	//	10.07		5	0.75	0.75	13.84	0.11	//	15.45
	6	1.42	1.53	9.27	//	//	12.22		6	1.50	1.40	10.63	0.08	//	13.61
June, 13	1	0.81	0.82	9.27	none	none	10.90	January, 13	1	2.22	2.78	14.87	0.12	0.03	20.02
	2	1.37	1.31	10.22	//	//	12.90		2	2.31	2.34	14.07	0.22	0.04	18.98
	3	1.13	1.20	9.10	//	//	11.43		3	2.01	2.02	18.75	0.46	0.05	23.29
	4	1.14	1.18	10.00	//	//	12.32		4	2.66	2.66	10.84	0.28	0.02	16.46
	5	1.68	2.12	10.94	//	//	14.74		5	2.25	2.43	11.32	0.31	0.03	16.34
	6	1.34	1.37	11.73	//	//	14.44		6	2.40	2.43	12.91	0.27	0.01	18.02
July, 13	1	1.01	0.89	7.27	none	none	9.17	February, 10	1	2.23	2.12	14.96	0.21	0.04	19.56
	2	0.82	0.84	6.18	//	//	7.84		2	2.86	2.95	13.78	0.18	0.04	19.81
	3	0.90	0.92	7.78	//	//	9.60		3	1.87	1.84	13.99	0.39	0.03	18.12
	4	0.91	0.94	6.16	//	//	8.01		4	1.40	1.34	17.78	0.26	0.05	20.83
	5	0.85	0.85	7.53	//	//	9.23		5	2.79	2.80	18.60	0.47	0.05	24.71
	6	0.90	0.93	5.37	//	//	7.20		6	2.44	2.52	14.14	0.33	0.03	19.46
August, 7	1	0.88	0.95	4.14	none	none	5.97	March, 17	1	1.86	1.67	10.17	0.11	trace	13.81
	2	1.04	1.06	5.28	//	//	7.38		2	2.04	1.90	12.47	0.14	0.01	16.56
	3	0.91	0.90	6.71	//	//	8.52		3	1.21	1.12	11.56	0.12	0.01	14.02
	4	0.53	0.57	4.58	//	//	5.68		4	1.18	1.20	10.86	0.14	0.01	13.39
	5	0.54	0.56	5.61	//	//	6.71		5	1.99	2.02	15.17	0.09	trace	19.27
	6	0.77	0.64	5.23	//	//	6.64		6	2.01	1.98	11.88	0.04	//	15.91
September, 14	1	0.91	0.89	4.78	none	none	6.58		1	0.91	0.89	4.78	none	none	6.58
	2	1.20	0.92	6.94	//	//	9.06		2	1.20	0.92	6.94	//	//	9.06
	3	1.13	1.12	4.23	//	//	6.48		3	1.13	1.12	4.23	//	//	6.48
	4	0.65	0.73	5.59	//	//	6.97		4	0.65	0.73	5.59	//	//	6.97
	5	0.48	0.44	4.22	//	//	5.14		5	0.48	0.44	4.22	//	//	5.14
	6	0.72	0.78	5.16	//	//	6.66		6	0.72	0.78	5.16	//	//	6.66

* A simplified number was similar to those given in Fig. 2.

Table II. Variation of Free Sugar-Content in the Citrus Fruits (% for anhydrous matter)

Sampling date (1967)	Size of fruits (ϕ cm)	Citrus free	Reducing sugars	Non-reducing sugars	Total soluble sugars	Sampling date (1967)	Size of fruits (ϕ cm)	Citrus tree	Reducing sugars	Non-reducing sugars	Total soluble sugars
July, 4	3~4	1	2.50	14.80	17.30	September, 8~12		1	4.04	19.08	23.12
		2	3.15	12.02	15.17			2	5.74	12.70	18.44
		3	4.46	16.71	21.17			3	7.47	11.92	19.39
		4	4.45	16.69	21.14			4	7.16	15.77	22.93
		5	3.10	11.63	14.73			5	4.98	15.80	20.78
		6	6.52	12.40	18.92			6	5.04	13.52	18.56
August, 4	6~8	1	3.46	9.41	12.87	October, 9	10~15	1	7.90	21.11	29.01
		2	5.16	7.48	12.64			2	6.25	24.97	31.22
		3	5.50	10.89	16.39			3	8.62	25.48	34.10
		4	6.56	10.05	16.61			4	9.42	26.24	35.66
		5	3.83	11.30	15.13			5	8.53	18.73	27.26
		6	4.83	11.00	15.83			6	8.32	24.74	33.06

られるのは植物の耐寒性など植物生理学上からも興味深い。

3. 多糖類の構成糖組成

6 種の柑橘類緑葉から分別した各種多糖類について、構成糖の種類と構成モル比を検索・測定し、Table III の結果を得た。なお、澱粉とセルロースは除外した。

柑橘類の種類や採取時期の違いによる緑葉多糖類構成糖の質的な相違は全くないが、構成比にはかなりの変異が認められた。澱粉とセルロースを除く柑橘類緑葉多糖類の主要構成糖は、アラビノースとガラクトースで多糖

類 I ~ VII に普遍的に分布している。これに、多糖類 I ~ IV ではガラクチュロン酸が、さらに、多糖類 I ~ III ではラムノース、キシロース、リボースなどを伴っている。

4. 多糖類含量の季節的变化

6 種の柑橘類緑葉中に存在する各種多糖類を四季を通じて分別定量し、Table IV の結果を得た。なお、6 種の柑橘類緑葉の四季を通じての平均成分は Table V のように、乾物当り炭水化物全量は約 56% で、このうち 18 % は繊維質、糖類は 13%、残りの 25% が可溶性多糖類

ということになるが、この中で澱粉量は柑橘の種類によって、また季節的にもかなりの変動を示すことは既報⁽¹⁾のとおりであるが、澱粉以外の可溶性多糖類量がいかなる変異、変動を示すかは生化学的にも興味あることである。多糖類 I ~ VII 含量の種間差異、季節的变化は少なく、生育各時期において注目し値する傾向や変異は認めがたい。要するに、柑橘類緑葉の炭水化物中、種間差異や生育に伴う著しい変化が見られるのは澱粉と遊離糖量で、その他の多糖類含量の変化は少ないものと思われる。

要 約

柑橘類（早生温州、温州、夏蜜柑、八朔、三宝柑、代々）緑葉中の遊離糖類と多糖類について質的ならびに量的な変化を、生育全期間にわたって研究し、次の結果を得た。

(1) 緑葉の遊離糖類としてグルコース、フルクトース、サッカロースは四季を通じて常時存在し、この他にラフィノースとスタキオースが冬期に出現する (Fig. 2)。

(2) 緑葉の遊離糖含量は開花期に極大値を示し、以後、果実の肥大成熟につれて漸減もしくは横ばい状態となるが、果実を収穫し、冬期に入ると急激な増加が見

Table III. Component Sugars of Various Polysaccharides
Isolated from the Leaves of Citrus Trees
(Molar ratios)

Citrus tree		Component sugar residues								
		Gal A	Gal	G	Ara	Xyl	Rib	Fuc	Rha	DeRib
Polysaccharide I	1	1.0	10.1	—	13.4	—	±	—	3.5	±
	2	1.0	1.8	—	2.3	—	±	—	0.5	±
	3	1.0	4.6	—	3.7	—	±	—	1.7	±
	4	1.0	2.8	—	2.9	—	±	—	0.5	±
	5	1.0	2.3	—	1.5	—	±	—	0.3	±
	6	1.0	7.0	—	7.4	—	±	—	1.6	±
Polysaccharide II	1	2.1	3.0	±	4.0	1.8	+	±?	1.0	+
	2	±	1.2	±	2.3	0.8	0.6	±?	1.0	+
	3	7.0	7.0	±	7.1	4.0	+	±	1.0	+
	4	2.0	3.0	±	2.8	0.6	+	±?	1.0	+
	5	5.2	3.6	±	5.0	3.2	4.2	±	1.0	+
	6	2.3	2.0	±	1.0	+	+	±	1.0	+
Polysaccharide III*	1	3.6	1.3	±	5.4	+	2.6	—	1.0	—
	2	3.8	2.4	±	3.0	±	1.2	—	1.0	—
	3	4.0	4.3	±	5.2	1.3	1.4	—	1.0	±
	4	6.0	10.9	±	5.5	+	5.1	—	1.0	—
	5	2.0	2.5	±	4.1	+	1.1	—	1.0	—
	6	1.3	2.0	±	3.3	0.6	1.5	—	1.0	—
Polysaccharide IV	1	1.0	3.6	—	1.7	—	—	—	—	—
	2	1.0	1.1	—	1.0	—	—	—	—	—
	3	1.0	1.4	—	2.0	—	—	—	—	—
	4	1.0	2.1	—	5.0	—	—	—	—	—
	5	1.0	1.7	—	0.9	—	—	—	—	—
	6	1.0	2.0	—	0.8	—	—	—	—	—
Polysaccharide V	1	—	1.1	—	1.0	—	—	—	—	—
	2	—	1.0	—	1.0	—	—	—	—	—
	3	—	0.7	—	1.0	—	—	—	—	—
	4	±?	0.4	—	1.0	—	±	—	—	—
	5	—	0.3	—	1.0	—	±	—	—	—
	6	—	1.6	—	1.0	—	±	—	—	—
Polysaccharide VI	1	—	0.8	—	1.0	—	—	—	—	—
	2	—	1.0	—	1.0	—	—	—	—	—
	3	—	1.0	—	1.0	—	—	—	—	—
	4	—	1.0	—	1.0	—	—	—	—	—
	5	—	1.0	—	1.0	—	—	—	—	—
	6	—	0.7	—	1.0	—	—	—	—	—
Polysaccharide VII	1	—	0.8	—	1.0	—	—	—	—	—
	2	—	0.9	—	1.0	—	—	—	—	—
	3	—	1.0	—	1.0	—	—	—	—	—
	4	—	1.0	—	1.0	—	—	—	—	—
	5	—	1.0	—	1.0	—	—	—	—	—
	6	—	0.7	—	1.0	—	—	—	—	—

* Starch was digested with malt-amylase.

Table IV. Seasonal Variation of the Polysaccharide Contents in the Leaves of Citrus Trees
(% for anhydrous matter)

Sampling month (1965~1968)	Citrus tree	Polysaccharide							Sum*2	Sampling month (1965~1968)	Citrus tree	Polysaccharide							Sum*2
		I	II	III*1	IV	V	VI	VII				I	II	III*1	IV	V	VI	VII	
April	1	0.42	0.25	1.26	3.10	7.87	0.44	0.66	14.00	October	1	0.29	0.40	1.08	3.28	2.35	0.39	1.48	9.27
	2	0.75	0.82	1.10	5.37	9.73	0.69	0.48	18.94		2	0.61	0.15	0.68	3.64	1.66	0.23	1.55	8.52
	3	0.79	0.29	1.29	5.77	2.37	0.76	0.81	12.08		3	0.56	0.78	1.01	4.55	2.90	1.03	1.61	12.44
	4	0.33	0.79	1.31	3.78	1.84	0.38	0.91	9.34		4	0.26	0.60	1.34	3.74	3.57	0.45	1.70	11.66
	5	0.36	0.09	1.28	5.13	2.24	0.28	1.04	10.42		5	0.27	0.25	0.61	3.67	1.95	0.14	1.28	8.17
	6	0.15	0.02	0.81	3.08	1.58	0.20	1.13	6.94		6	0.09	0.62	0.11	2.98	1.73	0.11	2.19	7.83
May	1	0.08	0.26	1.48	6.45	2.41	0.32	2.42	13.42	November	1	0.08	0.38	0.70	4.35	2.55	0.35	1.94	10.35
	2	0.44	0.38	1.51	5.63	2.29	0.71	1.87	12.83		2	0.16	0.15	0.51	3.55	1.89	0.50	1.11	7.87
	3	0.64	0.59	2.05	7.41	4.77	1.17	1.54	18.17		3	0.17	0.58	0.58	3.81	2.75	1.03	1.57	10.49
	4	0.47	0.56	1.69	5.89	3.47	0.42	1.36	13.86		4	0.46	0.45	0.84	3.77	2.30	0.24	1.23	9.29
	5	0.47	0.08	1.34	6.38	3.26	0.31	1.10	12.94		5	0.17	0.31	0.51	2.87	1.67	0.15	1.80	7.48
	6	0.22	0.83	1.60	5.64	3.87	0.20	1.48	13.84		6	0.35	0.42	0.07	2.45	1.87	0.24	1.93	7.33
June	1	0.07	0.22	0.45	5.13	2.41	0.70	1.20	10.18	December	1	0.06	0.50	0.64	3.60	2.05	0.20	1.66	8.71
	2	0.29	0.50	0.97	5.50	3.03	0.76	0.98	12.03		2	0.12	0.46	0.80	3.90	2.19	0.29	1.81	9.57
	3	0.81	1.05	2.22	5.35	8.46	0.57	0.86	19.32		3	0.20	0.47	0.71	2.37	2.73	0.15	1.46	8.09
	4	0.24	0.82	1.47	6.27	3.96	1.23	1.07	15.06		4	0.40	0.42	1.08	4.59	1.78	0.62	2.02	10.91
	5	0.56	0.17	1.64	4.80	4.29	0.29	1.04	12.79		5	0.10	0.46	0.55	3.47	2.12	0.26	1.37	8.33
	6	0.42	0.42	1.44	5.48	5.55	0.19	0.97	14.47		6	0.74	0.23	0.61	2.68	1.82	0.16	2.11	8.35
July	1	0.26	0.13	0.61	3.52	2.52	0.29	1.72	9.05	January	1	0.19	0.20	0.60	3.67	1.51	0.42	1.41	8.00
	2	0.52	0.20	0.66	4.58	2.35	0.75	1.62	10.68		2	0.19	0.29	0.77	4.26	1.61	0.77	1.33	9.22
	3	0.40	0.86	1.68	4.57	4.23	1.07	1.11	13.92		3	0.44	0.60	0.70	3.07	1.94	0.64	1.29	8.68
	4	0.23	0.51	1.97	4.60	3.09	0.48	1.46	12.34		4	0.50	0.25	0.63	3.48	1.53	0.45	1.65	8.49
	5	0.33	0.19	0.94	4.27	2.18	0.10	2.03	10.04		5	0.21	0.37	1.06	3.69	2.06	0.39	1.17	8.95
	6	0.03	0.11	0.85	2.95	1.74	0.19	2.01	7.88		6	0.14	0.41	0.42	3.33	1.52	0.40	1.40	7.62
August	1	0.10	0.28	0.82	3.95	2.29	0.11	1.15	8.70	February	1	0.09	0.31	0.63	4.05	1.72	0.36	1.21	8.37
	2	0.70	0.54	0.64	4.44	2.01	0.89	1.06	10.28		2	0.14	0.36	0.66	4.53	1.79	0.45	1.54	9.47
	3	0.37	1.08	1.50	4.05	3.28	0.67	1.47	12.42		3	0.37	0.58	0.62	3.79	2.87	0.73	1.61	10.57
	4	0.15	0.45	1.49	3.81	3.20	0.19	2.02	11.31		4	0.45	0.36	0.80	3.65	2.02	0.32	1.76	9.36
	5	0.26	0.38	1.12	4.79	2.49	0.09	1.36	10.49		5	0.16	0.41	1.13	3.07	2.14	0.40	1.77	9.08
	6	0.28	0.35	0.60	3.32	2.16	0.22	1.09	8.02		6	0.41	0.26	0.33	4.05	1.90	0.31	1.06	8.32
September	1	0.06	0.30	1.22	4.56	2.52	0.18	1.51	10.35	March	1	0.21	0.31	1.02	4.12	3.97	0.64	1.81	12.08
	2	0.46	0.12	0.67	4.99	2.63	0.92	1.73	11.52		2	0.36	0.28	1.13	3.96	4.11	0.43	1.25	11.52
	3	0.49	0.76	1.25	4.31	3.09	1.17	2.00	13.07		3	0.65	0.41	1.16	4.21	2.96	0.45	1.18	11.02
	4	0.18	0.52	1.65	4.18	2.66	0.26	1.66	11.11		4	0.67	0.39	1.41	5.06	3.07	0.39	1.91	12.90
	5	0.18	0.28	0.74	4.54	2.06	0.12	1.93	9.85		5	0.44	0.27	1.27	4.11	4.24	0.27	1.26	11.86
	6	0.06	0.03	0.49	3.58	2.14	0.14	2.07	8.51		6	0.26	0.44	1.00	5.43	3.23	0.30	1.82	12.48

*1 Starch was deduced from hot water-soluble polysaccharide.

*2 These values show the content of total soluble polysaccharide except starch, α - and β -celluloses.Table V. An Average Chemical Component of
the Citrus Leaves around the Four
Seasons (% for anhydrous matter)

Crude ash	9.98	N-free extract	37.56
Alkalinity of ash	+0.57	Pentosan	9.87
Crude protein	29.16	Reducing sugars	3.63
True protein	21.05	Non-reducing sugars	9.23
Crude fat	5.62	Total soluble sugars	12.86
Crude fiber	17.68	Starch	2.87

られ, 年間最大値を示し, 以後漸減する. 柑橘類の種類による遊離糖の質的, 量的な相異は認められない. また季節的变化の傾向も類似している (Table I).

(3) 緑葉から各種多糖類を分別し (Fig. 1), それらの構成糖組成を明らかにした (Table III). 柑橘類の種類や採取時期の違いによる緑葉多糖類-構成糖の質的な相違は認められないが, 構成比にはかなりの変異が認められる.

(4) 緑葉の各種多糖類含量は, 澱粉の場合⁽¹⁾を除いて, 柑橘の種類による相違や季節的变化は認められない (Table IV).

- (1) 水野 卓, 袴田勝弘: 農化, **41**, 534 (1967).
- (2) 水野 卓, 佐藤祐司, 平山晃弘, 金兵忠雄: 食品工誌, **10**, 361 (1963).
- (3) 水野 卓, 金兵忠雄: 農化, **29**, 852 (1955).
- (4) M. Dubois, K. A. Gilles, J. K. Hamilton,

- P. A. Rebers and F. Smith : *Nature*, **168**, 167 (1951) ; *Anal. Chem.*, **28**, 350 (1956).
- (5) A. I. Virtanen and M. Nordlund : *Biochem. J.*, **28**, 1729 (1934) ; 林 金雄, 水野 卓 : 岐阜大農報, **3**, 86 (1954),
- (6) 水野 卓, 鈴木康彦, 阿部 洋, 金兵忠雄 : 食品工誌, **11**, 146 (1964).
- (7) 水野 卓, 坂田元三, 金兵忠雄 : 農化, **33**, 757 (1959).
- (8) 水野 卓 : 栄・食・発・水・外国文献会誌, **15**, 942 (1964) ; 食品工誌, **11**, 395 (1964).
- (9) 水野 卓, 田中恭二 : 同上, **13**, 371 (1966).
-