

乾燥パン酵母製造に関する研究（第6報）

還元性物質の添加

金 丸 毅

Studies on the Manufacture of Dried Baker's Yeast (VI)
On the Addition of Reducing Compounds.

Takeshi KANEMARU

〔I〕 緒 言

従来、乾燥パン酵母の製造に関して、乾燥方法や、保存貯蔵法について、検討して来たが、実際に実験や製造に当って、成型、乾燥、貯蔵、及び製品上の種々の理由から、添加物の必要を感じに至った。然し、食品の添加物としては、自ら、そこに制限があり、又単に機械的な操作上の問題ばかりではない。それよりも、寧ろ、酵母細胞そのものの、活力の強化に、眼を向けるべきである。

以上の見地から、私達は、添加物質として、還元性物質その他を選び、その添加が、乾燥中及び貯蔵中の酵母の強化に、如何なる効果をもたらすかについて、実験を行なったので、ここに報告する。

〔II〕 実 験 方 法

試料：一新鮮な市販圧搾パン酵母を用いて、夫々の割合になる様に、添加物質の濃厚溶液を加えた後、直径 3 mm、長さ 4 mm の小円筒状に成型して、実験に供した。

添加物質及び添加割合：一添加物質としては、Sucrose, Thiourea, Glucose, Vitamin B₁ 及び Ascorbic acid を用い、夫々下記の割合に加えた。

Sucrose, Glucose, Vitamin B₁—0.1%, 0.3%, 0.6%

Thiourea—0.2%, 0.4%, 0.6%

Ascorbic acid—0.1%, 0.3%, 0.5%

乾燥方法：成型した試料の 100 g 宛を、濾紙上に均一に拡げ、30°C で乾燥した。乾燥の方法は赤外線照射により加熱しつつ、強制通風を行なった。条件は、測定の結果、通風量は 30 l/sec、大気中の湿度は 65%、気温は平均 25°C であった。そうして乾燥中一定時間毎に、試料を採取して、分析に供した。

貯蔵方法：一硫酸と水の混合溶液が、その濃度に応じて、一定温度で一定の蒸気圧を有することを利用して、相対湿度 30% となる濃度の、硫酸水溶液を調製した。これを Desiccator 中に入れ

て、一定湿度を保たしめ、これに試料を密封貯蔵の上、30°C の恒温器内に置いた。一定期間毎に試料を採取して、分析に供した。

分析方法：一水分含量は、試料 1 g を精秤して、少量の酒精を加え、100~105°C で乾燥して、湿量基準にて算出した。活力の測定には、醗酵試験と生存細胞数測定とを行なった。醗酵試験には、マイセル氏重量法を用いて測定した。生存細胞数は、methylene blue による死細胞検出法を用いて、生死両細胞比をトーマ氏血球計上に求めて算出した。

〔III〕 実験結果並びに考察

(1) 各種物質を添加した酵母の乾燥中の活力の消長

乾燥中の酵母の活力は、水分含量の減少するにともなって、醗酵力及び生存細胞共に、次第に低下するが、その傾向は、添加物質とその濃度の差によって、夫々異なった経過を示した。各種の添加物質を加えた酵母の、乾燥中の活力の消長は、Table 1~5 に示す通りである。

Sucrose 添加のものは、醗酵力においては、無添加のものと殆ど差はなく、この範囲の濃度では、効果は見られない。又、生存細胞数においては、無添加のに比べて、その保持について若干の効果が見られる。このことは、Sucrose が乾燥中の生存細胞に、幾分かの保護効果のあることを示している。

Thiourea 添加のものは、醗酵力は無添加のものに比べて、乾燥は進行しても、割合に低下しない。乾燥の初期から、その傾向は見られるが、終期には対照の約 2 倍の力を保持していた。これは他の同様な実験値で、4 倍以上の値を示したこともある。生存細胞においては、その保持に僅かではあるが、明らかにその効果を認める。Thiourea は、乾燥中の活力の保持について、醗酵力及び生存細胞ともに効果があり、特に 0.6% 添加のものに、著しい効果を認めた。

Glucose 添加のものは、無添加のものに比べて、僅かながら醗酵力の保持が見られた。この範囲

Table 1. The change of activity during the drying of yeast added with sucrose

Drying time (hrs.)	Adding rate(%)	Water content(%)	Fermenting activity	Fermenting activity per 1g dry matter	Decrease rate of the ditto(%)	Living cell ratio (%)	Decrease rate of the ditto (%)
0	0	73.0	68.5	253.7	100	98.1	100
2		65.5	68.6	198.8	78.4	96.9	98.8
6		10.9	85.0	95.4	37.6	93.1	94.9
0	0.1	73.0	68.5	253.7	100	98.1	100
2		66.0	65.0	194.1	76.5	97.0	98.9
6		10.9	84.3	94.6	37.3	94.5	96.3
0	0.3	73.0	68.5	253.7	100	98.1	100
2		65.7	67.3	195.3	77	97.4	99.3
6		12.0	81.1	92.1	36.3	95.2	97.0
0	0.6	73.0	68.5	253.7	100	98.1	100
2		65.8	66.7	195.0	76.9	96.5	98.4
6		11.0	84.7	95.2	37.5	94.5	96.4

Table 2. The change of activity during the drying of yeast added with thiourea

Drying time (hrs.)	Adding rate(%)	Water content(%)	Fermenting activity	Fermenting activity per 1g dry matter	Decrease rate of the ditto(%)	Living cell ratio(%)	Decrease rate of the ditto(%)
0	0	70.0	63.2	210.7	100	96.7	100
2		60.1	73.0	183	86.8	93.6	96.8
6		13.5	87.1	100.7	47.7	92.9	96.1
0	0.2	70.0	63.2	210.7	100	96.7	100
2		61.0	76.8	196.9	93.5	96.5	99.8
6		13.3	153.1	176.6	83.8	95.0	98.2
0	0.4	70.0	63.2	210.7	100	96.7	100
2		60.0	73.4	183.5	87.1	92.6	95.8
6		13.7	150.6	174.5	82.8	91.5	94.6
0	0.6	70.0	63.2	210.7	100	96.7	100
2		59.5	78.5	193.8	92	95.8	99.1
6		13.5	158.8	183.6	87.1	95.0	98.2

Table 3. The change of activity during the drying of yeast added with glucose

Drying time (hrs.)	Adding rate(%)	Water content(%)	Fermenting activity	Fermenting activity per 1g dry matter	Decrease rate of the ditto(%)	Living cell ratio(%)	Decrease rate of the ditto(%)
0	0	72.9	68.0	250.9	100	98.4	100
2		57.2	76.9	179.7	71.6	97.2	98.8
6		13.8	84.0	97.4	38.8	94.6	96.1
0	0.1	72.9	68.0	250.9	100	98.4	100
2		51.0	80.3	163.9	65.3	95.8	97.4
6		12.9	92.2	105.9	42.2	94.5	96.0
0	0.3	72.9	68.0	250.9	100	98.4	100
2		52.9	86.7	184.1	73.4	96.3	97.9
6		13.2	92.9	107.0	42.6	93.7	95.2
0	0.6	72.9	68.0	250.9	100	98.4	100
2		50.1	82.8	164.3	65.5	98.2	99.8
6		13.6	88.4	102.3	40.8	94.9	96.4

Table 4. The change of activity during the drying of yeast added with Vitamin B₁

Drying time (hrs.)	Adding rate(%)	Water content(%)	Fermenting activity	Fermenting activity per 1g dry matter	Decrease rate of the ditto(%)	Living cell ratio(%)	Decrease rate of the ditto(%)
0	0	69.2	55.5	180.2	100	98.4	100
2		43.6	79.0	140.1	77.8	93.1	94.6
6		11.1	111.2	125.1	69.4	90.9	92.4
0	0.1	69.2	55.5	180.2	100	98.4	100
2		47.4	100.6	191.3	106.2	96.6	98.2
6		14.9	106.4	125.0	69.4	95.9	97.5
0	0.3	69.2	55.5	180.2	100	98.4	100
2		44.4	85.5	153.8	85.3	97.2	98.8
6		13.6	98.9	114.5	63.5	94.8	96.3
0	0.6	69.2	55.5	180.2	100	98.4	100
2		50.3	92	185.1	102.7	93.3	94.8
6		12.7	106.8	122.4	67.1	92.1	93.6

Table 5. The change of activity during the drying of yeast added with ascorbic acid

Drying time (hrs.)	Adding rate(%)	Water content(%)	Fermenting activity	Fermenting activity per 1g dry matter	Decrease rate of the ditto(%)	Living cell ratio(%)	Decrease rate of the ditto(%)
0	0	69.8	64.7	214.2	100	96.3	100
2		61.7	83.6	218.3	101.2	95.3	99
6		14.5	108.9	127.4	59.4	91.8	95.3
0	0.1	69.8	64.7	214.2	100	96.3	100
2		63.2	81.8	222.3	103.8	96.1	99.8
6		16.5	111.5	133.5	62.3	88.9	92.3
0	0.3	69.8	64.7	214.2	100	96.3	100
2		55.4	76.3	171.1	79.9	94.6	98.2
6		14.8	105.0	123.2	57.5	87.9	91.3
0	0.5	69.8	64.7	214.2	100	96.3	100
2		54.2	74.6	162.9	76.0	95.5	99.2
6		14.2	111.2	129.6	60.0	94.2	97.8

の濃度では、効果ははっきりしないが、酵母細胞の強化に、効果はあると思われる。生存細胞においても、僅かながら効果が見られる。

Vitamin B₁ 添加は、乾燥の初期に、醗酵力の増加を示し、終期においても尚無添加のものより、僅かながら良好な結果を認めた。生存細胞においても、ほぼ同様な経過を示し、その保持に効果を認めた。これらのことから、Vitamin B₁ は酵母の強化に、効果があると思われる。

Ascorbic acid 添加のものも、醗酵力は Vitamin B₁ とほぼ同様であるが、ややそれよりも優る。生存細胞では、0.5% 添加のものが良好な結果を示した。このことは Stamp¹⁾ も、報告している。この物質も酵母の強化に、効果のあることがわかる。

(2) 各種の物質を添加した酵母の貯蔵中の活力の消長

貯蔵中の酵母の活力においては、条件の選択により差異はあるが、本実験では、更に脱水が進行する為に、水分含量も減少し、活力も更に低下する。各種の添加物質を加えて、乾燥した酵母の、貯蔵中の活力の消長については、Table 6~10 に示す通りである。但し、減少率は生酵母の夫れを基準として算出した。

Sucrose 添加のものは、醗酵力の保持の効果は見られない。生存細胞においては、僅かながら保持の効果が見られる。特に添加物質の濃度の高い程、その傾向が大きい。

Thiourea 添加のものは、貯蔵開始の時の醗酵力が、急激に低下した。乾燥中のそれと比べると、全く反対である事は興味深い。

Glucose 添加の場合は、醗酵力及び生存細胞共に、僅かながら活力の保持は見られる。酵母の強化に、僅かながら効果があると認められ、それは濃度の高くなるに従って、効果も高まる。

Vitamin B₁ 添加のものは、醗酵力は初期にやや効果を認めるが、終期には不安定な結果を示している。生存細胞でもほぼ同様なことが認められる。この物質は、初期には強化の効果を示しているものと思われる。

Table 6. The change of activity during the storage of yeast added with sucrose

Storage period (days)	Adding rate(%)	Water content (%)	Fermenting activity	Fermenting activity per 1g dry matter	Decrease rate of the ditto(%)	Living cell (ratio%)	Decrease rate of the ditto(%)
0	0	10.9	85.0	95.4	37.6	93.1	94.9
27		8.7	65.7	72	28.4	67.8	69.1
41		6.9	63.2	67.9	26.8	50.6	51.6
51		6.0	44.4	47.2	18.6	45.0	45.9
0	0.1	10.9	84.3	94.6	37.3	94.5	96.3
27		7.4	62.8	68	26.8	69.2	70.5
41		6.6	60.6	64.9	25.6	55.3	56.4
51		6.2	39.7	42.4	16.7	39.7	40.5
0	0.3	12.0	81.1	92.1	36.3	95.2	97.0
27		8.4	66.8	72.9	28.7	64.8	66.1
41		6.5	62.5	66.8	26.3	59.0	60.1
51		6.7	39.7	42.6	16.8	47.5	48.4
0	0.6	11.0	84.7	95.2	37.5	94.5	96.4
27		9.3	65.8	72.5	28.6	63.4	64.6
41		5.6	58.2	61.7	24.3	53.2	54.2
51		5.0	36.8	38.7	15.3	47.8	48.7

Table 7. The change of activity during the storage of yeast added with thiourea

Storage period (days)	Adding rate(%)	Water content (%)	Fermenting activity	Fermenting activity per 1g dry matter	Decrease rate of the ditto(%)	Living cell ratio(%)	Decrease rate of the ditto(%)
0	0	13.5	87.1	100.7	47.7	92.9	96.1
27		7.3	67.0	72.3	34.3	50.3	52.4
41		6.7	9.6	10.2	4.9	24.3	25.1
51		6.1	7.9	8.4	4	19.2	19.9
0	0.2	13.3	153.1	176.6	83.8	95.0	98.2
27		9.7	92.0	101.9	48.4	48.8	50.5
41		6.9	8.5	9.1	4.3	21.9	22.6
51		5.3	5.2	5.5	2.6	18.5	19.1
0	0.4	13.7	150.6	174.5	82.8	91.5	94.6
27		12.1	95.3	108.4	51.5	42.0	43.4
41		6.8	6.9	7.4	3.5	21.9	22.6
51		6.3	4.6	4.9	2.3	15.0	15.5
0	0.6	13.5	158.8	183.6	87.1	95.0	98.2
27		8.4	96.7	105.6	50.1	44.6	46.1
41		6.4	5.0	5.3	2.5	17.6	18.2
51		6.0	2.5	2.7	1.3	15.0	15.5

Ascorbic acid 添加のものは、貯蔵中の醗酵力は、無添加のものに比べて、あまり差はない。生存細胞もほぼ同様であったが、0.5% 添加のものが良く、やや効果のある傾向は見られる。

以上を総括すると、添加物質の酵母に対する強化的な効果は、それぞれ作用の相異がある。

Sucrose と Glucose とは同じ糖類である故か、傾向は似ているが、細部を見れば、その構造や還元性その他の性質の相異からか、効果にも違いがある様である。即ち、乾燥中は、Sucrose は醗酵力に対してよりも、生存細胞に対してより効果的である。Glucose はこれと反対に、生存細胞に対してよりも、醗酵力に対してより効果がある。貯蔵中は、Sucrose は醗酵力に対しては効果はなく、

Table 8. The change of activity during the storage of yeast added with glucose

Storage period (days)	Adding rate(%)	Water content (%)	Fermenting activity	Fermenting activity per 1g dry matter	Decrease rate of the ditto(%)	Living cell ratio(%)	Decrease rate of the ditto(%)
0	0	13.8	84.0	97.4	38.8	94.6	96.1
27		9.0	30.7	33.7	13.4	44.3	45.0
40		6.8	7.0	7.5	3.0	14.1	14.3
0	0.1	12.9	92.2	105.9	42.2	94.5	96.0
27		7.7	28.2	30.6	12.2	37.5	38.1
40		6.9	7.9	8.5	3.4	21.4	21.7
0	0.3	13.2	92.9	107.0	42.6	93.7	95.2
27		8.2	32.9	35.8	14.3	42.0	42.7
40		6.8	13.9	14.9	5.9	17.4	17.7
0	0.6	13.6	88.4	102.3	40.8	94.9	96.4
27		8.0	33.9	36.8	14.7	42.0	42.7
40		6.3	15.4	16.4	6.5	26.0	26.4

Table 9. The change of activity during the storage of yeast added with vitamin B₁

Storage period (days)	Adding rate(%)	Water content (%)	Fermenting activity	Fermenting activity per 1g dry matter	Decrease rate of the ditto(%)	Living cell ratio(%)	Decrease rate of the ditto(%)
0	0	11.1	111.2	125.1	69.4	90.9	92.4
27		7.3	17.9	19.3	10.7	18.4	18.7
40		6.5	1.7	1.8	1.0	4.2	4.3
0	0.1	14.9	106.4	125.0	69.4	95.9	97.5
27		8.7	20	21.9	12.1	15.8	16.1
40		7.5	5.8	6.3	3.5	3.8	3.9
0	0.3	13.6	98.9	114.5	63.5	94.8	96.3
27		9.9	32.5	36.1	20.0	35.5	36.1
40		6.2	0	0	0	0	0
0	0.6	12.7	100.7	115.3	77.8	92.1	93.6
27		9.8	20.1	22.3	12.4	26.0	26.4
40		6.2	1.5	1.6	0.9	3.6	3.7

Table 10. The change of activity during the storage of yeast added with ascorbic acid

Storage period (days)	Adding rate(%)	Water content (%)	Fermenting activity	Fermenting activity per 1g dry matter	Decrease rate of the ditto(%)	Living cell ratio(%)	Decrease rate of the ditto(%)
0	0	14.5	108.9	127.4	59.4	91.8	95.3
25		8.5	18.9	20.7	9.6	20.7	21.5
39		7.2	8.7	9.4	4.4	5.5	5.7
0	0.1	16.5	111.5	133.5	62.3	88.9	92.3
25		8.1	16.6	18.1	8.4	20.3	21.1
39		6.7	7.0	7.5	3.5	7.1	7.4
0	0.3	14.8	105.0	123.2	57.5	87.9	91.3
25		8.4	18.5	20.2	9.4	18.4	19.1
39		6.7	8.6	9.2	4.3	3.9	4.0
0	0.5	14.2	111.2	129.6	60.0	94.2	97.8
25		7.9	13.2	14.3	6.7	27.5	28.6
39		6.5	5.9	6.3	2.9	5.6	5.8

生存細胞に対して効果があるが, Glucose は, 何れにも効果があり, そして, 生存細胞に対してよりも, 醗酵力に対してより大きい。この二者を比較すれば, 全般的に, Sucrose よりも Glucose の方が強化的効果は優ると言える。

Vitamin B₁ と Ascorbic acid とは, 何れも Vitamin であるが, 酵母に対する効果の傾向は, 似たものがある様である。即ち, 醗酵力について見れば, 両者共に乾燥前期に効果を示すが, 乾燥するに従って, 次第に低下する。貯蔵に入ってからでは, Vitamin B₁ に比べて, Ascorbic acid のそれは, やや劣る。生存細胞においては, Vitamin B₁ が乾燥中に効力を保持するが, 貯蔵においては全く消失するのに対し, Ascorbic acid は乾燥中さほどでなく, 貯蔵中にその効力を保持し, 濃度の高いもの程, 効果は大である。就中, Ascorbic acid の 0.5% 添加のものは, 生存細胞において, 乾燥・貯蔵を通じて効果があった。Vitamin B₁, Ascorbic acid の強化作用は, aeration に対するそれ自身の酸化によって, 酵母への保護としてあらわれるものと思われる。

Thiourea は全く独特の型を持っている。即ち, 乾燥中に注目すべき効果をあらわすが, 然しながら, 貯蔵中では, その効果を保つことには欠けていた。これは Naylor and Smith²⁾ の報告とよく一致している。

〔IV〕 要 約

市販圧搾パン酵母を用いて, Vitamin や糖類が, 乾燥中の酵母及びその貯蔵中に与える, 強化的な効果について, 実験した。

- (1) 添加物質の酵母に対する, 強化的な効果は, 物質によって, それぞれ作用の相異がある。
- (2) 醗酵力と生存細胞, 乾燥中と貯蔵中とでも, 物質によって, それぞれ効果に相異がある。
- (3) Sucrose と Glucose は傾向は似ているが, 全般的に, Glucose が優れている。
- (4) Vitamin B₁ と Ascorbic acid も傾向は幾分似ているが, 時間の経過と共に, 不安定になる。
- (5) Thiourea の効果は, 特徴的で, 乾燥中の酵母のみに効果があり, 醗酵力に対しての方がより強い。貯蔵中においては, 全くその効果はない。

本報告の一部は青山信夫君の卒業論文である事を附記する。

文 献

- 1) T. C. Stamp : J. Gen. Microbiol., **1**, 251-256 (1947)
- 2) H. B. Naylor and P. A. Smith : J. Bact., **52**, 564-574 (1946)

Summary

Experimented on the effect which reducing compounds etc. gave on yeast during drying process and its storage, by using commercial compressed baker's yeast.

- (1) These compounds have, in each action, different fortified effects on yeast.
- (2) These compounds have also different effects on fermenting power and on living cells, and also on yeast during drying process and on dried yeast during storage.
- (3) Sucrose and glucose are alike in tendency, but glucose is superior in general.
- (4) Vitamin B₁ and ascorbic acid have the similar tendency partially, but become unstable with time.
- (5) Thiourea is characteristic in its effect, but gives effect only on yeast during drying process. The effect appears stronger on fermenting power than on living cells. No effect is found during storage.