

パン酵母内外水分の定量に関する研究

誌名	食糧研究所研究報告 = Report of the Food Research Institute
ISSN	03710653
著者	佐藤, 友太郎 加藤, 清昭 小柳, 妙子 木村, 一子
巻/号	18号
掲載ページ	p. 100-104
発行年月	1964年3月

パン酵母内外水分の定量に関する研究

佐藤友太郎・加藤清昭・小柳妙子・木村一子

緒言

微生物の細胞に関連する水分は、細胞内水分と細胞外(外)水分の2つに大別できる。そして細胞内水分の中で更に結合水と遊離水(自由水)の2つに分けられる。これらの水分については生化学的な重要性のため、その定量法なり、意義なりについて多くの研究がある。しかし一方の細胞外水分については、生化学的にも生理学的にも問題にならないためあまり文献はない。圧搾パン酵母の場合にはプレスした生菌体をそのまま提供するので、たまたま細胞外水分が問題になる。たとえば細胞外水分の多少は製品歩留に影響を与えるとともに、製品の物理的性質にも大きな影響を与えるのである。ことにパン酵母製造の自動化の一連の工程として Filter press の代りに Dehydrator (連続脱水装置)が導入されようとしているとき、一層この細胞外水分が重要度をまして来たのである。

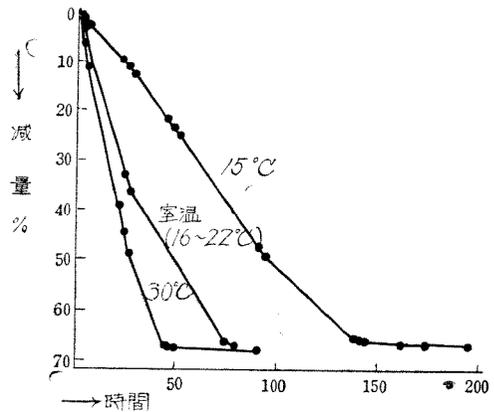
細胞間水分の定量については、すでに J. White の報文¹⁾があり、わが国では森川ら²⁾の発表もあるが、これらに採用されているペプトン法や粘度法はその再現性その他に若干の疑問があり、信頼性に欠けるところがあるので、これらに代る何か良い方法がないかと考え本研究に着手した。

実験ならびに考察

1. 乾燥法による検討

細胞内水分と細胞外水分を比較するとき、後者の方が自由度が高いと考えられるので、少量のエネルギーによって簡単に蒸発するものと考えられる。そこで普通の手段で乾燥するとき、細胞外水分の蒸発速度と内水分のそれとは当然異なるであろうから、減量曲線にへん曲点がみられるのではないかと考えた。もしそうならばこの点から細胞外水分が測定できるのではないかと考えた。しかし100°Cの高温では、減量速度が高く微妙な変化をつかむことは不可能である。そこで30°C、20°C、1.5°Cにおいてそれぞれ放置し、水分の減少具合を観察した。その結果をまとめると第1図となる。

予期したようなへん曲点的なものはどの場合にも見当らない。このような方法では、内外水分とも同じ挙動を



第1図 パン酵母貯蔵中における水分の減量

示すものと考えられる。

2. 平衡水分の検討

次に細胞外水分に差があるとすれば、一定の湿度の中に放置した場合に平衡水分に達したときの水分に差ができるはずである。そこで平衡水分を知ることによって細胞外水分について何か情報が得られないかと考えた。

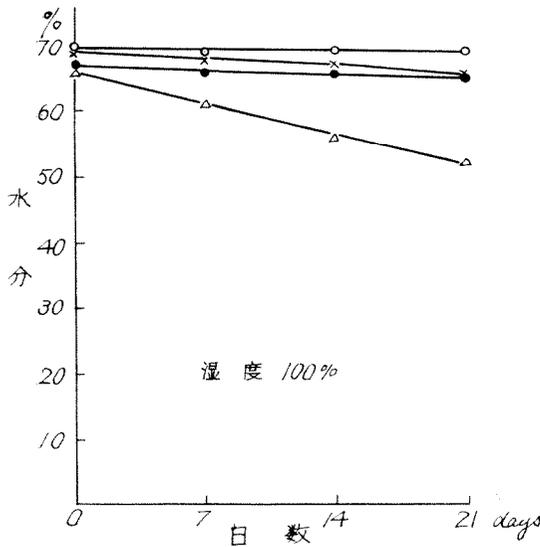
そこで、関係湿度 100, 92.5, 75.7% のデシケーター中にパン酵母を放置(10°C)して水分の変化を検討した。その結果は第2~4図のとおりである。

保存温度が高いと酵母の生体作用が行なわれ、水分以外の成分の減少が行なわれ真の値を求めることが困難と考えられるので10°Cに放置した。そのためか水分の減少割合が低く長期間かかることになる。そうなると雑菌汚染をみるようになったため、平衡水分に達するまで試験をつづけることが不可能であった。しかし1.の乾燥方法によってはみられなかった微妙な水分の変化をみることができた。そして湿度75.7%のカーブにおいてへん曲点らしいものが認められるようであるが、日数がかかるとともに、正確な数字をつかむことは非常に困難である。しかし Dehydrator 処理のものが特殊なカーブを画き、水分構成が異常であることが認められた。

要するに1, 2, から乾燥方法によっては細胞内外水分の測定の手掛りを掴むことはできなかった。

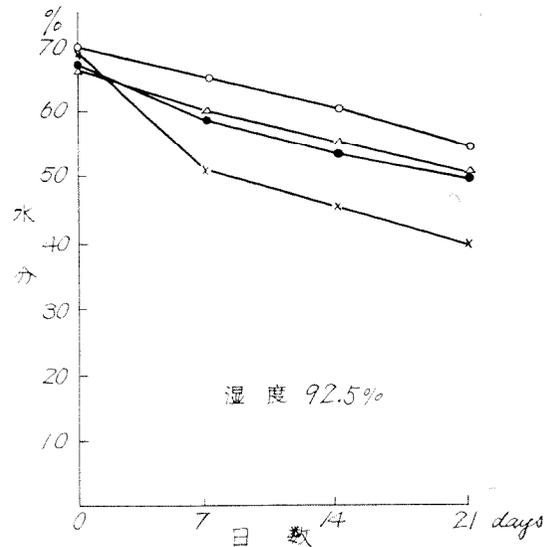
3. ペプトン法の検討

次に J. White のペプトン法の再検討を行なった。J. White の方法によって、普通の Filter press 使用酵



第2図 一定湿度、温度に貯蔵の際の水分変化

(a) 湿度 100% 温度 10°C
 ○ Filter press ● Dehydrator
 × Dehydrator △ Dehydrator
 (1% NaCl 処理) (5% NaCl 処理)



第3図 一定湿度、温度に貯蔵の際の水分変化

(b) 湿度 92.5% 温度 10°C

第1表 ペプトン法による細胞内外水分の定量

試料	全水分 T %	細胞外水分 E %	細胞内水分 I %	細胞真水分 M %
Filter press 酵母	66.8	18.0	48.8	59.5
Dehydrator 酵母	69.6	33.3	36.3	54.4
Mautner 応用酵母 (1% NaCl)	68.7	26.7	42.0	57.3
〃 (5% NaCl)	67.7	11.7	56.0	63.4

母, Dehydrator 酵母, Mautner (食塩水処理) 応用酵母の細胞内外水分を測定したところ次の結果を得た。

この方法によると外水分が非常に大きな変動があり, Dehydrator 酵母が内水分が異常に少なくなるのも奇異である。

それから今

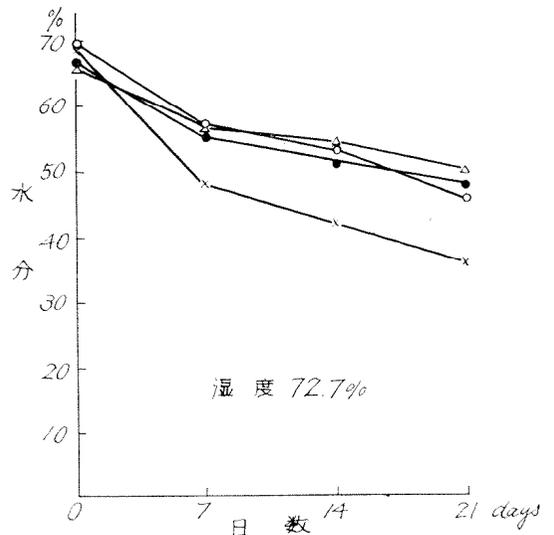
$$\text{酵母細胞真水分} M = \frac{I}{(100 - T) + I}$$

の式からMを計算すると第1表の最右欄のとおりであるが、これによると、Filter press による酵母の方が Dehydrator 酵母より水分が多くなり常識からいってもおかしい結果である。

以上の点からみてペプトン法にはなお疑問の点があるように思われる。

4. 食塩溶液を使用する新しい定量法

ペプトン法の原理である稀釈法に採用する物質として



第4図 一定の湿度、温度に貯蔵の際の水分変化

(c) 湿度 72.7% 温度 10°C

ペプトンが妥当でなかったことになる。Conway⁹⁾ は C₁ イオンは酵母の細胞壁を通過しないという。この現象を利用すればペプトンの代りに NaCl を利用しようのではないかと考えた。このとき問題になるのは、食塩溶液による浸透圧と食塩毒の影響である。

パン酵母 150g をとり、これに一定濃度の食塩溶液 100 ml を加えて yeast cream を作り、5 分間放置後吸引濾過する。この濾液 10ml をとり Mohr 法によって Cl を定量する。滴定値を x ml とする。

別に酵母 150g をとり、これに 100ml の蒸留水を加え前と同じように処理した滷液 10ml の滴定値 y ml
次に使用した食塩溶液 10ml の滴定値 z ml とすれば

$$100 \times z = (x - y) \times \left(100 + 150 \times \frac{E}{100}\right)$$

(E は細胞外水分)

$$\text{これから } E = \frac{1}{1.5} \left\{ \frac{100z}{x - y} - 100 \right\}$$

しかし $y \neq 0$ であるから

$$E = \frac{100}{1.5} \times \frac{z - x}{x} \quad \text{とかんたんになる。}$$

この方法によって細胞外水分の測定を検討を行なってみることにした。

4.1. 食塩濃度の影響

食塩濃度を 0.1~1.0% にわたって変化させたとき測定値は次のごとく変化する。

第 2 表 食塩濃度の影響

食 塩 濃 度 %	細胞外水分値 %	
	酵 母 A	酵 母 B
0.1	0.8	1.1
0.2	5.3	2.0
0.5	13.5	5.1
1.0	17.5	9.5

食塩濃度が低い方が、細胞外水分値は低く、高い方が滲透圧の関係で細胞内部から水分が細胞外へ滲出されてくるので水分値が高くなって来る。したがって食塩法では食塩濃度の決定がきわめて微妙となる。パン酵母の滲透圧と等張な食塩溶液を使用すれば正しい値が期待できる。

4.2. 等張食塩溶液を用いて定量法の検討

Montgomery & White¹⁾ はパン酵母の滲透圧は 0.25% 食塩溶液の滲透圧よりすこし下であると述べている。そこで J. White がペプトン法で実施したように、0.2% 食塩溶液を酵母に加えて一夜放置して等張にしたのち、滷過した食塩溶液を用いて外水分の定量を行なった。なお同時に酵母と食塩溶液との量的関係について検討を行なった。

第 3 表 等張食塩溶液による定量

酵 母 量 g	細胞外水分 %	
	酵 母 A	酵 母 B
100	3.0	13.7
150	3.1	12.3
200	3.5	9.1

(注) 食塩溶液 100ml 使用

これとみると酵母に対してあまり食塩溶液の量が少ないと好ましくないので、酵母 150g に対して少なくとも 100ml を必要とすると考えられる。

しかし常に一夜放置することは非常に不便なので、この方法と 0.2% そのままの方法を比較したところ、ほとんど差を認めなかった(データ略)ので、今後は 0.2% 食塩溶液を酵母 150g に対し 100ml 使用することとした。

4.3. 添加した水分の回収率試験

この方法が正しいか否かを判断する一つの手段として外部から水分を添加した場合に、それが外部水分として正確に回収されるか否かが問題である。そこで酵母 135g をとり、これに適宜水を加えてこねたのち、上法によって細胞外水分を定量したところ第 4 表のごとき結果を得た。100% ではないが、かなりそれに近い回収率が得られた。

第 4 表 食塩法による添加水分の回収率試験

酵母量 g	添加水量 ml	細胞外水分 %	細胞外水分量 ml	回収率 %
135	0	11.49	15.51	—
135	7	15.64	22.21	96.0
135	15	21.72	32.58	113.4

5. 食塩法による各種の検討

この新しく設定した方法によって種々の検討を行なった。

5.1. 市販パン酵母の細胞内外水分

市販パン酵母 7 銘柄について測定した結果は第 5 表のとおりである。

第 5 表 市販パン酵母の細胞内外水分

銘 柄	全水分 %	細胞外水分 %	細胞内水分 %	細胞真水分 %
A	68.27	9.3	59.0	65.5
B	68.18	15.1	53.1	61.8
C	67.53	8.3	59.2	62.5
D	66.45	12.3	54.2	61.0
E	66.20	5.5	60.7	64.6
F	64.84	12.8	52.0	59.6
G	64.24	8.2	56.0	61.0

全水分が多くとも、外水分の少ないもの、また反対のものなど種々あり、また真水分についても同様な傾向がみられる。真水分については今後性能の点からみて重視すべきであろう。これまで全水分と性能との相関について検討してきたが、正確には真水分を基にして検討すべ

きものであろう。

5.2. ペプトン法との比較

次にペプトン法との比較を、Filter press, Dehydrator Dehydrator—Mautner のそれぞれの酵母について行なった。結果は第6表のとおりである。

第6表 ペプトン法と食塩法との比較

	全水分	細胞外水分	細胞内水分	細胞真水分
	%	%	%	%
Peptone 法				
Filter press	66.8	18.0	48.8	59.5
Dehydrator	69.6	33.3	35.3	54.4
" 1%食塩処理	68.7	26.7	42.0	57.3
" 5%食塩処理	67.7	11.7	56.0	63.4
0.2% NaCl 法				
Filter press	66.8	12.6	54.2	62.0
Dehydrator	69.6	19.7	49.9	62.1
" 1%食塩処理	68.7	22.4	45.3	59.7
" 5%食塩処理	67.7	16.6	51.1	61.3

前にも述べたように、ペプトン法では、外水分の変化が非常に烈しく現われてくる。すなわち11.7~33.3%にあるが、食塩法では12.6~22.4%、の範囲である。また Dehydrator による酵母が外水分の多いことは当然であるが、細胞内水分が少なくなっていることは、納得のいかないことで、ペプトン法には何か大きな欠点があるように思われる。食塩法ではこのような矛盾はない。

5.3. パン酵母貯蔵中の変化

第7表に示すような変化をたどった。細胞外水分が次第に減少していくことが明らかになっている。更に真水分の方はほとんど変化がないが、これは当然のことと思われる。このデータは食塩法の正しい一面を示すものといえよう。

第7表 貯蔵中における細胞外水分の消長

貯蔵日数	全水分	細胞外水分	細胞内水分	細胞真水分
	%	%	%	%
1	69.25	13.1	56.2	64.7
3	68.92	12.0	56.9	64.7
5	68.78	9.5	59.3	65.7
8	68.27	9.3	59.0	65.2
10	67.94	7.2	60.7	65.4

貯蔵条件：2~4°C 水室中

5.4. パン酵母培養工程中の水分の変動

次に工場において培養工程中は水分がいかなる消長を

示すかについて検討を加えた。この工場はさきに⁴⁾ 協同研究を行なった工場であり、第8表に示す A, B, C, D と工程が移るにつれてタンク容量は大きくなり、好氣的になっている。

第8表 パン酵母培養工程中における水分の変動

工 程	全水分	細胞外水分	細胞内水分	細胞真水分	
	%	%	%	%	
種 培 養	A	72.01	17.1	54.9	66.2
	B	82.57	20.9	61.7	78.0
	C	74.68	19.3	55.4	68.6
前 培 養	D-7	73.93	18.9	55.0	67.8
	D-16	70.20	19.8	50.4	62.8
主 培 養	E-6	70.54	21.0	49.6	62.7
	E-14	69.40	20.8	48.6	61.4
	E-15	68.83	20.6	48.3	60.8

注：工程欄の数字は培養開始後の時間を示す
試料はプフナー漏斗吸引バルクとして 100g wet に調製したもの

前にも観察しているように、好氣的培養になるにつれてパン酵母の含水量は減少してくる。しかしこのとき水分の状態がいかなる消長を示すかについてはこれまで報告はない。この表によると、細胞外水分にはほとんど差がみられない。ということは一定の圧力で圧搾したときには、細胞の phase のいかに拘らず細胞外水分の含量は常にほぼ一定であることがはっきりした。したがって全水分の変化はすなわち真水分の変化である。

要 約

食塩を使用するパン酵母の細胞内外水分の定量法を新しく設定した。

そして従来のペプトン法との比較を行なうとともに、パン酵母の種々な相における水分の状態について検討を加えた。

文 献

- 1) Montgomery E. A. V., White J. : *J. Inst. Brew.*, **51**, 279 (1945)
- 2) 森川, 遠藤, 青島, : イースト工業会技報, **10**, 49 (1957)
- 3) Conway, E. J., Dowrey M. : *Biochem J.*, **47**, 347 (1950)
- 4) 佐藤友太郎 : 食糧研 : No. **16**, 30 (1962)

Determination of the External and Internal Water Content of Compressed Baker's Yeast

Tomotaro SATO, Kiyooki KATO, Taeko KOYANAGI and Kazuko KIMURA

A new method was proposed for determination of the external water content of compressed commercial Baker's yeast. The method is a modification of John White's peptone method. It depends upon dilution effect given by the external water as in the peptone method, but dilute sodium chloride solution of definite concentration was employed here instead of peptone. Chlorine ion concentration of the solution diluted with the extracellular water of compressed yeast cake was estimated by Mohr's titration, and the amount of the external water was calculated. The internal water content could be then calculated by subtracting it from the total moisture content.

The analytical results obtained by the above method on commercial products are as follows.

1. The external water content of the product made by using the dehydrator is higher than that made by using the filter press, while the internal water content does not show any difference. That may be the reason why we get wetter cake from the dehydrator.
2. The external water in yeast cake shows a sharp fall during storage while its internal water remain constant.
3. The actual internal water content of the Baker's yeast cell gradually decreases in the course of its aerobic propagation.