はち蜜の水分の測定法について

慶田 雅 洋^{*1} 白鳥つや子^{*2} 川 城 巖^{*1}

On the Determination of Water Content in Honey

Masahiro IWAIDA^{*1}, Tsuyako SHIROTORI^{*2} and Iwao KAWASHIRO^{*1}

(^{*1} National Institute of Hygienic Sciences: 1-18-1, Kamiyoga, Setagaya-ku, Tokyo;

^{*2} Tokyo College of Domestic Sciences: 1-chome, Kaga, Itabashi-ku, Tokyo)

まえがき

はち蜜の水分の測定法としては A. O. A. C. 公定法¹⁾には減圧乾燥法(温度70°以下, 50 mmHg 以下の減圧), および屈折計を使用する方法が定められている。後者は, はち蜜の屈折率から1を引いたものは固形分と直線関係を有するという性質を利用したものであって, Chataway²⁾, Eckert および Allinger³⁾ および Torrent⁴⁾ によって屈折率と水分の換算表が提出されている。A. O. A. C.¹⁾ は Chataway²⁾ の表を採用している。Wedmore⁵⁾ はこれらの成績について 詳細に検討した結果, とくに水分の低いものおよび高いものでは測定例が少なく, Chataway の表などの結果と必ずしも一致しないことを認めて, 新たに改訂表を作製した。この場合の水分の計算は次式による(ただし R. I.: 20°における屈折率)。

$$\text{水分(\%)} = \{1.73190 - \log(R. I. - 1)\} / 0.00243$$

FAO/WHO によるはち蜜の暫定規格⁶⁾はこの Wedmore の表を水分の算出法として採用している。

わが国では, はち蜜の水分に関しては, 規格化されておらず, したがってその測定法についてもとくに定められていない。しかしながら近年食品としてのはち蜜の消費が急激に増加している現状にかんがみて, はち蜜の水分の統一的測定法を定めることが必要であると考え。よってここではわが国の市販のはち蜜および採取はち蜜について減圧乾燥法および屈折率法によって水分を測定し

比較検討した結果について報告する。

試料および実験方法

1. 試料: 昭和42年末に東京都区内で購入した市販のはち蜜29種類および採取はち蜜3種類を使用した。密閉容器中ののはち蜜を40°の温湯に浸漬し, 完全に融解したのちに冷却し十分に振り混ぜたのちに試料を採取する。

2. 水分の測定方法

a 減圧乾燥法: アルミニウム製のふた付き秤量管に海砂2号を15g はかり取り, 恒量としたのちにはち蜜を約1.5g 採取し, 正確に秤量したのちに60°, 10 mmHg の条件で恒量になるまで乾燥して水分を求めた。

b 屈折率法: アダゴ製作所製アッペ屈折計(光源装置内蔵型)を使用して20°で測定し, Wedmore の表(第1表)により, 比例計算により小数第2位まで求めた。

c 統計処理: 相関係数標準偏差および温度補正係数はそれぞれ下記の式によって算出した。

(i) 減圧乾燥法および屈折率法による水分の相関係数

$$r = \frac{\sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i / N}{\sqrt{\left\{ \sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{N} \right\} \left\{ \sum y_i^2 - \frac{(\sum y_i)^2}{N} \right\}}}$$

ただし r : 相関係数, x_i : 減圧乾燥法による水分(%), y_i : 屈折率法による水分(%), N : 試料数

(ii) 回帰からの標準偏差

$$s = \sqrt{\frac{\left\{ 1 - \frac{\sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i / N}{\sqrt{\left\{ \sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{N} \right\} \left\{ \sum y_i^2 - \frac{(\sum y_i)^2}{N} \right\}}} \right\}^2 \left\{ \sum y_i^2 - \frac{(\sum y_i)^2}{N} \right\}}{N-2}} \quad \text{ただし}$$

s : 回帰からの標準偏差(%)

^{*1} 国立衛生試験所: 東京都世田谷区上用賀 1-18-1

^{*2} 東京家政大学: 東京都板橋区加賀 1 丁目

第1表 Wedmore の水分算定表

屈折率 (20°)	水分 (%)	屈折率 (20°)	水分 (%)	屈折率 (20°)	水分 (%)
1.5044	13.0	1.4951	16.6	1.4860	20.2
1.5038	13.2	1.4946	16.8	1.4855	20.4
1.5033	13.4	1.4940	17.0	1.4850	20.6
1.5028	13.6	1.4935	17.2	1.4845	20.8
1.5023	13.8	1.4930	17.4	1.4840	21.0
1.5018	14.0	1.4925	17.6	1.4835	21.2
1.5012	14.2	1.4920	17.8	1.4830	21.4
1.5007	14.4	1.4915	18.0	1.4825	21.6
1.5002	14.6	1.4910	18.2	1.4820	21.8
1.4997	14.8	1.4905	18.4	1.4815	22.0
1.4992	15.0	1.4900	18.6	ここに の応 じて はて 必作 要成	22.2
1.4987	15.2	1.4895	18.8		22.4
1.4982	15.4	1.4890	19.0		22.6
1.4976	15.6	1.4885	19.2		22.8
1.4971	15.8	1.4880	19.4		23.0
1.4966	16.0	1.4875	19.6		23.2
1.4961	16.2	1.4870	19.8		23.4
1.4956	16.4	1.4865	20.0		23.6

注：20°以上で測定する場合には1°について0.00023を加える

20°以下で測定する場合には1°について0.00023を減ずる

(iii) 差の標準偏差

$$\sigma_{yx} = \sqrt{\frac{\sum (y_i - x_i)^2 - \frac{(\sum y_i - x_i)^2}{N}}{N-2}}$$

ただし σ_{yx} ：屈折率法と減圧乾燥による水分の差の標準偏差(%)

(iv) 温度補正係数

$$a = \frac{\sum x_n y_n - \frac{\sum x_n \sum y_n}{N}}{\sum x_n^2 - \frac{(\sum x_n)^2}{N}}$$

ただし x_n ：20, 22, 24, ……., 38および40°

y_n ： x_n における屈折率

実験成績

市販はち蜜29種類および採取はち蜜3種類について水分を測定した結果は第2表に示す通りである。水分の範囲は減圧乾燥法では14.79~20.04%, 屈折率法では17.04~21.56%の値が得られた。ここで注目すべきことは全般的に屈折率法の方が減圧乾燥法よりも高い値が得られており、その差は平均1.83%, 多いものになると(市販はち蜜 No. 6) 4%以上にも達することが認められる。これを統計処理した結果は両法による水分の相関係

第2表 減圧乾燥法および屈折率法によるはち蜜の水分の測定成績

試料	A. 減圧 乾燥法 (%)	B. 屈折 率法 (%)	BとAの差 (%)
市販はち蜜 No. 1	18.27	19.68	1.41
" No. 2	17.47	18.64	1.17
" No. 3	16.59	17.88	1.29
" No. 4	17.53	19.00	1.47
" No. 5	16.93	18.00	1.07
" No. 6	15.80	19.88	4.08
" No. 7	16.17	17.44	1.27
" No. 8	18.01	19.76	1.75
" No. 9	17.67	19.44	1.77
" No. 10	15.65	19.32	3.67
" No. 11	16.69	18.24	1.55
" No. 12	15.85	17.32	1.47
" No. 13	15.72	17.40	1.68
" No. 14	17.26	18.88	1.62
" No. 15	16.68	18.48	1.80
" No. 16	17.40	18.24	0.84
" No. 17	18.43	21.08	2.65
" No. 18	15.93	17.84	1.91
" No. 19	16.92	19.16	2.24
" No. 20	16.37	17.44	1.07
" No. 21	17.57	19.04	1.47
" No. 22	19.37	19.92	0.55
" No. 23	17.02	19.04	2.02
" No. 24	20.04	21.56	1.52
" No. 25	17.85	20.96	3.11
" No. 26	18.33	19.20	0.87
" No. 27	19.43	19.88	0.45
" No. 28	14.79	17.04	2.25
" No. 29	15.48	19.00	3.52
採取はち蜜 No. 1	17.41	20.24	2.83
" No. 2	15.84	17.40	1.56
" No. 3	15.47	18.00	2.53
市販品等 32種の平均値	17.06	18.89	1.83

数0.7479, 回帰からの標準偏差0.79%, 差の標準偏差0.85%であった。なお、日本薬局方注解⁷⁾によれば局方ハチミツの水分は10~12%と示されているが市販および採取はち蜜の測定結果ではそのように水分の低いものは認められなかった。つぎに屈折率法における温度補正係数の妥当性を調べるために20~40°の間で2度間隔で測定し、温度と屈折率の回帰式を求め、そのかたむきを第3表にまとめて示した。20°未満の温度補正係数の検討ははち蜜が凝固して正確に屈折率を測定できない場合が多いので省略した。本表より温度補正係数の実測値は採

第3表 実測値より求めた温度補正係数

種 類	温 度 補正係数	種 類	温 度 補正係数
市 販 はち蜜 No. 1	0.00020	市 販 はち蜜 No. 17	0.00020
” No. 2	0.00020	” No. 18	0.00023
” No. 3	0.00023	” No. 19	0.00021
” No. 4	0.00019	” No. 20	0.00020
” No. 5	0.00019	” No. 21	0.00022
” No. 6	0.00019	” No. 22	0.00022
” No. 7	0.00022	” No. 23	0.00022
” No. 8	0.00018	” No. 24	0.00018
” No. 9	0.00025	” No. 25	0.00022
” No. 10	0.00017	” No. 26	0.00014
” No. 11	0.00021	” No. 27	0.00018
” No. 12	0.00026	” No. 28	0.00018
” No. 13	0.00020	” No. 29	0.00017
” No. 14	0.00020	採 取 はち蜜 No. 1	0.00021
” No. 15	0.00023	” No. 2	0.00021
” No. 16	0.00024	” No. 3	0.00022

注：20～40°，2°間隔で測定

取はち蜜は0.00021～0.00022であって，Wedmore によって示された値とほとんど差はないが，市販はち蜜では0.00014～0.00026の範囲に変動することが認められる。Wedmore の示した値0.00023との最大差は0.00009であり，これは10°の温度差で約0.2%の水分の差に相当する。

考察ならびに結論

市販はち蜜29種および直接養蜂家において採取したはち蜜3種類を使用して減圧乾燥法および屈折率法により水分を求めた結果について比較した。その結果は，一般

に減圧乾燥法は屈折率法にくらべて高い値を示し，両者の相関係数は0.7479，差の標準偏差は0.85%であった。減圧乾燥法の方がこのように低い値を得られる理由としては，乾燥の途中で表面に皮膜が形成され，内部に包含された水分が完全に飛散できないためではないかとも推定される。減圧乾燥法と屈折率法といずれがすぐれているかを一概に断定することはできないが，FAO/WHO 暫定規格⁶⁾では屈折率法によって測定した値をもって水分と定めているので，その意味からいえばわが国の国内検査も屈折率法に統一しておく方が望ましいといえることができる。なお FAO/WHO 暫定規格⁶⁾では，水分はヒースはち蜜 (heather honey) および クローバー はち蜜 (clover honey) では23%以下，その他のはち蜜では21%以下と定められており，この点わが国のはち蜜は水分に関しては規格に示された範囲内であることが認められた。

文 献

- 1) Association of Official Agricultural Chemists: "Official Methods of Analysis of A. O. A. C." 10th ed p. 504 (1965).
- 2) H. D. Chataway: Canad. J. Res. **6**, 540 (1932).
- 3) J. E. Eckert, H. W. Allinger: Bull. Univ. Calif. Agr. Exp. Sta. No. 631 (1939).
- 4) J. A. Torrent: Rev. Asoc. Bioquim. Argent. **14**, 1 (1949).
- 5) E. B. Wedmore: Bee World **36**, 197 (1955).
- 6) 慶田雅洋，白鳥つや子，川城 巖：食衛誌. **9**, 502 (1968).
- 7) 日本公定書協会：“第七改正日本薬局方第二部解説書” p. 420 (1967) 広川書店。