

乾燥パン酵母製造に関する研究(第5報)

赤外線による酵母の乾燥

金 丸 毅

Studies on the Manufacture of Dried Baker's Yeast (V)

On the Drying of Yeast by Infra-red Ray.

Takeshi KANEMARU

〔I〕 緒 言

赤外線加熱においては放射された熱エネルギーが、熱源から電磁波の形をとって空気中を伝播して被加熱物体にあたると、直ちにこれに吸収されて加熱乾燥に必要な熱に変換される。従って表面加熱ではあるが原理的には直接加熱法と見なすことが出来て、他の外部加熱方式のように中間に介在する伝導物や対流物の温度を上げる為に熱エネルギーが消費されないのもその熱効率が優れていると考えられている。

(1)(2)

私はこれまでに乾燥パン酵母の製造について乾燥方法の比較的研究を行って来たが、以上の点から従来の通風乾燥、真空乾燥及び噴霧乾燥の如き外部加熱方式に比較して、乾燥方式の相違による乾燥効率の差異、及び赤外線の酵母細胞並びにその活力に及ぼす影響について実験を行った。

食糧品に対する赤外線乾燥の適用は種々あるが、生活細胞に適用して而も乾燥に際してその生活力を阻害することなく乾燥する目的のものとしては見るべきものはない。

〔II〕 実 験 及 結 果

〔実験 I〕

予備実験として通風乾燥と赤外線乾燥との差異について実験した。

(1)実験方法：一試料は市販圧搾パン酵母を用いて直径3 mm長さ4 mmの小円筒状に成形した。通風乾燥には通風乾燥機(通風量9.3 l/sec)を用い、赤外線乾燥には赤外線電球(日立製100V 250W)の下に被乾燥物を置き開放型の型式によった。試料は10.00 g宛2群をとり夫々時計皿上に薄く拡

げて乾燥し一定時間毎に外界温度、試料温度及び試料重量を測定した。

(2) 実験結果：—実験結果はFig. 1, Fig. 2, Fig. 3 に示す如くである。

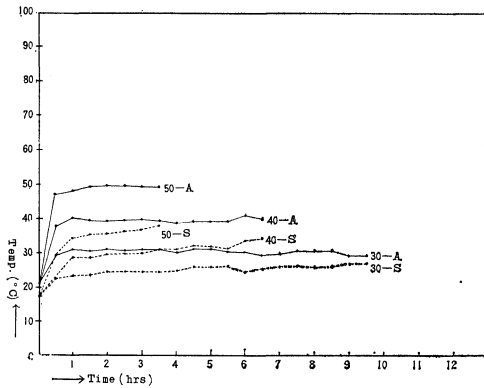


Fig. 1 Temperature curve in forced air drying.

○—○The temperature curve of the air around the sample—(A)

○---○The temperature curve of the sample—(S)

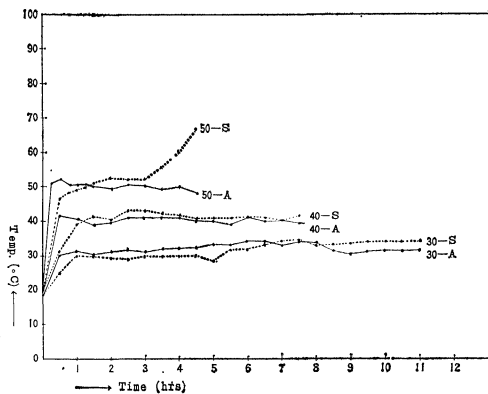


Fig. 2 Temperature curve in infra-red ray drying.

○—○The temperature curve of the air around the sample—(A)

○---○The temperature curve of the sample—(S)

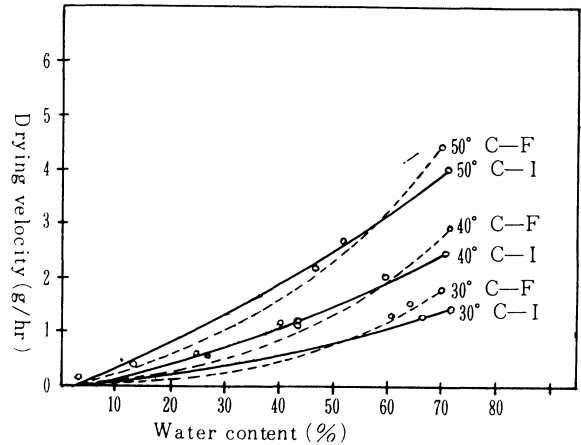


Fig. 3 Drying curve in forced air drying and infra-red ray drying

○—○Infra-red ray drying—(I)

○---○Forced air drying—(F)

(3) 考察：—通風乾燥に於いては Fig. 1 の如く常に外界温度が試料の温度よりも高い。これは外部加熱方式乾燥では当然の事である。赤外線乾燥に於いては Fig. 2 の如く試料の温度が外界温度よりも高い。赤外線加熱に於いては放射された熱エネルギーが物体に吸収されて熱は内部に起る故か、外界の温度は常温よりは高いが試料ほどには上らない。この内外の温度差は高温に於いては顕著であるが、今茲に要求する Kanitz (1925) の所謂生物温度の範囲内ではきほど目立たなくなっている。

Fig. 3 は通風及び赤外線乾燥の乾燥速度と含水量との関係である。この乾燥曲線について

見ると酵母の乾燥は減率乾燥に従って含水量が低下する。即ち表面蒸発よりも水分の内部拡散が主要素であって表面に拡散移動する水の速度が乾燥速度を支配していると云える。ここで通風乾燥、赤外線乾燥の両者を比較すると、共に減率乾燥の特長的な曲線を描いているが赤外線の方が高

い位置にあり、又直線的である。即ち通風乾燥は自由水分の減少と共に乾燥速度が低下するのに比べて、赤外線の方はその低下が少く次第に乾燥速度が早くなるという事になる。このことは試料内部の水分拡散速度は乾燥の進むにつれて遅くなり水分が表面に移動しにくくなるのであるが、赤外線の場合が早いと云う事は放射熱により試料内部が加熱される効果であって、蒸発面の温度と比較して内部の温度が高い程拡散速度が早く、従って乾燥速度を早める結果となっているのではないかと考えられる。尚乾燥初期の両曲線のずれは通風乾燥に於いては内部拡散のみでなく通風の相対湿度により、又赤外線乾燥に於いては内部の温度上昇の遅れの為との二つの原因によって現われるのではないかと考えられる。

〔実験Ⅱ〕

以上の予備実験を経て赤外線乾燥による酵母の活力の消長について実験した。

(1)試料：一新鮮なる市販の圧搾パン酵母を用いて、前述の場合と同じく成形したものを 3 lbs. を用い台上に薄く拡げて 50°C、40°C、30°C の各温度にて乾燥した。

(2)乾燥方法：一乾燥装置は前述の場合と同じであるが赤外線電球 3 個を用いた。

(3)分析方法：一乾燥中一定時間毎に試料を採取し次の測定に供した。

水分測定法…一試料約 1 g を精秤して少量の酒精を加えて 100~105°C に 10 時間乾燥して減量を水分含量とした。

活力測定法：一醗酵試験と生存細胞数とを並行して行った。醗酵試験はマイセル重量法を用い、⁽³⁾生存細胞数測定にはメチレン青による死細胞検出法を応用して生、死両細胞数比をトーマ氏血球計算器上にて測定した。

(4)実験結果：一実験結果は Table 1, Table 2, Table 3 に示す如くである。

Table 1. Infra-red ray drying (at 50°C)

Time hrs.	Water content %	Fermen- tation power	Fermentation activity per lg dry matter	Decrease rate of fermenta- tion activity	Living cell ratio %	Decrease rate of living cell
0	74.26	50.83	197.5	100	96.2	100
0.5	70.89	54.17	186.1	94.2	95.6	99.5
1	67.81	56.49	175.5	88.8	94.1	97.8
2	51.71	33.82	70.0	35.4	70.5	73.3
3	26.61	18.37	25.0	12.7	52.7	54.8
4	6.62	12.31	13.0	6.7	25.2	26.2

Table 2. Infra-red ray drying (at 40°C)

Time hrs.	Water content %	Fermen- tation power	Fermentation activity per lg dry matter	Decrease rate of fermenta- tion activity	Living cell ratio %	Decrease rate of living cell
0	73.09	57.02	211.9	100	95.3	100
1	67.89	64.65	201.3	95	94.3	99
2	61.09	69.66	179.0	84.5	92.1	96.7
3	53.03	74.66	159.0	75	91.1	95.6
4	36.20	84.22	132.0	62.3	91.0	95.5
5	18.97	86.15	106.3	50.2	79.2	83.1
6	4.16	21.46	22.3	10.5	34.0	35.7

Table 3. Infra-red ray drying (at 30°C)

Time hrs.	Water content %	Fermen- tation power	Fermentation activity per lg dry matter	Decrease rate of fermenta- tion activity	Living cell ratio %	Decrease rate of living cell
0	72.41	56.93	207.1	100	99.1	100
2	66.76	66.34	199.6	96.4	97.4	98.3
4	57.24	81.43	190.4	91.9	96.5	97.3
6	41.49	86.35	147.6	71.3	95.9	96.6
8	21.70	98.93	126.3	61.0	93.1	94
10	12.50	100.96	114.8	53.4	88.1	89
12	8.77	95.45	104.6	50.5	85.1	85.9

(1) (2)

(5)考察：一前報に於いて述べた所の通風乾燥及び真空乾燥と殆ど同様の経過を以て終始した。即ち赤外線乾燥中の酵母の水分含量の低下は一般に乾燥温度の低くなるに従って長時間を要し、乾燥中の酵母の活力は水分含量の低下にともなって漸次低下した。而してその割合は乾燥温度の低くなるに従って水分含量の夫れよりも緩慢になった。即ち醗酵力について見ればその低下は50°Cに於いて最も著しく急激であり、30°C以下になるに従ってその低下は次第に緩慢となり大約50%に止まった。又生存細胞比に於いてもその低下はやはり50°Cに於て急激であり、30°C以下になるに従って次第に緩慢となり80%程度にて止まった。

以上の事を通風乾燥の夫れと比較すると、水分及醗酵力は50°C、40°Cに於いては稍低い結果を与えている。この事は温度の影響特に試料内部の温度が通風乾燥の夫れよりも高く、又外界温度以上に上る事を考えると当然の様に思われる。然し乍ら乾燥温度の表現を外界温度を以てせず試料内部の温度を以て表現するとすれば通風乾燥の40°Cは赤外線乾燥の30°Cに相当することになり、

而して乾燥速度は赤外線乾燥が遅いという事となる。然し活力に於いては遙かに良好な結果と云える。それ故通風乾燥の50°Cと赤外線乾燥の50°Cとは同一に比較出来ない事は勿論である。

尚生物温度の上方の限界以上即ち原形質凝固温度附近に於いても尚且つ赤外線乾燥に於ては活力の幾分かの残存を見た事は、赤外線そのものが酵母の生理に対して悪い影響を及ぼさないと見ても良いのではないかと思われる。この事は30°Cに於いては通風乾燥の夫れに比較して生存細胞比が高い事でもうかがえると思う。

〔Ⅲ〕 要 約

市販圧搾パン酵母を用いて赤外線による乾燥を行い、赤外線乾燥の機構並びに乾燥中の活力の消長について実験し、通風乾燥の夫れと比較検討した

(1) 赤外線乾燥に於ける試料の温度は外界の温度よりも高い。而して通風乾燥に於いては常に外界温度が高い。

(2) 生物温度範囲内にて外界温度を以て比較すれば、乾燥速度は赤外線の方が僅かに早い。

(3) 赤外線乾燥中の活力の消長については外界温度を以て比較すれば殆ど両者間に差異はないが試料温度を以て比較すれば赤外線乾燥の方が酵母の乾燥には良好であると云える。

(4) 赤外線そのものは酵母細胞に対して悪い影響は与えない。

(5) 以上の結果よりして赤外線は酵母の乾燥には有効である。

終りに臨み終始御懇切な御指導を賜った阪大教授寺本四郎先生に深く感謝の意を表します。

文 献

- 1) 金丸：醗酵工学, 29, 57 (1951)
- 2) 金丸：醗酵工学, 29, 71 (1951)
- 3) Fink, H. und Kühles, R.: Wochenschr. Brau., 50, 185 (1933)

Summary

Experimented on the drying mechanism and on the change of activity in the course of infra-red ray drying, by using the commercial compressed baker's yeast; and compared the results with those of forced air drying.

(1) In infra-red ray drying the internal temperature of the sample is higher than its external temperature, while in forced air drying the internal temperature is always lower.

(2) Within the limit of biokinetic temperature the drying velocity is larger in case of infra-red ray drying, if using the external temperature as a standard.

(3) As for the change of activity in the course of the infra-red ray drying, there are found few differences between them, using the external temperature as a standard. But infra-red ray drying is better for the drying of the yeast, if using the internal temperature as a standard.

(4) Infra-red ray itself does'nt give any fatal effect upon yeast cell.

(5) Thinking over these results infra-red ray drying is effective for drying the baker's yeast.