温州ミカンの隔年結果に関する研究 (第4報)

体内成分の季節的变化について

大垣 智昭・藤田 克治・伊東 秀夫

(神奈川県園芸試験場)

(東北大学農学部)

C. OGAKI, K. FUJITA and H. ITO: Investigations on the cause and control of alternate bearing of Unshû orange trees. IV.

Nitrogen and carbohydrate contents in the shoots as related to blooming and fruiting

Summary

An important factor in the investigations of flowering in fruit trees has been a characteristic of many varieties and species known as alternate or biennial bearing. This characteristic probably exists in all fruit trees in varying degrees. It becomes so marked as to be of great economic importance with Unshû orange trees in Japan.

The expression of alternate bearing is a characteristic of individual trees in an orchard. In an orchard some trees bear a heavy crop, for example, in the even numbered years and a little or no fruit in the odd numbered years while the remainder of the trees in the same orchard will be bearing in the reverse order, that is a crop in the odd numbered years and no crop in the even numbered ones (Tables 4, 5, 6, and 7).

These characteristics of alternate bearing, the ability of individual trees to perform in an entirely opposite manner with respect to the initiation of flower buds when under the same environmental conditions except for the presence or absence of a crop offer unique material for research in this field.

In the previous report, we have indicated the results that dealing with the time of initiation of floral parts, as indicated by morphological changes in the growing point could be observed.

It is shown also in the previous report, the period of time when the growing point is responsive to internal conditions leading to the initiation of flower primordia, that is the time of blossom induction. It has been investigated by utilizing two known basic responses, (1) ringing: The ringing favors the flower bud formation, (2) defoliation: An adequate functioning leaf area is necessary for flower bud differentiation.

Ringing creates conditions favorable for fruit bud formation, removal of leaves results in conditions unfavorable for differentiation. The difference in response to either of these treatments at periodic

intervals, when compared to untreated units, may be interpreted as a measure of the interval during which induction occurred. Both techniques, the one creating conditions favorable to floral initiation, the other opposing it, have yielded results showing essentially the same pattern.

It is indicated in the previous report that the presence of a crop inhibits flower bud formation. The growths which bore the fruits scarcely form flower buds. In the off years a relatively large proportion of the growths irrespective of length tend to form flowers whereas in the on year, only a small proportion of growths of any length differentiate them.

Authors want to emphasize the presence of fruit seems to be the dominant factor in the flowering behavior of fruit trees.

Formation of flowers is much related with the time of cessation of length growth. A spring flush growth ceased during the middle to late May formed productive flowers accompanied by new leaves. A spring flush growth ceased earlier formed flowers far inferior for fruit set, the flowers being formed on the very short scarcely discriminated axes, being unaccompanied by new leaves. Later ceased growths, including summer and autumn flush growths are inferior for flower formation.

In this report, it is attempted to explain flowering on a nutritional or biochemical basis.

The carbohydrate and nitrogen composition of many fractions of bearing and non-bearing trees is determined on samples taken at periodic intervals throughout the annual cycle with emphasis being placed on that period when floral differentiation is taken place.

Conditions favoring flower formation show a marked increase in storage carbohydrates in contrast to the opposing conditions.

Nitrogen, especially insoluble nitrogen, and carbohydrates, especially sugars and starch, in-

crease during December to February (Tables 2 and 3). These tendencies are in accordance with the results of CAMERON⁽¹⁻⁴⁾.

Ringling that increase the tendency to form flower buds accelerates the starch accumulation.

Defoliation and bearing a crop that reduce the tendency to form flower buds also restrict the accumulation of starch.

Weak growths above related are associated with low nitrogen and low carbohydrate. Fruiting or fruited growths are poor in nitrogen and starch (Tables 6, 7).

The necessary supplies of carbohydrates and nitrogen are important for productive flower formation.

Seasonal changes and the influences that affect the tendency of a tree with an adequate nitrogen supply to set flower buds show that the flower

buds formation is associated with the accumulation of carbohydrate, especially of starch. The suggestions does not seem improbable that under conditions favorable for the accumulation of starch in the tree some hormone may accumulate and favor for the flower bud formation.

A hormone or hormones that cause bud meristem to become differentiated into flower parts instead of leafy shoots are formed in the leaves and can go into the fruit and can move out of a branch towards the roots. Possibly formation of such hormones is closely correlated with the number and size of leaves and increase in the concentration of such hormones is closely correlated with the movement towards fruits, roots and shoot growths, generally in parallel to the formation and accumulation of starch.

I. 緒 言

本研究の第2報⁽¹⁰⁾において報告したように、摘葉、環状剥皮といった間接処理を時期をわけて施し、それに対応して着花率の変化する様相を調査して、生理的に花芽分化の感応する期間を明らかにした。本報においては、枝体内の窒素成分と炭水化物とを、種々の結実状態の樹、あるいは枝について分析調査することによって、それぞれの時期の養分の吸収同化、分解消費、集積貯蔵の進行状態を解明しようとした。

すなわち、隔年結果および連年結果状態にある樹の枝体内の養分構成を季節的に分析定量することにより、あるいは、枝体内の栄養条件や花芽形成能力を変化させる摘葉や環状剥皮の処理を行なった枝の養分組成を分析することによって、花芽分化のために必要な物質の枝体内に集積する状態を推測しようと考えたわけである。

本研究の実施にあたって、藤沢治三郎、高橋一夫、早野栄氏に多大の協力をうけた。また、野村容子氏は化学分析を担当協力された。ここに諸氏に対し深甚の謝意を表する。

II. 材料および方法

1. 枝の養分組成の季節的变化

調査には約 60 年生の尾張系普通温州の 7 樹を供試した。普通の肥培管理を行ない、いずれも無摘果である。各樹の 1953~1958 年の収量を第 1 表に示す。

(i) 春枝の養分組成の季節的变化 連年結果樹の No. 25, 27 樹の長さ 15cm 内外の春枝 (第 1 図 A 左から 2 本目、良好な結果母枝となると判定される枝) を、1956 年 9 月 20 日、10 月 15 日、11 月 16 日、

Fig. 1. Varieties of sampled shoot.

Table 1. The yield of alternate bearing Unshû'orange trees investigated.

Tree No.	Bearing habit	Year					
		1953	1954	1955	1956	1957	1958
22 17 28	Alternate bearer	kg	kg	kg	kg	kg	kg
		45.0	86.2	41.2	206.2	41.2	191.2
		75.0	123.7	56.2	183.7	60.0	187.5
42 93	Alternate bearer	150.0	26.2	168.7	103.1	168.7	67.5
		112.5	11.2	103.1	05.6	—	—
27 25	Annual bearer	101.2	97.5	123.7	105.0	108.7	90.0
		97.5	116.2	90.0	163.1	91.8	120.0

12月18日, 1957年1月18日, 2月18日に各15本ずつ採取し, 枝の太さ, 重さ, 節間長などを調査した後(以下, 全部の実験について, 同じような調査を行なつたが, 外形的にはいずれの場合にも有意な差を示していなかつたので, 成績を表示することを省略した), 80% alcohol に貯蔵し, 窒素と炭水化物の分析に供試した。分析は 80% alcohol で可溶性成分と不溶性成分とに分別し, 窒素は KJELDAHL 法, 炭水化物は SOMOGYI 法によつて定量した(以下分析法については同じ)。多糖類として示したものはでん粉を除いた多糖類である。

(ii) 隔年結果現象を示す樹の春枝と結果枝の養分構成の季節的变化 連年結果樹としては No. 25, 27 樹を, 隔年結果樹としては No. 17, 22, 28, 42, 93 樹を用いた。No. 17, 22, 28 樹は偶数年が成り年, No. 42, 93 樹は奇数年が成り年のグループである。

1954~55 年には, 春枝を上, 中, 下部にその長さによつて 3 等分し, 中部を捨てて, 頂部と基部のみを分析に供した。採取は 1954 年 12 月 24 日と, 1955 年 3 月 14 日とである。

1956~57 年には, 春枝と結果枝(第 1 図 A, C) について行なつた。採取は 1956 年 7 月 27 日, 9 月 19 日, 12 月 26 日, 1957 年 2 月 10 日である。春枝は 4 回とも, 皮部と木質部とに分別して分析に供したが, 結果枝は 1956 年の 3 回は長さ別, 枝の部分別に分けず, 全枝を分析に供した。1957 年の 2 月 10 日のみ長さ別(5~10 cm と 2~5 cm) と, 枝の部分別に分けて分析に供した。

2. 枝の性状とその組成

1-(ii) と同様の約 60 年生尾張系普通温州の結果型の異なる樹 (No. 25, 27, 17, 42, 93) を用いた。1953 年 12 月 24 日, 1954 年 12 月 24 日, 1955 年 3 月 14 日には, 春枝は良好な枝と弱小な枝に分別して, 前者は頂部と基部別に, 後者は全枝を, また, 結果枝は全枝を, 夏枝は頂部, 中央部, 基部別に分析に供した。各 5~10

本である。

1957 年 2 月 10 日には, 春枝を良好な枝と弱小な枝とに, 結果枝を長さ別(5~10 cm ・ 2~5 cm) に分類し, それぞれ皮部と木質部とに分別して, 各 5 本を分析に供した。

3. 摘葉および環状剥皮に伴う組成の変化

比較的樹勢の良い, 毎年摘果を行なつて連年結果を続けている 18 年生の辻村系普通温州 12 樹について, 太さ

0.7~1.2 cm の側枝(良好な結果母枝-春枝-3~5 本, 弱小な春枝 1~6 本, 結果枝 0~4 本, 結果数 0~5 果, 葉数平均 56 枚をになうもの)について処理を行なつた。

1956 年には, 9 月 20 日, 10 月 15 日, 11 月 16 日, 12 月 18 日, 1 月 18 日, 2 月 18 日, 3 月 20 日に摘葉処理を施し, 各処理時に, 無処理側枝ならびにその時より以前に摘葉した側枝の春枝を各 10 本ずつ採取し, 分析に供した。

1958 年には, 同様の側枝を対照として, 7 月 14 日, 8 月 8 日, 9 月 18 日, 10 月 22 日, 11 月 17 日, 12 月 16 日に摘葉処理と環状剥皮処理(前 3 回のみ)とを別々に施し, 11 月 12 日には前 3 回の摘葉ならびに環状剥皮処理側枝の中の春枝のみを各 5 本ずつ採取し, 1959 年 1 月 16 日には全 6 回の摘葉処理側枝の中の春枝のみを各 5 本ずつ採取して分析に供した。

III. 成績

1. 枝の養分組成の季節的变化

春枝の中で良好な結果母枝となると判定される枝について, 枝全部あるいは頂部と基部別に, または皮部, 木質部別に分別して分析し, さらに, 担果している着果枝(翌年の花芽をほとんどもたない)についても分析調査し, 花芽を形成する公算の高い枝と, 低い枝との養分組成の季節的变化を対照的に研究した。

第 2 表では, 標準的な春枝の養分組成の変化を, 9 月から翌年の 2 月まで, 毎月 1 回採取調査した成績を示しているが, 窒素については全量の増加と, 不溶態の増加, 炭水化物については全量の増加と, 12 月からとくに 1~2 月の全糖, でん粉の増加が著しい。

第 3 表では, 連年, 結果量のほぼ平均している樹の春枝, ならびに隔年結果の判然とみられる樹の成り年と裏年の春枝の中で, 結果母枝になると思われるものを選んで, その頂部と基部別の養分組成の変化を調査した成績を示している。1954 年 12 月 24 日と翌年の 3 月 14 日

Table 2. Seasonal changes in the nitrogen and carbohydrate contents of the spring flush growth of Unshû orange trees (1).

Date of sampling	Nitrogen			Carbohydrate						Carbohydrate/nitrogen ratio
	Soluble N	Insol. N	Total N	Reducing sugar	Non-reducing sugar	Total sugar	Starch	Polysaccharides other than starch	Total carbohydrate	
Sept. 20, 1956	0.21%	0.50%	0.71%	0.30%	1.34%	1.64%	0.87%	5.39%	7.90%	11.1
Oct. 15	0.21	0.53	0.74	0.38	1.27	1.65	0.82	5.98	7.45	10.1
Nov. 16	0.22	0.58	0.80	1.15	1.38	2.53	0.91	5.63	9.07	11.3
Dec. 18	0.23	0.46	0.69	2.15	1.89	4.04	1.05	4.82	9.91	14.4
Jan. 18, 1957	0.23	0.62	0.85	2.30	2.57	4.87	1.37	5.99	12.23	14.4
Feb. 18	0.23	0.60	0.83	1.38	2.63	4.01	2.93	6.49	13.43	16.2

Table 3. Seasonal changes in the nitrogen and carbohydrate contents of the spring flush growth of Unshû orange trees (2).

Date of sampling	Tree No.	Part of shoot	Nitrogen			Carbohydrate				Carbohydrate/nitrogen ratio
			Soluble N	Insol. N	Total N	Total sugars	Starch	Polysaccharides	Total carbohydrate	
Dec. 24, 1954	25	Terminal	0.23%	0.71%	0.94%	4.35%	1.11%	4.95%	10.41%	11.1
		Basal	0.20	0.51	0.71	4.16	0.93	5.65	10.74	15.1
	27	Terminal	0.21	0.74	0.95	4.78	1.36	5.18	11.32	11.9
		Basal	0.19	0.48	0.67	4.38	1.19	5.90	11.47	17.1
	17	Terminal	0.21	0.78	0.99	4.64	1.45	6.04	12.13	12.3
		Basal	0.18	0.56	0.74	4.43	1.21	5.97	11.61	15.7
	28	Terminal	0.21	0.67	0.88	4.49	1.46	5.36	11.31	12.9
		Basal	0.17	0.55	0.72	4.19	1.30	5.50	10.99	15.3
	42	Terminal	0.18	0.50	0.68	4.36	1.60	5.50	11.46	16.9
		Basal	0.11	0.45	0.56	3.11	1.33	6.45	10.89	19.4
March 14, 1955	25	Terminal	0.25	0.65	0.90	3.68	5.91	6.87	16.46	18.3
		Basal	0.21	0.56	0.77	3.66	5.03	6.65	15.34	19.9
	27	Terminal	0.23	0.64	0.87	3.85	5.10	6.97	15.92	18.3
		Basal	0.18	0.53	0.71	3.91	4.95	7.06	15.92	22.4
	17	Terminal	0.21	0.64	0.84	3.60	5.92	6.53	16.05	19.1
		Basal	0.18	0.50	0.68	3.38	5.42	6.58	15.38	22.6
	28	Terminal	0.22	0.60	0.82	3.57	5.99	7.31	16.87	20.6
		Basal	0.18	0.57	0.75	3.44	5.70	7.14	16.28	21.7
	42	Terminal	0.24	0.59	0.83	3.48	5.76	6.87	16.11	19.4
		Basal	0.19	0.50	0.69	3.20	4.92	7.15	15.27	22.1

Note : Tree No. 25 } Annual bearer
 " 27 }
 " 17 } Alternate bearer (1954—on year)
 " 28 }
 " 42..... " " (1954—off year)

の2回のみの材料であるが、季節的变化としては、でん粉ならびにそれ以外の多糖類の増加、とくにでん粉の増加が著しい。でん粉以外の多糖類のみ基部に多く、他の成分はすべて頂部に多く含まれている。1954年が成り年に当っている樹と、裏年に当っている樹、また連年結果している樹のいずれから採取した春枝にも、樹の違いによる特長的な組成成分の変化は認められない。

第4表は、連年結果樹、隔年結果樹の翌年の結果母枝

となるような春枝の組成を、皮部と木質部別に、第5表は同じ樹の結果枝の組成を、皮部と木質部別に調査した成績である。皮部と木質部とを比較すると、不溶態窒素と糖類が皮部に多く、でん粉ならびに他の多糖類は木質部に多いことが認められる。第4表と第5表とを対照して、翌年の結果母枝となりうる不着果の春枝は、皮部の不溶態窒素が多く、皮部および木質部のでん粉が、それぞれ翌年の結果母枝となり難い枝（結果枝）に比べて多

Table 4. Seasonal changes in the nitrogen and carbohydrate contents of the spring flush growth of Unshû orange trees (3).

Date of sampling	Tree No.	Part of shoot	Nitrogen			Carbohydrate						Carbohydrate/nitrogen ratio
			Soluble N	Insol. N	Total N	Reducing sugar	Non-reducing sugar	Total sugar	Starch	Polysaccharides	Total carbohydrate	
1956	June. 27	22 { Bark	0.16	0.48	0.64	0.44	1.53	1.97	0.62	3.98	6.57	10.3
			0.14	0.25	0.39	1.02	0.39	1.41	1.16	7.76	10.33	26.5
		25 { Bark	0.17	0.52	0.69	0.49	1.53	2.02	0.70	4.04	6.76	9.8
			0.13	0.22	0.35	0.83	0.78	1.61	1.38	7.66	10.65	30.4
		42 { Bark	0.14	0.45	0.59	0.72	1.71	2.43	1.03	3.89	7.35	12.5
			0.11	0.20	0.31	0.97	0.67	1.64	2.43	7.40	11.47	37.0
	Sept. 19	22 { Bark	0.23	0.74	0.97	0.21	1.08	1.29	0.44	4.04	5.77	5.9
			0.27	0.29	0.56	0.26	1.17	1.43	0.88	7.63	9.94	17.8
		25 { Bark	0.22	0.80	1.02	0.21	1.20	1.41	0.59	4.11	6.11	6.0
			0.23	0.30	0.53	0.29	1.17	1.46	1.06	7.91	10.43	19.7
		42 { Bark	0.24	0.77	1.01	0.20	1.24	1.44	0.84	4.08	6.36	6.3
			0.21	0.33	0.54	0.31	1.11	1.42	2.13	8.18	11.73	21.7
	Dec. 26	22 { Bark	0.16	0.65	0.81	0.97	0.90	1.87	0.78	3.31	5.96	7.4
			0.19	0.33	0.52	1.45	1.06	2.51	0.82	7.70	11.03	21.2
		25 { Bark	0.21	0.87	1.08	1.25	1.12	2.37	1.38	4.54	8.29	7.7
			0.30	0.35	0.65	1.92	1.50	3.42	1.03	7.68	12.13	18.7
		42 { Bark	0.24	0.76	1.00	1.20	1.28	2.48	1.00	3.49	6.97	7.0
			0.18	0.36	0.54	1.05	1.07	2.12	1.24	8.31	11.67	21.6
1957	Feb. 10	22 { Bark	0.28	0.91	1.19	1.77	4.37	5.54	2.44	4.99	11.97	10.1
			0.23	0.41	0.64	1.01	3.18	4.19	2.78	7.85	14.82	23.2
		25 { Bark	0.30	0.96	1.26	1.93	4.52	6.45	2.46	5.04	13.95	11.1
			0.21	0.33	0.54	1.08	2.87	3.95	2.81	7.91	14.67	27.2
		42 { Bark	0.30	0.92	1.22	2.44	3.82	6.26	1.93	4.37	12.56	10.3
			0.23	0.40	0.63	1.62	2.61	4.23	2.68	8.56	15.47	24.6

Note : Tree No. 25.....Annual bearer

22.....Alternate bearer (1956—on year)

42..... " " (" —off year)

いことが認められる。樹による差異は認められない。

2. 枝の性状とその組成

温州ミカンには、春萌発する春枝のほかに、夏から秋に萌発するものもある。5月中下旬に伸長が止まる充実した春枝が、良好な結果母枝として翌年結果枝を生ずる。これよりも早く伸長が止まった弱小な枝（花母枝—第1図A—右端の枝がその1例—母枝上に、結果枝なしに着花する）は結果率が劣る。前年結実した枝は普通翌年の結果母枝になりえない。

不成り年には、夏秋枝が多数発生する。早く発生したものは結果母枝になりうる。

結実の多かつた成り年の翌年は、結果母枝となる枝が少ないために不作になる。結実の少なかつた裏年の翌年は、春枝のほかに、夏秋枝までも結果母枝となるために着花が多くなるわけであり、また同一外観を呈する春枝においてさえ、成り年の翌年の場合と比べると着花数が多く、結果も多いという現象が認められる。このことは

第3報⁽¹¹⁾において詳報したとおりである。

各性状の枝について、内的状態の相違をみる目的で、それぞれの化学成分の組成を調査した。

第6, 7表に示すとおり、結果母枝と認めることのできる春枝は、その前年が成り年であつた場合も、裏年であつた場合も、花母枝あるいは夏秋枝と比べると、窒素ならびに炭水化物の含量が多く、とくに窒素とでん粉について差が著しい。

前年結実した枝の組成は、結果母枝と認めることのできる春枝と比べると、窒素とでん粉、とくにでん粉が著しく少なく、糖はやや少ない程度であり、特長的にでん粉以外の多糖類の多いことが目につく（第6表）。

第7表の成績は、皮部と木質部とに分けて組成を調査したものであるが、やはり同様の傾向が表われている。春枝の組成に、その前年が成り年であつたか、裏年であつたかの差異は認められない。

季節に伴う変化として、2~3月採取の枝に、でん

Table 5. Seasonal changes in the nitrogen and carbohydrate contents of the bearing shoot of Unshû orange trees.

Date of sam-pling		Tree No.	Type of shoot	Nitrogen			Carbohydrate						Carbohy-drate /nitrogen ratio	
				Soluble N	Insol. N	Total N	Reducing sugar	Non-reducing sugar	Total sugar	Starch	Polysac-charides	Total carbo-hydrate		
1956	June 27	22		0.12%	0.33%	0.45%	0.25%	0.59%	0.84%	0.87%	4.52%	6.23%	13.8	
		25		0.13	0.35	0.48	0.29	0.90	1.19	0.99	5.03	7.21	15.0	
		42		0.15	0.23	0.38	0.45	0.41	0.86	0.71	4.49	6.06	15.9	
	Sept. 19	22		0.18	0.21	0.39	0.22	0.86	1.08	0.49	6.29	7.86	20.2	
		25		0.15	0.37	0.52	0.25	0.99	1.24	0.52	7.16	8.92	17.2	
		42		0.17	0.30	0.47	0.31	1.07	1.38	0.58	8.58	10.54	22.4	
	Dec. 26	22		0.18	0.38	0.56	2.16	2.04	4.20	0.65	6.31	11.16	19.9	
		25		0.20	0.41	0.61	2.11	2.04	4.15	0.61	6.42	11.18	18.3	
		42		0.16	0.40	0.56	1.93	2.36	4.29	0.68	6.94	11.91	21.3	
	1957	Feb. 10	22	A {Bark	0.27	0.65	0.92	2.05	4.16	6.21	1.26	5.44	12.91	14.0
				Wood	0.22	0.36	0.58	0.93	2.29	3.22	2.17	9.20	14.59	25.2
			B	{Bark	0.33	0.45	0.78	2.24	3.97	6.21	1.25	5.38	12.84	16.5
Wood				0.27	0.33	0.60	0.95	2.26	3.21	1.66	10.07	14.94	24.9	
25			A {Bark	0.28	0.60	0.88	2.51	4.73	7.24	1.18	6.01	14.43	16.4	
			Wood	0.22	0.34	0.56	0.98	2.52	3.50	1.63	8.87	14.00	25.0	
Feb. 10		B	{Bark	0.34	0.67	1.01	2.78	5.07	7.85	1.31	5.62	14.78	14.6	
			Wood	0.24	0.36	0.60	0.89	1.96	2.85	1.56	10.07	15.48	25.8	
		42	A {Bark	0.25	0.64	0.89	2.62	4.17	6.79	1.19	5.47	13.45	15.1	
			Wood	0.22	0.31	0.53	1.32	2.39	3.71	1.60	9.76	15.07	28.4	
		B	{Bark	0.29	0.66	0.95	2.51	4.45	6.96	1.17	5.21	13.34	14.0	
			Wood	0.24	0.31	0.55	1.31	2.01	3.32	1.29	9.95	14.56	26.5	

Notes : 1. Tree No.
25 Annual bearer
22 Alternate bearer (1956—on year)
42 " " (1956—off year)
2. Type A Length of shoot 5~10cm
" B " " 2~5cm

粉含量が多く、前項において認められたのと全く同様である。

3. 摘葉、環状剥皮に伴う組成の変化

第2報⁽¹⁰⁾に報告したように、着花率に対しては、摘葉は早期に行なうほどそれを低下させ、環状剥皮は早期に行なうほどそれを高めるように作用し、早い時期に行なうほど、それぞれの処理の影響は大きく表われることが認められた。

(i) 環状剥皮の影響 第8表に示すとおり、11月12日に採取した環状剥皮処理春枝の組成は、早い時期に剥皮されたものほど、可溶態窒素は多く、不溶態窒素は少なく、全量として少なく、炭水化物はすべての種類のものが多く、全量も多いことが認められる。

(ii) 摘葉の影響 1956, '57年の両年は9月から摘葉し、1958, '59年には7月から摘葉してその影響を調査した。第9表でみられる事実は、材料採取日に先立つ

て、より早い時期に摘葉されたものほど、標準に比べて糖とでん粉含量が少ないことである。

窒素の動態に関して興味ある事実として、摘葉処理1か月後にどの場合においても可溶態、不溶態ともに一時増加することが認められる。この際、炭水化物の方はふえていない。新梢萌発率は第3報⁽¹¹⁾に掲げたが、早く摘葉されるほど高い。

このような内部成分の変化の見いだされたことは、著者⁽¹⁴⁾のリンゴの枝において見いだした摘葉に伴なつてauxinが増す事実とともに、摘葉に伴なう新生長の促進という関係の内的機作を考察する上に貴重な新知見を与えるものといえよう。

第10表においても、炭水化物含量の少ないことが特長的である。

IV. 考 察

温州ミカンの隔年結果が、着花数の多寡によつておこ

Table 6. Nitrogen and carbohydrate contents of various flush growths of alternate bearing Unshû orange trees (1).

Tree No.	Type of shoot	Part	Nitrogen			Carbohydrate				Carbohydrate /nitrogen ratio	Notes
			Soluble N	Insol. N	Total N	Total sugar	Starch	Polysaccharides	Total carbohydrate		
Sampled on Dec. 24, 1953											
25	Spring flush (Medium growth)	{ Terminal Basal	0.21% 0.17	0.57% 0.52	0.78% 0.69	4.26% 3.77	1.41% 1.25	5.87% 6.76	11.48% 11.78	14.7 17.1	Annual bearer
27	Spring flush (Medium growth)	{ Terminal Basal	0.23 0.17	0.57 0.45	0.80 0.62	4.14 3.83	1.29 1.08	5.47 6.52	10.80 11.43	13.5 18.4	Annual bearer
	" (Weak growth)		0.19	0.56	0.75	4.17	0.57	5.63	10.37	13.8	
17	Spring flush (Medium growth)	{ Terminal Basal	0.24 0.16	0.61 0.50	0.85 0.86	3.98 3.47	1.64 1.38	6.02 6.43	11.64 12.18	13.7 18.5	1953— off year
	" (Weak growth)		0.21	0.60	0.81	3.86	0.75	6.37	10.98	13.6	
	Summer flush	{ Terminal Middle	0.12 0.08	0.41 0.33	0.53 0.41	3.70 4.33	0.52 0.54	4.83 5.56	7.59 8.12	14.3 19.8	
		Basal	0.07	0.32	0.39	3.66	0.68	7.05	7.24	18.6	
42	Spring flush (Medium growth)	{ Terminal Basal	0.24 0.17	0.59 0.51	0.83 0.68	4.06 3.64	0.93 0.77	5.29 6.24	10.28 10.65	12.4 15.7	1953— on year
	" (Weak growth)		0.19	0.54	0.73	3.50	0.48	5.53	9.51	13.0	
Sampled on Dec. 24, 1954											
25	Spring flush (Medium growth)	{ Terminal Basal	0.23 0.20	0.71 0.51	0.94 0.71	4.35 4.16	1.11 0.93	4.95 5.65	10.41 10.74	11.1 15.1	Annual bearer
	Fruited shoot		0.14	0.40	0.54	3.78	0.62	7.08	11.48	21.3	
27	Spring flush (Medium growth)	{ Terminal Basal	0.21 0.19	0.74 0.48	0.95 0.67	4.78 4.38	1.36 1.19	5.18 5.90	11.32 11.47	11.9 17.1	Annual bearer
	" (Weak growth)		0.18	0.45	0.63	4.36	0.84	5.47	10.67	16.9	
17	Spring flush (Medium growth)	{ Terminal Basal	0.21 0.18	0.78 0.56	0.99 0.74	4.64 4.43	1.45 1.21	6.04 5.97	12.13 11.61	12.3 15.7	1954— on year
	" (Weak growth)		0.17	0.50	0.67	4.62	0.86	5.71	11.19	16.7	
	Summer flush	{ Terminal Middle	0.17 0.15	0.40 0.37	0.57 0.52	4.35 4.65	0.94 0.80	4.86 5.58	10.15 11.03	17.8 21.2	
		Basal	0.09	0.38	0.47	4.58	0.89	6.08	11.55	24.6	
42	Spring flush (Medium growth)	{ Terminal Basal	0.18 0.11	0.50 0.45	0.68 0.56	4.36 3.11	1.60 1.33	5.50 6.45	11.46 10.89	16.9 19.4	1954— off year
Sampled on Mar. 14, 1955											
25	Spring flush (Medium growth)	{ Terminal Basal	0.25 0.21	0.65 0.56	0.90 0.77	3.68 3.66	5.91 5.03	6.87 6.65	16.46 15.34	18.3 19.9	Annual bearer
	Fruited shoot		0.19	0.45	0.64	3.40	3.59	8.40	15.39	24.0	
27	Spring flush (Medium growth)	{ Terminal Basal	0.23 0.18	0.64 0.53	0.87 0.71	3.85 3.91	5.10 4.95	6.97 7.06	15.92 15.92	18.3 22.4	Annual bearer
	Fruited shoot		0.19	0.49	0.68	3.71	3.41	8.00	15.12	22.2	
17	Spring flush (Medium growth)	{ Terminal Basal	0.21 0.18	0.64 0.50	0.85 0.68	3.60 3.38	5.92 5.42	6.53 6.58	16.05 15.38	18.9 22.6	1954— on year
	Fruited shoot		0.19	0.55	0.74	3.22	4.08	8.75	16.05	21.7	
28	Spring flush (Medium growth)	{ Terminal Basal	0.22 0.18	0.60 0.57	0.82 0.75	3.57 3.44	5.99 5.70	7.31 7.14	16.87 16.28	20.6 21.7	1954— on year
	Fruited shoot		0.19	0.50	0.69	3.46	4.07	8.20	15.73	22.8	
	Summer shoot	{ Terminal Middle	0.22 0.15	0.55 0.46	0.77 0.61	4.11 4.08	4.52 4.75	5.98 6.56	14.61 15.39	19.0 25.2	
		Basal	0.15	0.45	0.60	4.42	5.14	6.93	16.54	27.7	
42	Spring flush (Medium growth)	{ Terminal Basal	0.24 0.19	0.59 0.50	0.83 0.69	3.48 3.20	5.76 4.92	6.87 7.15	16.11 15.27	19.4 22.1	1954— off year

Table 7. Nitrogen and carbohydrate contents of various flush growths of alternate bearing Unshū orange trees (2).

Tree No.	Type of flush growth	Part	Nitrogen			Carbohydrate				Carbohydrate /Nitrogen ratio	Notes
			Soluble N	Insol. N	Total N	Total sugar	Starch	Polysac- charides	Total carbo- hydrate		
Sampled on Feb. 10, 1957											
22	Spring flush (Medium growth)	{ Bark Wood	% 0.28	% 0.91	% 1.19	% 5.54	% 2.44	% 4.99	% 11.97	10.1 29.8	1956— on year
			0.23	0.41	0.64	4.19	4.30	10.55	19.04		
	" (Weak growth)	{ Bark Wood	0.29	0.77	1.06	5.79	1.92	4.72	12.43	11.7	
			0.22	0.41	0.63	4.58	3.88	8.15	16.61	26.4	
	Fruited shoot (A)	{ Bark Wood	0.27	0.65	0.92	6.21	1.26	5.44	12.91	14.0	
			0.22	0.36	0.58	3.22	2.17	9.20	14.59	25.2	
	" (B)	{ Bark Wood	0.33	0.45	0.78	6.21	1.25	5.38	12.84	16.5	
			0.27	0.33	0.60	3.21	1.66	10.07	14.94	24.9	
25	Spring flush (Medium growth)	{ Bark Wood	0.30	0.96	1.26	6.45	2.46	5.04	13.95	22.9	Annual bearer
			0.21	0.33	0.54	3.95	2.81	7.91	14.67	27.2	
	" (Weak growth)	{ Bark Wood	0.34	0.98	1.32	6.77	2.66	4.89	14.32	10.8	
			0.24	0.40	0.64	4.66	3.85	7.97	16.48	25.8	
	Fruited shoot (A)	{ Bark Wood	0.28	0.60	0.88	7.24	1.18	6.01	14.43	16.4	
			0.22	0.34	0.56	3.50	1.63	8.87	14.00	25.0	
	" (B)	{ Bark Wood	0.34	0.67	1.01	7.85	1.31	5.62	14.78	14.6	
			0.24	0.36	0.60	2.85	1.56	10.07	15.48	25.8	
42	Spring flush (Medium growth)	{ Bark Wood	0.30	0.92	1.22	6.26	1.93	4.37	12.56	10.3	1956— off year
			0.23	0.40	0.63	4.23	2.68	8.56	15.47	24.6	
	" (Weak growth)	{ Bark Wood	0.27	0.81	1.08	6.34	1.99	4.37	12.70	11.8	
			0.32	0.43	0.75	4.75	3.28	7.41	15.44	20.6	
	Fruited shoot (A)	{ Bark Wood	0.25	0.64	0.89	6.79	1.19	5.47	13.45	15.1	
			0.22	0.31	0.53	3.71	1.60	9.76	15.07	28.4	
	" (B)	{ Bark Wood	0.29	0.66	0.95	6.96	1.17	5.21	13.34	14.0	
			0.24	0.31	0.55	3.32	1.29	9.95	14.56	26.5	
93	Spring flush (Medium growth)	{ Bark Wood	0.31	0.91	1.22	8.60	1.72	5.00	15.32	12.6	1956 — off year
			0.26	0.39	0.65	4.65	2.59	8.45	15.69	24.1	
	" (Weak growth)	{ Bark Wood	0.32	0.89	1.21	8.91	1.79	4.27	14.97	12.4	
			0.31	0.44	0.75	4.80	3.36	7.89	16.05	21.4	
	Fruited shoot (A)	{ Bark Wood	0.31	0.73	1.04	8.75	1.35	5.31	15.41	14.8	
			0.24	0.30	0.54	3.24	1.78	9.59	14.61	27.1	
	" (B)	{ Bark Wood	0.21	0.75	0.96	8.95	1.33	5.29	15.57	16.2	
			0.30	0.34	0.64	4.05	1.26	9.74	14.05	22.0	

Table 8. Nitrogen and carbohydrate contents of the ringed shoot of Unshū orange trees (Sampled on Nov.12, 1958)

Date of ringing	Nitrogen			Carbohydrate						Carbohydrate /nitrogen ratio
	Soluble N	Insol. N	Total N	Reducing sugar	Non-reducing sugar	Total sugar	Starch	Polysaccharides	Total carbohydrate	
July 4	0.29	0.69	0.98	1.53	0.32	1.85	3.15	10.44	15.44	15.8
Aug. 18	0.28	0.71	0.99	1.40	0.16	1.56	3.13	9.76	14.45	14.6
Sept. 18	0.24	0.78	1.02	0.94	0.14	1.08	3.12	9.12	13.32	13.1

Table 9. Nitrogen and carbohydrate contents of defoliated shoot of Unshû orange trees (1).

Date of sampling		Date of defoliation	Nitrogen			Carbohydrate						Carbohydrate/nitrogen ratio	
			Soluble N	Insol. N	Total N	Reducing sugar	Non-reducing sugar	Total sugar	Starch	Polysaccharides	Total carbohydrate		
1956	Sept. 20	Control	0.21%	0.50%	0.71%	0.30%	1.34%	1.64%	0.87%	5.39%	7.90%	11.1	
	Oct. 15	Control	0.21	0.53	0.74	0.38	1.27	1.65	0.82	5.98	7.45	10.1	
		Sept. 20	0.24	0.63	0.87	0.37	1.10	1.47	0.76	6.03	8.26	9.5	
	Nov. 16	Control	0.22	0.58	0.80	1.15	1.38	2.53	0.91	5.63	9.07	11.3	
		Sept. 20	0.20	0.60	0.80	0.71	0.88	1.59	0.66	5.78	8.03	10.0	
		Oct. 15	0.26	0.64	0.90	0.84	0.80	1.64	0.73	5.98	8.35	9.3	
	Dec. 18	Control	0.23	0.56	0.79	2.15	1.89	4.04	1.05	4.82	9.91	12.5	
		Sept. 20	0.21	0.56	0.77	1.93	1.24	3.17	0.65	5.54	9.37	12.2	
		Oct. 15	0.21	0.57	0.78	2.04	1.42	3.46	0.66	5.29	9.41	12.1	
		Nov. 16	0.25	0.57	0.82	2.14	1.59	3.73	0.66	5.58	9.97	12.2	
	1957	Jan. 18	Control	0.23	0.62	0.85	2.30	2.57	4.87	1.37	5.99	12.23	14.4
			Sept. 20	0.23	0.62	0.85	1.99	1.48	3.47	0.32	6.14	9.93	11.7
Oct. 15			0.25	0.59	0.84	2.12	1.79	3.91	0.41	5.75	10.07	12.0	
Nov. 16			0.27	0.60	0.87	2.26	1.71	3.97	0.46	6.05	10.48	12.0	
Dec. 18			0.27	0.58	0.85	2.34	2.19	4.53	0.88	5.92	11.33	13.3	
Feb. 18		Control	0.23	0.60	0.83	1.38	2.63	4.01	2.93	6.49	13.43	16.2	
		Sept. 20	0.23	0.57	0.80	1.30	2.20	3.50	1.46	5.63	10.59	13.2	
		Oct. 15	0.22	0.60	0.82	1.42	2.18	3.60	1.58	5.17	10.35	12.6	
		Nov. 16	0.26	0.63	0.89	1.42	2.32	3.74	1.70	5.16	10.60	11.9	
		Dec. 18	0.22	0.60	0.82	1.10	2.62	3.72	2.28	5.90	11.90	14.5	
		Jan. 18	0.25	0.60	0.85	1.31	2.47	3.78	2.17	5.85	11.80	13.9	

Table 10. Nitrogen and carbohydrate contents of defoliated shoot of Unshû orange trees (2).

Date of sampling	Date of defoliation	Nitrogen			Carbohydrate						Carbohydrate/nitrogen ratio
		Soluble N	Insol. N	Total N	Reducing sugar	Non-reducing sugar	Total sugar	Starch	Polysaccharides	Total carbohydrate	
Nov. 12 1958	July 14, 1958	0.27%	0.40%	0.67%	0.82%	1.10%	1.92%	0.65%	4.26%	6.83%	10.2
	Aug. 8	0.23	0.49	0.72	0.77	1.07	1.84	0.71	5.13	7.68	10.7
	Sept. 18	0.20	0.57	0.77	0.62	0.96	1.58	0.84	5.94	8.36	10.9
Jan. 16, 1957	July 14, 1958	0.24	0.42	0.66	1.61	0.97	2.58	0.44	4.63	7.65	11.6
	Aug. 8	0.24	0.42	0.66	2.18	1.03	3.21	0.62	4.81	8.64	13.1
	Sept. 18	0.23	0.52	0.75	2.34	1.28	3.62	0.72	5.63	9.97	13.3
	Oct. 22	0.28	0.59	0.87	2.38	1.46	3.84	0.89	5.09	10.82	12.4
	Nov. 17	0.30	0.60	0.90	2.38	1.61	3.99	1.22	5.98	11.19	12.4
	Dec. 16	0.36	0.74	1.10	2.49	2.08	4.57	1.24	6.16	11.97	10.9

る関係については第3報⁽¹⁾に報告した。もちろん、着いた花が結実しなくてはならないが、まず花着きのほうが問題である。

本報においては、花の着生条件として、炭水化物と窒

素含量について調査した。花の着生はホルモンによつておこることを示唆する研究が多く、花の直接原因はホルモンにありと考えられるが、そのホルモンは葉において合成され、篩管を通つて流動することは裏付けられてい

て、炭水化合物と類似した動向をとることが多い。炭水化合物と窒素が、それ自体主要な体内要素であることは云うまでもないことで、従来アメリカにおける Sweet orange についての研究のほか、わが国における温州ミカンについての報告がないので、そうした見方からも、枝の型、調査時期によるその変化の動向を調査した。

良い結果母枝となる公算の大きい標準的な春枝は、その公算のほとんどない結果枝に比べると、でん粉含量が目立つて多く、時期的には、形態的に花芽の分化が観察される2月から3月にかけて、とくに著しい増加がみられる。

最も良好な結果母枝となるのは、不着果の春枝のうちで、5月中下旬に伸長の止まったものである。これより早く伸長の止まった弱小枝（結果枝がほとんど伸びず、直接結果母枝に花がつく様相を呈する……花母枝）には花が付き易いが、落花（果）し易く、結実歩合はきわめて低い。まれに遅くまで、すなわち6月上旬までも伸び続ける充実の悪い枝も、花母枝と同様な結果の様相を呈する。夏枝で遅伸びしない充実したものは、結果母枝となりうるが、とかく結果枝をもたないじか花が多い。

これらのものは、標準的な春枝、すなわち、5月中下旬に伸長を止め、軸太な充実した状態で、良い結果母枝となるべき枝に比べると、でん粉も窒素含量も少い（第6表）。花母枝のようなタイプの枝については、REECE⁽¹⁶⁾が、Sweet orange で、葉をもたず、“old wood”に着く花を指摘し“old wood bloom”は新梢につく花（new wood bloom）より結果率が劣るといい、old wood bloomをへらし、new wood bloomをふやすように管理して収量をふやすべきだと意見をのべている。

花の発生は、母体である枝の生理的狀態に基づくものであるが、枝の生理的狀態がその伸長停止期に密接に関連していることは、これまでとくに注意されておらなかった。DAVIS⁽⁶⁾が、着花と枝の伸長停止期の連関を考慮すべきことを指摘しているが、第6、7表の成績は両者の連関の内部的様相を解明している。窒素もでん粉も含量が多く、両者がつり合った状態にあることが、花の形成も結実も良好な枝の内的条件であるとみられる。

初めにも述べたとおり、でん粉が花芽形成の直接原因ではないが、花芽形成を起すホルモンの生成、集積が、概観的には、でん粉含量の上にあらわれるのである。MAGNESS は⁽¹⁵⁾、リンゴについてこの事実を認めている。摘葉すれば花芽が減り、でん粉が減る（第9～10表）。環状剥皮すれば花芽がふえ、でん粉がふえる（第8表）。早期の環状剥皮によつて、篩管内の流動を阻止して集積を助長すれば、前年の11月に花芽の分化を起

させることも当然可能なはずである。必要とされる生理條件が満たれることによつて花芽分化は起るはずである。通常、自然状態においては、冬の生育停止期（温州ミカン樹には、確然とした休眠期がない）の終りに、そうした生理状態になり、形態的な分化が起るということになる。

果実が着生した場合には、果実への流動が多いために、必要な生理状態が新生長部に作り出されないのである。第2報⁽¹⁰⁾に報告したように、環状剥皮を利用すればこうした果実をつけた枝にさえ花芽を再び着生させるのである。

第3報⁽¹¹⁾に、成り年の場合には、裏年の場合に比べて、同じ型の枝でも着花率がまさる事実を報告したが、こうした能力の差異は、炭水化合物と窒素含量の上には、その裏付けとなる変化を認めえなかつた。不成りの状態にあるとはいえ、材料として採取したものは良好な結果母枝であるから、その含量は当然限界のレベル以上にあるはずであり、成り年状態の場合には、各部位が広い範囲にわたつて限界レベル以上にあると解釈すべきであろう。

季節に伴う炭水化合物と窒素の動向は、CAMERON ら⁽¹⁻⁴⁾の Valencia orange などにおける成績と一致する。

窒素の動向で興味深いのは、いつの時期でも摘葉すると、その枝の次回（1か月後）の採取の窒素含量が、無処理および前々回の摘葉枝の含量と比べて高まつている事実である（第9表）。著者⁽¹⁴⁾は、リンゴの枝において、摘葉に伴ない auxin が25日間にわたつて、増し始める現象を見たが、auxin と窒素のますことが摘葉に伴ない新梢の萌発を裏付けているわけである。

V. 摘 要

1. 結実状態を異にする60年生尾張系普通温州の種々の性状の枝、および環状剥皮または摘葉を種々の時期に施した18年生辻村系普通温州の側枝につき、着花状態の変化と、炭水化合物および窒素含量との連関を時期的に追究した。

2. その結果、5月中下旬に伸長を停止した標準的な春枝では、窒素は全量と不溶態のものが、炭水化合物は全量が、12月から増加し始め、とくに翌年の1～3月には全糖、でん粉の増加が著しかった。

3. 春枝のうちで、とくに早く伸長の止まった弱小枝、遅くまで伸び続けた枝、あるいは夏秋枝では、標準的な春枝に比較して、窒素ならびに炭水化合物含量が少なかつた。

4. 結実した枝では、標準的な春枝に比べて、窒素と

でん粉含量が少なく、多糖類はむしろ多かつた。したがって、全炭水化物量は幾分多かつた。他方ででん粉含量は弱勢な春枝に比べると、でん粉含量はさらに少なかつた。

5) 環状剥皮を施すには、その時期が早いほど、窒素は少なく、炭水化物はすべてのものがふえた。ただし、可溶態窒素は多くなるが、不溶態窒素は減り、全体として減つた。

6) 摘葉は、早い時期に施すほど、糖とでん粉含量が減り、新梢の萌発率が高くなつた。ただし、摘葉処理1か月後には可溶態、不溶態の窒素がともに一時ふえるが、炭水化物にはとくに變つた動きがなく順に減つた。

引用文献

1. CAMERON, S. H and APPLEMAN, D. 1933. The distribution of total nitrogen in the orange tree. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 30: 341~348.
2. ————. 1935. Quantitative relationship between leaf, branch and root system of the Valencia orange trees. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 37: 125~126.
3. ———— and SCHROEDER, C. A. 1945. Cambial activity and starch cycle in bearing orange trees. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 46: 55~59.
4. ———— and COMPTON, O. C. 1945. Nitrogen in bearing orange trees. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 46: 60~68.
5. DAVIS, L. D. 1957. Flowering and alternate bearing. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 70: 545~556.
6. 伊東秀夫, 藤田克治. 1956. 蜜柑の枝の果芽形成能力. *農及園*. 31 (8): 81~82.
7. 伊東秀夫, 大垣智昭, 梁田容子. 1956. 果樹の隔年結果防止に関する研究 (第1報) 柿の生産力の仕組についての調査成績. *農及園*. 31 (2): 267~270.
8. 伊東秀夫, 榎園光夫. 1944. 果樹の萌芽並びに枝の伸長と養分流動蓄積との関係. *園学雑*. 13(1): 15~23.
9. 伊東秀夫, 藤田克治, 大垣智昭. 1958. 温州蜜柑の隔年結果防止に関する研究 (第1報) 花芽の分化時期について. *園学雑*. 27 (2): 94~100.
10. ————, ————, ————. 1958. ———— (第2報) 花芽の分化感応期間について. *園学雑*. 27 (4): 249~255.
11. 大垣智昭, 藤田克治, 伊東秀夫. 1963. ———— (第3報) 温州ミカン園の隔年結果状態, その収量構成ならびに結実と翌年の着果率・結果率について. *園学雑*. 32 (1): 13~19.
12. FAHMY, I. 1958. Changes in carbohydrate and nitrogen content of Souri Olive leaves in relation to alternate bearing. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 72: 252~256.
13. 岩崎藤助, 大和田厚, 井伊谷雄平. 1959. 柑橘の花芽の分化と発達に関する研究. *東海近畿農試研報(園芸)* 5: 1~76.
14. KATO, T and ITÔ, H. 1962. Physiological factors associated with the shoot growth of apple trees. *Tohoku Jour. Agr. Res.* 13 (1): 1~21.
15. MAGNESS, J. R., C. P. HARLEY, M. P. MASURE, L. A. FLETCHER and E. S. DEGMAN. 1942. Investigation on the cause and control of biennial bearing of apple trees. *U. S. D. A. Tech. Bull.* 792.
16. REECE, P. C., J. R. FURR and W. C. COOPER. 1935. Further studies of floral induction in the Haden Mango. *Amer. Jour. Bot.* 36: 85~92.