

イチジク果実中の糖度分布と糖度測定のための試料切片サンプリング法

誌名	静岡県柑橘試験場研究報告
ISSN	04886828
著者名	黒柳,栄一 安間,貞夫
発行元	静岡県柑橘試験場
巻/号	28号
掲載ページ	p. 63-68
発行年月	1999年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



イチジク果実中の糖度分布と糖度測定のための試料切片サンプリング法

黒柳栄一・安間貞夫*

Distribution of Soluble Solids in the Edible Portion and Sampling Method on Fig Fruit

Eiichi KUROYANAGI and Sadao ANMA

I 緒 言

イチジクは日園連の果樹統計によれば、1995年現在、愛知県や福岡県をはじめとして全国で1,312ha 栽培され、経済性の高い果樹として静岡県でも39ha 栽培されている。しかし、収穫期の降雨や日照不足により糖度不足などの品質低下が発生することが多く、迅速かつ正確な品質検査の必要性が高い。

品質の重要な指標の一つである果実の糖度を測定する場合、イチジク果実は果肉からの果汁の分離が難しいため、手で圧搾して果実全体から十分に果汁を搾り出すには時間がかかる。また、果汁の粘性が高いためジュースなどの利用も困難である。糖度測定を能率よく実施するためには果実の一部を小切片として切り取って測定する方法が考えられるが、この方法ではあ

らかじめ果実内の糖度分布を調べて、果実全体を代表できる部位を明らかにしておく必要がある。

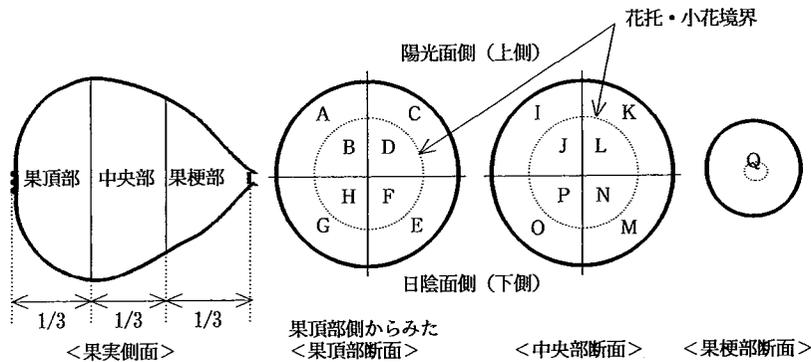
農水省果樹試験場発行の育成系統適応性検定試験・特性検定試験調査方法には、ナシ、モモ、スモモ、アズキ、ブドウ、カキなどの糖度測定法の記載はあるがイチジクについての記載はなく、その測定法を検討した報告も見当たらない。

そこで本報では、果実の一部を切り取って迅速に糖度測定を行うための簡易測定法を確立するため、果実内の糖度分布を調査し、最適な測定部位のサンプリング法を検討した。

II 材料および方法

1. 果実内糖度分布

1992年9月に落葉果樹分場に植栽された‘榊井ドー



第1図 イチジク果実の分割方法と各部位の名称

* 現在：浜松市フルーツパーク

フィン'の適熟期の果実を陽光面に印を付けて20果収穫し調査に用いた。収穫した果実はすべての果実で陽光面側が暗紫色に着色しており、日陰面側の着色はこれより劣った。

供試果実は、第1図のように果実を1/3ずつに横割りにし、結果枝に近い部分からそれぞれ果梗部、中央部、果頂部とした。次に、果頂部と中央部は陽光面側と日陰面側及び左右に分割し、それぞれについて更に花托と小花に分け、部位A~Pとした。果梗部は分割せずにQとした。

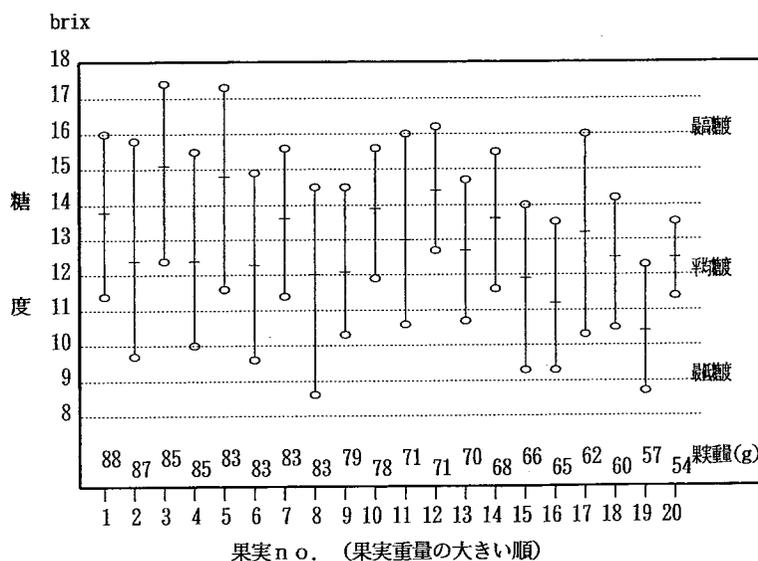
A~Qの17の部位に分割したのち、直ちに重量を測定し、ガーゼ2枚重ねて手で圧搾して十分に搾汁し、糖度を屈折糖度計(アタゴN1、Brix 0~32%)で測定した。

2. 試料切片サンプリング法

果実全体の平均糖度(以下、全体糖度と呼ぶ)は、部位A~Qの糖度の測定値と部位別重量から加重平均して算出した。次にA~Qの各部位を1~16個使って第5表に示すように88通りの組み合わせをつくり、この組み合わせ部分の糖度(以下、組み合わせ糖度と呼ぶ)を前記同様に加重平均して求めた。この組み合わせ糖度と全体糖度との関係を、糖度差及び糖度差の標準偏差について算出し、評価検討した。

III 結 果

1. 果実内糖度分布



第2図 イチジクの一果実内の糖度変異

供試した果実の重量と全体糖度を第1表に示した。果実重量は88g~54gの範囲にあり、平均は74gであった。糖度は15.1%~10.4%の範囲にあり、平均は12.9%であった。

次に、一果実内の糖度変動を第2図に示した。一果実内の糖度が最も高い部位と最も低い部位の差は、6.1%~2.1%、平均は4.1%であった。

また、一果重と全体糖度及び果実内糖度変動の関係を第2表に示した。一果重と全体糖度には有意な相関はなかったが、一果重と果実内糖度変動の関係では有意な正の相関が認められ、果重が大きいものほど糖度変動も大きい傾向があった。

第1表 供試果実の性状

	重量	糖度(全体糖)
平均	73.9 g	12.9%
最大	88.2	15.1
最小	53.9	10.4

第2表 イチジク果実の果重と糖度及び果実内糖度変動の関係 (n=20)

要因1	要因2	相関係数	有意性
一果重	全体糖度	0.415	n.s
一果重	糖度変動	0.615	**
糖度	糖度変動	0.078	n.s

***:危険率1%で有意性ありを示す

果実内の糖度分布を第3表及び第4表に示した。果頂部日陰面側の花托部分 (E、G) の糖度が最も高く、次いで果頂部日陰面側の小花部分 (F、H)、次に果頂部陽光面側の花托部分 (A、C) と中央部日陰面側の花托部分 (M、O) が高く、果梗部 (Q) が最も糖度が低かった。したがって果実内糖度分布は、果頂部 > 中央部 > 果梗部、花托部 > 小花部、日陰面側 > 陽光面側の方向に糖度の勾配が認められた。しかし、果実の右側と左側の糖度には差がなかったことから、果実の左右の区別をなくして糖度分布を示すと第3図のようになった。

第3表 イチジク果実の部位別の糖度分布と重量比率

部位	糖度 (%)	重量比率 (%)
A	13.8 abc	4.8
B	13.4 bc	6.1
C	14.0 abc	4.7
D	13.4 bc	6.0
E	14.7 a	4.5
F	14.3 ab	5.8
G	14.7 a	5.2
H	14.1 ab	6.8
I	12.9 c	4.7
J	11.2 d	4.1
K	13.1 c	4.8
L	11.4 d	4.3
M	13.8 abc	4.6
N	11.9 d	4.3
O	13.8 abc	5.1
P	11.9 d	4.8
Q	11.0 d	19.4
全体	12.9	100.0

糖度右側のアルファベットは同符号間で有意差なしを示す

第4表 イチジク果実の部位別の糖度分布

要因	糖度
(A) 果頂部	14.0
中央部	12.5
(B) 花托部	13.9
小花部	12.9
(C) 陽光面	13.0
日陰面	13.7
(D) 右側	13.4
左側	13.3
(A)	**
(B)	**
(C)	**
(D)	n.s

**：危険率1%で有意差ありを示す

2. 試料切片サンプリング法

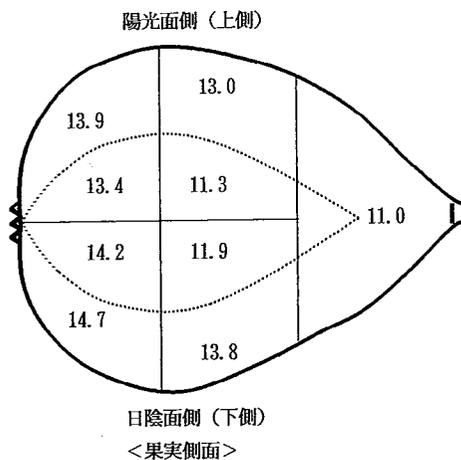
全体糖度と組合わせ糖度の差及び差の標準偏差を第5表に示した。果実中央部の各部位 (I, J, K, L, M, N, O, P) を使った組合わせ糖度と全体糖度との差が小さい傾向であり、差が小さい組合わせは no.9 (I)、no.11 (K)、no.24 (M+N)、no.25 (O+P)、no.34 (I+K)、no.64 (M+N+O+P)、no.70 (A+B+I+J)、no.71 (C+D+K+L)、no.80 (A+B+C+D+I+J+K+L)、no.87 (B+D+F+H+J+L+N+P) などであった。

また、全体糖度と組合わせ糖度の差の標準偏差は、組合わせた部位数が多いものほど小さく、少ないものは大きい傾向であり、標準偏差が小さい組合わせは no.88 (A+B+C+D+E+F+G+H+I+J+K+L+M+N+O+P : 果頂部+中央部)、no.79 (I+J+K+L+M+N+O+P : 中央部)、no.69 (K+L+O+P)、no.85 (C+D+G+H+K+L+O+P)、no.64 (M+N+O+P)、no.80 (A+B+C+D+I+J+K+L)、no.74 (A+C+E+G)、no.25 (O+P)、no.84 (A+B+E+F+I+J+M+N)、no.78 (A+B+C+D+E+F+G+H : 果頂部) などであった。

IV 考 察

1. 果実内糖度分布

果実内の糖度分布については、カンキツ (Ting, 1969; 白石, 1970)、ニホンナシ (梶浦ら, 1979) など、



第3図 イチジク果実の部位別糖度

第 5 表 イチジク果実の各部位の組合わせ及び全体糖度と組合わせ糖度の差、差の標準偏差

no.	組合部位	糖度差	差の標準偏差	no.	組合部位	糖度差	差の標準偏差
1	A	0.9	0.89	45	DH	0.9	0.67
2	B	0.5	1.04	46	IM	0.5	0.63
3	C	1.1	0.81	47	JN	-1.4	0.48
4	D	0.4	1.05	48	KO	0.6	0.41
5	E	1.9	0.53	49	LP	-1.2	0.40
6	F	1.4	0.71	50	AI	0.5	0.84
7	G	1.8	0.59	51	BJ	-0.4	0.86
8	H	1.2	0.94	52	CK	0.6	0.70
9	I	0.0① z	0.86	53	DL	-0.4	0.88
10	J	-1.7	0.86	54	EM	1.4	0.59
11	K	0.2⑩	0.67	55	FN	0.4	0.53
12	L	-1.5	0.78	56	GO	1.3	0.50
13	M	0.9	0.69	57	HP	0.3	0.60
14	N	-1.0	0.50	58	ABCD	0.7	0.43
15	O	0.9	0.56	59	CDEF	1.2	0.53
16	P	-1.0	0.37	60	EFGH	1.5	0.54
17	Q	-1.9	0.40	61	ABGH	1.1	0.65
18	AB	0.7	0.90	62	IJKL	-0.7	0.35
19	CD	0.8	0.88	63	KLMN	-0.3	0.40
20	EF	1.6	0.52	64	MNOP	0.0①	0.29⑤
21	GH	1.5	0.74	65	IJOP	-0.4	0.40
22	IJ	-0.8	0.77	66	ABEF	1.1	0.47
23	KL	-0.6	0.67	67	CDGH	1.1	0.45
24	MN	0.0①	0.43	68	IJMN	-0.4	0.39
25	OP	0.0①	0.32⑦ y	69	KLOP	-0.3	0.25③
26	AC	1.0	0.48	70	ABIJ	0.0①	0.77
27	BD	0.5	0.63	71	CDKL	0.1⑦	0.73
28	CE	1.5	0.50	72	EFMN	0.9	0.41
29	DF	0.9	0.73	73	GHOP	0.8	0.46
30	EG	1.8	0.45	74	ACEG	1.4	0.32⑦
31	FH	1.3	0.75	75	BDFH	0.9	0.58
32	AG	1.4	0.59	76	IKMO	0.5	0.44
33	BH	0.9	0.83	77	JLNP	-1.3	0.35
34	IK	0.1⑦	0.48	78	ABCDEFGH	1.1	0.34⑩
35	JL	-1.6	0.50	79	IJKLMNOP	-0.3	0.18②
36	KM	0.6	0.54	80	ABCDIJKL	0.1⑦	0.31⑥
37	LN	-1.3	0.55	81	CDEFKLMN	0.5	0.41
38	MO	0.9	0.55	82	EFGHMNOP	0.8	0.34⑩
39	NP	-1.0	0.35	83	ABGHIJOP	0.4	0.45
40	IO	0.5	0.59	84	ABEFIJMN	0.4	0.33⑨
41	JP	-1.3	0.49	85	CDGHKLOP	0.5	0.27④
42	AE	1.4	0.52	86	ACEGIKMO	1.0	0.35
43	BF	0.9	0.65	87	BDFHJLNP	0.0①	0.37
44	CG	1.5	0.35	88	ABCDEFGHJKLMNPO	0.5	0.12①

z : 糖度差の絶対値が小さいものからの順位 (上位10)

y : 差の標準偏差が小さいものからの順位 (上位10)

多くの果樹で調査されている。Ting(1969)によればカンキツ果実では周辺部から中心部に向かって糖度が低下し、果梗部から果頂部に向かって糖度が高まるとしている。また、梶浦ら(1979)はニホンナシについて果実内糖度分布を詳細に調べ、果心部から果皮に向かって糖度が高くなり、果梗側に比べて花落ち側の糖度が高いとしている。いずれの場合も、果心に近い部分より果皮近くの外周部の糖度が高く、果梗に近い部分より果頂部の糖度が高いことを報告している。

イチジク果実は偽果であり、可食部は中心部の小花と外周部の花托に分けられ、果実は異なる器官で構成されているため、糖度分布には部位により大きな差があることが予想される。イチジク果実を17の部位に分けて糖度を調査した結果、一果実内での糖度が最も高い部位と最も低い部位の差は、最大で6.1%、最小で2.1%、平均で4.1%あり、カンキツやナシに比べてイチジクでは著しく大きかった。この傾向は、果実重が大きいほど顕著であり、大きい果実ほど測定する部位による糖度のバラツキが大きかった。したがって、イチジク果実の糖度測定を行う場合、測定部位を統一しないと測定値の比較、評価が難しいものと考えられた。

次に、部位別の糖度分布をみると、果梗部よりも中央部、中央部よりも果頂部の糖度が高く、中心部の小花よりも周辺部の花托の糖度が高かった。平井(1966)は、イチジク果実の糖度を花托と小花に分けて調査した結果、成熟期には小花の糖度が花托より高いことを認めている。これは本調査の結果と反するが、平井は果実全体を花托と小花に分けたのに対し、本調査では大部分が花托で構成されていて糖度が低い花梗部を除いて、果頂部と中央部のみについて花托と小花の糖度を比較しているため、花托部の糖度が高くなったものと思われる。したがって、果頂部と中央部においては小花より花托の糖度が高いものといえる。

このことから、イチジク果実の糖度分布は、カンキツやナシの糖度分布と同じく果梗部から果頂部へ及び中心部から外周部へと糖度が上昇する勾配があるものと考えられた。

また、イチジク果実は結果枝から横向きに着生する場合が多いことから、果実に上側の陽光面と下側の日陰面ができる。そこで、陽光面側と日陰面側の糖度を比べると、陽光面側よりも日陰面側が高かった。一般にイチジク果実の陽光面側は日陰面側に比べ着色が良

好である場合が多く、本調査で供試したすべての果実についても上側の陽光面の着色がよかった。しかし、着色のよい陽光面側の糖度が低かった原因については不明であった。

一方、白石(1970)はカンキツ果実において南面側のじょうのうの糖度が北面側のじょうのうの糖度より低いことを認め、梶浦ら(1979)はナシ「新世紀」において逆に南に面した部位の糖度が北に面した部位より高いことを認めている。本調査では供試果実の着生方向(果頂部の向く方位)については無作為としたため、方位による果実内糖度分布への影響は検討していない。果実の左右にも方位による区別はないため、果実右側と左側の糖度にも差が認められなかったものと考えられた。

2. 試料切片サンプリング法

イチジク果実の糖度を測定する場合、果実をガーゼで包み、手で圧搾して搾汁することが多い。しかし、この方法では果実全体を搾汁するのに時間がかかり能率的ではない。そこで、果実の一部を切り取って搾汁する必要があるが、これには果実内の糖度分布を考慮して測定部位を選定することが重要である。そして、最適な測定部位の条件としては、①全体糖度に近いこと、②切片が小さく搾汁が容易で、サンプリングもしやすいことが必要である。この条件を満たす部位の検討を行い、搾汁の効率化と測定精度の向上を目指した。

全体糖度に近い部位の選定には、全体糖度と組み合わせ糖度との糖度差及び差の標準偏差の各指標を用いた。糖度差が小さく、糖度差の標準偏差が小さい組み合わせは、組み合わせる部位の数が多いものであったが、これではサンプリング部位が小さくならず、果実全体を搾汁するのに比べて顕著な効率化は期待できない。

そこで、切片が小さく、サンプリングがしやすいという条件を加えて選定すると、果実中央部の輪切りの日陰面側半分(組み合わせno.64: M+N+O+P)が適当であると思われる。しかし、収穫時に日陰面側に印を付すことは実際的ではないと思われるが、日陰面は一般に陽光面側に比べ着色が劣る場合が多いので、切片をサンプリングする時は着色の劣る側の半分を切り取るとよいと考えられる。

そして、この部分は果実全体の重量のおよそ20%に当たることから、搾汁に要する時間も20%程度に短縮されるものと思われる。また、果実を切断する動作は

3回と少なく、サンプリングも簡便である。

また、この方法で切片をサンプリングし糖度を測定した場合、全体糖度は95%の信頼限界で測定値 $\pm 0.6\%$ の範囲内にあるものと思われる。

V 摘 要

イチジク果実内の糖度分布を調査して、糖度測定の効率化と精度向上を検討した。

1. 一果実内での、糖度が最も高い部位と最も低い部位の差は、最大で6.1%、最小で2.1%、平均で4.1%もあり、糖度測定にあたっては部位を統一しないと正確な比較、評価ができないものと思われた。
2. 部位別の糖度は、果頂部日陰面側の花托部分の糖度が最も高く、次いで果頂部日陰面側の小花部分、次に果頂部陽光面側の花托部分と中央部日陰面側の花托部分が高く、果梗部の糖度が最も低かった。つまり、果頂部>中央部>果梗部、花托>小花、日陰面側>陽光面側の方向に糖度の勾配が認められた。

3. 糖度測定の精度を高くするには果実全体を搾汁することが望ましいが、効率的に測定するために果実の一部で代表させる場合、果実を横に三等分した中央部の輪切りの日陰面側半分を搾汁し測定するのが適当である。

引用文献

1. 平井重三. 1966. イチジク果実の発育に関する研究. 大阪府立大学紀要. 18: 169-218.
2. 梶浦一郎ら. 1979. ニホンナシ果実中の糖度分布と試料切片の果実からのサンプリング法. 果樹試報 A: 1-14.
3. 白石利雄. 1970. ミカン果実の糖酸分布と搾汁法による分析誤差の関係について. 昭和45年度園芸学会春季大会研究発表要旨: 40-41.
4. Ting.S.V. 1969. Distribution of Soluble Components and Quality Factors in the Edible Portion of Citrus Fruits. J.Amer.Hort.Sci.94: 515-519.

Distribution of Soluble Solids in the Edible Portion and Sampling Method on Fig Fruit

Eiichi KUROYANAGI and Sadao ANMA

summary

It seems there are differences in sweetness between portions in a fig fruit. Therefore, to determine the sampling method to estimate the concentration of soluble solids as a whole fruit efficiently but accurately, its distribution in fruits were examined.

1. The concentrations of soluble solids gradually increased from the stem end to the fruit apex, and also from inside to outside of the fruit, and concentration of soluble solids was higher at the lower part (shady side) than at the upper part(sunny side).
2. As the sampling method, cutting out the lower part (shady side) of round slice at the equator of fruits is considered appropriate.