

乾燥パン酵母製造に関する研究 (第7報)

添加物質の保護的効果

金 丸 毅

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

On the Protective effect of Additional Substance

Takeshi KANEMARU

〔I〕 緒 言

乾燥パン酵母の製造及び保存貯蔵に関係のある諸因子は、製造及び貯蔵の過程で、複合的に影響する。中でも空気特にそれに含まれる分子状酸素の影響は著しく、Oyaas, Johnson and Peterson¹⁾ は市販乾燥パン酵母の活性保持における酸素の影響について報告しているが、私達もこれまでの研究の過程で、乾燥及び貯蔵中の空気の影響が、大きい事を経験している。そこで、乾燥パン酵母の製造に当って、この因子の影響から、保護する手段の1つとして、抗酸化的な作用を有する保護物質の添加が考えられる。これに関係あるものとしては、Stamp²⁾ や Naylor and Smith³⁾ の細菌の乾燥についての研究がある。私達は2~3の物質を用いて、乾燥中及び貯蔵中の酵母に及ぼす保護的な効果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、それぞれの割合になる様に、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 Thiourea, Ascorbic acid, Ammonium chloride 及び Dextrin を用いて、それぞれ下記の割合で加えた。

Thiourea 0.5 %, Ascorbic acid 0.5 %

NH₄Cl 0.5 %, Dextrin 2.0 %

乾燥方法：一成型した試料を濾紙上に拡げ、30° Cにて通風乾燥した。一定時間毎に試料を採取して、水分及び活力の測定に供した。

貯蔵方法：一硫酸と水の混合溶液を用いて、相対湿度 50 % に調整した Desiccator 中に、試料を密封貯蔵し、30° C の恒温器中に置いた。一定期間毎に試料を採取して、水分及び活力の測定に供した。

水分測定法：一試料 1 g を秤取し、少量の酒精を加えて 100~105° C にて恒量に至るまで乾燥して、その減量より湿量基準にて算出した。

活力測定法：一醗酵試験には、マイセル氏重量法、即ち蔗糖 4 g, 磷酸アムモニウム 0.25 g, 第一磷酸カリウム 0.25 g を、測定用フラスコに採り水 50cc に溶解し、これに供試酵母 1 g を秤取懸濁して、30°C に 6 時間保ち、前後の重量差より発生炭酸ガス量を永め、次式により醗酵力を計算した。

$$A = \frac{B}{1.75} \times 100 \quad A: \text{醗酵力} \quad B: \text{発生炭酸ガス量}$$

これより更に酵母乾燥物質 1 g 当りの醗酵力を算出した。更に又、醗酵力減少率を乾燥前のそれと比較して%にて示した。

〔III〕 実験結果並びに考察

A. 乾燥中における添加物質の保護的効果

本実験においては、酵母の乾燥に当って、Thiourea, Ascorbic acid, NH_4Cl 及び Dextrin をそれぞれ単独に、又は混合添加し、これらの物質が酵母の乾燥中に、その活力保持に関して、保護的効果があるか、否かについて、実験を行なった。その結果は Table 1~3 に示す通りである。

a) Table 1 には、添加物質をそれぞれに単独に加えたときの結果を示す。

Table 1. The change of yeast during drying process adding one additional substance

Analytical item	Added substance	Drying time (hrs.)			
		0	3	6	9
Fermenting activity	Thiourea	52.31	101.49	99.29	102.33
	Ascorbic acid	57.21	99.84	95.33	101.62
	NH_4Cl	46.50	88.17	96.93	100.57
	Dextrin	53.88	97.04	96.94	100.38
	Control	53.73	96.38	92.42	95.05
Water content(%)	Thiourea	69.07	32.71	15.68	12.79
	Ascorbic acid	70.37	36.14	18.43	12.18
	NH_4Cl	67.32	37.75	24.81	22.86
	Dextrin	68.23	30.40	17.47	14.34
	Control	68.34	22.83	15.10	11.54
Fermenting activity per 1g dry matter	Thiourea	169.12	150.82	117.75	117.33
	Ascorbic acid	193.08	156.34	116.86	115.71
	NH_4Cl	142.28	141.63	128.91	130.37
	Dextrin	169.59	139.42	117.45	117.18
	Control	169.70	124.89	108.85	107.44
Decrease rate of the ditto(%)	Thiourea	99.65	88.87	69.38	69.14
	Ascorbic acid	113.77	92.12	68.85	68.18
	NH_4Cl	83.84	83.46	75.96	76.82
	Dextrin	99.93	82.15	69.21	69.05
	Control	100	73.59	64.14	63.31

先ず、生酵母にこれらの物質を加えた場合、即ち、乾燥前の活力を見ると、Ascorbic acid は醗酵に対して賦活的であり、 NH_4Cl は明らかに抑制的に作用する事が判った。

而して、全般的に乾燥の経過にともなって、水分含量の減少と共に、活力も次第に低下するが、

その割合は添加物質によって異なった。乾燥曲線も添加した物質により差異がある。醗酵力は対照に比べて高く、NH₄Cl が最も効果があり、Thiourea, Dextrin, Ascorbic acid の順に低くなる。水分の除去が緩慢であったNH₄Cl 添加のものは、水分含量を考慮に入れると、さほどではない。

Thiourea は乾燥初期に保護的に作用することが著しく、全体として相当の効果を見せる。この物質の作用は化学的な抗酸化と考えられ、酸化からの保護に非常に効果的である事が Kawereau and Fearon⁴⁾ によって知られている。

Ascorbic acid の作用も化学的な抗酸化であり、細菌の乾燥に非常に効果的である事が Stamp によって知られているが、これも乾燥前期に保護的に作用し、その後も Thiourea と同様であった。

NH₄Cl は乾燥前抑制的に作用し、そのまま乾燥初期はほとんど醗酵力の低下はなく、その後もさほど低下しなかった。これは添加後吸湿性になるのか、非常に乾燥し難い状態になった。それ故、活力があまり低下しないのは、水分の除去が少なく、酵母細胞に対して急激な脱水の悪影響を防いでいると考えられる。然しそれのみでなく、乾燥前抑制的に作用する事を考えると、NH₄Cl そのものの生理化学的な影響もあると思われる。

Dextrin は安定な物質であり、その弱い粘性と乾燥後元に戻る性質から、作用は寧ろ物理な作用と考えられ、酵母を被覆して、乾燥中の aeration に抵抗するものと思われるが、実験中の所見として、成型した酵母粒を固着して組織が密になった事が、他の場合の多孔質の粗なものになるのと、外観上大きな相違点であった。これは乾燥中の加熱の影響もあろうが、好結果をもたらしたものと思われる。

以上、これらの単独添加の結果は、乾燥中の活力の保持について効果があるが、その保護作用は添加物質によってそれぞれ型式が異なる事が判った。

b) Table 2 にはそれぞれ2種宛を混合添加したものの結果を示す。

Table 2. The change of yeast during drying process adding two additional substance

Analytical item	Added substance	Drying time (hrs.)				
		0	3	6	9	11
Fermenting activity	Thiourea + Ascorbic acid	58.42	89.42	97.57	88.34	93.14
	Dextrin + NH ₄ Cl	56.22	84.00	95.20	97.40	
	Control	54.34	91.51	94.97	91.68	
Water content(%)	Thiourea + Ascorbic acid	65.97	18.77	9.12	6.52	12.00
	Dextrin + NH ₄ Cl	65.02	38.71	24.62	16.29	
	Control	67.11	12.91	9.41	6.21	
Fermenting activity per 1g dry matter	Thiourea + Ascorbic acid	171.67	110.08	107.36	94.50	105.84
	Dextrin + NH ₄ Cl	160.72	137.05	126.29	116.35	
	Control	162.21	105.07	104.83	97.75	
Decrease rate of the ditto(%)	Thiourea + Ascorbic acid	104.00	66.69	65.04	57.25	64.12
	Dextrin + NH ₄ Cl	97.37	83.03	76.51	70.48	
	Control	100	64.77	63.51	59.20	

生酵母に添加した場合、a)と同様な傾向が見られた。Thiourea-Ascorbic acid 混合添加のものは醗酵に対して賦活的であるが、両物質のそれぞれ単独のものの場合に比べて、中間的な数値を示している Dextrin-NH₄Cl 混合添加のものも、同じく抑制的に現われ、その数値も中間的である。尤も、これらの事はそれぞれ単独の場合の作用の特徴が相殺されて平均化したものと考えべきかは判らない。

乾燥中の経過は a) と比べて早く、その影響もあるが、醗酵力は対照に比べて、Thiourea-Ascorbic acid のものはやや低く、Dextrin-NH₄Cl のものは高かった。然し水分含量を考慮して比較すると3者同等の様である。

Thiourea-Ascorbic acid 混合添加のものは、醗酵力において、対照とあまり差はない。Thiourea は Ascorbic acid の効果を増強すると思われたが、結果としては思わしくなかった。

Dextrin-NH₄Cl 混合添加のものは、乾燥前と同じく中間的な傾向を示している。NH₄Cl 単独添加に比べて乾燥速度は早くなり、醗酵力は Dextrin 単独添加よりも向上している。

c) Table 3 には Thiourea-NH₄Cl と Ascorbic acid-NH₄Cl の2種混合と4種混合の場合の結果を示した。それは NH₄Cl 混合系のものが良好な結果を示したからである。

Table 3. The change of yeast during drying process adding two and four additional substance

Analytical item	Added substance	Drying time (hrs.)				
		0	3	6	9	11
Fermenting activity	Thiourea + NH ₄ Cl	53.31	88.03	96.97	93.77	95.48
	Ascorbic acid + NH ₄ Cl	54.05	89.48	100.42	93.85	108.11
	Thiourea + Ascorbic acid + Dextrin + NH ₄ Cl	53.62	84.22	95.94	94.08	97.60
	Control	53.60	105.71	99.97	97.97	82.02
Water content(%)	Thiourea + NH ₄ Cl	66.26	38.35	23.35	16.07	15.18
	Ascorbic acid + NH ₄ Cl	65.26	47.50	25.26	18.44	16.90
	Thiourea + Ascorbic acid + Dextrin + NH ₄ Cl	65.03	41.08	27.70	18.92	16.39
	Control	68.43	13.61	9.33	7.62	6.37
Fermenting activity per 1g dry matter	Thiourea + NH ₄ Cl	158.00	142.78	126.51	111.72	112.56
	Ascorbic acid + NH ₄ Cl	155.58	170.43	134.35	115.06	130.09
	Thiourea + Ascorbic acid + Dextrin + NH ₄ Cl	153.33	142.93	132.69	116.03	116.73
	Control	169.78	122.36	110.25	106.05	87.60
Decrease rate of the ditto(%)	Thiourea + NH ₄ Cl	93.06	84.09	74.51	65.80	66.29
	Ascorbic acid + NH ₄ Cl	91.68	100.38	79.13	67.77	76.62
	Thiourea + Ascorbic acid + Dextrin + NH ₄ Cl	90.31	84.18	78.15	68.34	68.75
	Control	100	72.06	64.93	62.46	51.59

生酵母に添加したのを見ると、この2つ試料は何れも NH₄Cl を含む故か、醗酵に対して抑制的である。

乾燥中の経過は何れも乾燥速度は遅くなり、醗酵力は対照に比べて何れも高い。而も Ascorbic acid-NH₄Cl は2種混合添加の全体を通じて最も高い。この組合せがこの様な結果を示すことは、

それぞれの単独添加の数値と比較すると興味がある。

以上 NH_4Cl 混合系のもは、醗酵そのものに対して抑制的ではあるが、酸化に対する保護作用は効果的である。而して、 NH_4Cl の作用については未だ不明の点があるが、Thiourea や Ascorbic acid と混合添加すれば、それらの作用に加えて NH_4Cl の作用もあらわれて、乾燥速度を遅くし、結果的には良好な事は注目すべきであろう。この NH_4Cl については Naylor and Smith は細菌細胞に対して保護作用を持つと言っているが、吸湿的作用には触れていない。乾燥酵母の製造においてはこの作用も因子の1つであるかも知れない。

d) 次に4種混合のものであるが、これまで述べた総ての作用が統合的にあらわれたものと思われる。

生酵母に添加したものは、 NH_4Cl の為か醗酵力に対して抑制的に作用する。

乾燥中の経過も、ほぼ同様であるが全体的な傾向から見れば僅かに前2者に優る様である。

(B) 貯蔵中における添加物質の保護効果

本実験においては、前記物質を単独に又は混合添加して乾燥した酵母を貯蔵して、これらの物質が貯蔵中の活力保持に関して、保護的效果があるか否かについて実験を行なった。その結果は Table 4~6 に示す通りである。

e) Table 4 には添加物質を単独に加えて乾燥した酵母の貯蔵結果を示す。

Table 4. The change of yeast during storage process adding one additional substance

Analytical item	Added substance	Storage period (days)			
		0	24	42	56
Fermenting activity	Thiourea	102.33	18.11	9.64	5.11
	Ascorbic acid	101.62	48.45	40.73	15.40
	NH_4Cl	100.57	42.40	36.32	13.57
	Dextrin	100.38	52.71	38.44	17.48
	Control	95.05	49.08	47.20	10.54
Water content(%)	Thiourea	12.79	8.13	9.15	6.70
	Ascorbic acid	12.18	9.47	8.38	7.35
	NH_4Cl	22.86	10.03	9.28	10.12
	Dextrin	14.34	9.73	7.13	7.08
	Control	11.54	10.62	6.90	6.96
Fermenting activity per 1g dry matter	Thiourea	117.33	19.71	10.61	5.47
	Ascorbic acid	115.71	53.51	44.45	16.62
	NH_4Cl	130.37	47.12	40.03	15.09
	Dextrin	117.18	58.39	41.39	18.81
	Control	107.44	54.91	50.69	11.32
Decrease rate of the ditto(%)	Thiourea	69.14	11.61	6.25	3.22
	Ascorbic acid	68.18	31.53	26.19	9.79
	NH_4Cl	76.82	27.76	23.58	8.89
	Dextrin	69.05	34.40	24.39	11.08
	Control	63.31	32.35	29.87	6.67

貯蔵に用いた乾燥酵母は(A)の実験にて製造されたものである。同一条件にて乾燥されたものであるが、添加物質の影響により乾燥曲線が違うので、本貯蔵実験に供された時の試料の水分含量は

同一でない。然し貯蔵中に更に脱水が進行するので、時日の経過と共にほぼ一定となった。

活力保持については、Thiourea 添加のものが速かに活力を消失した。Thiourea は乾燥中は優れた保護効果を表わすが、貯蔵においては何の効果もない。その他の物質のものは対照に比べて良好であり、Dextrin が最も効果がある。Ascorbic acid, NH_4Cl , Thiourea の順に効果が低下する。貯蔵においても Dextrin が特に優れた効果のあった事は、物理的保護作用が酵母の乾燥に対して有効である事を示すものである。

f) Table 5 に2種混合添加の乾燥酵母の貯蔵結果を示す。

Table 5. The change of yeast during storage process adding two additional substance

Analytical item	Added substance	Storage period (days.)			
		0	24	42	56
Fermenting activity	Thiourea + Ascorbic acid	88.34	55.44	31.25	6.34
	Dextrin + NH_4Cl	93.14	59.88	39.65	9.94
	Control	91.68	79.26	32.85	7.37
Water content(%)	Thiourea + Ascorbic acid	6.52	8.82	9.73	6.21
	Dextrin + NH_4Cl	12.00	10.09	8.87	6.80
	Control	6.21	9.49	7.31	8.07
Fermenting activity per 1g dry matter	Thiourea + Ascorbic acid	94.50	60.80	34.61	6.59
	Dextrin + NH_4Cl	105.84	66.59	43.50	10.66
	Control	97.75	87.57	35.44	8.01
Decrease rate of the ditto(%)	Thiourea + Ascorbic acid	57.25	37.48	21.33	4.06
	Dextrin + NH_4Cl	64.12	41.05	26.81	6.57
	Control	59.20	53.98	21.84	4.93

Table 6. The change of yeast during storage process adding two and four additional substance

Analytical item	Added substance	Storage period (days)			
		0	24	42	56
Fermenting activity	Thiourea + NH_4Cl	95.48	52.28	27.85	9.00
	Ascorbic acid + NH_4Cl	108.11	32.48	26.23	19.28
	Thiourea + Ascorbic acid + Dextrin + NH_4Cl	97.60	24.58	22.07	19.54
	Control	82.02	52.94	28.60	7.71
Water content(%)	Thiourea + NH_4Cl	15.18	9.33	8.76	5.97
	Ascorbic acid + NH_4Cl	16.90	9.20	8.96	6.55
	Thiourea + Ascorbic acid + Dextrin + NH_4Cl	16.39	9.48	8.39	7.00
	Control	6.37	9.83	7.54	6.63
Fermenting activity per 1g dry matter	Thiourea + NH_4Cl	112.56	57.65	30.52	9.57
	Ascorbic acid + NH_4Cl	130.09	35.77	28.81	20.63
	Thiourea + Ascorbic acid + Dextrin + NH_4Cl	116.73	27.15	24.09	21.01
	Control	87.60	58.71	30.93	8.25
Decrease rate of the ditto(%)	Thiourea + NH_4Cl	66.29	33.95	17.97	5.63
	Ascorbic acid + NH_4Cl	76.62	21.06	16.96	12.15
	Thiourea + Ascorbic acid + Dextrin + NH_4Cl	68.75	15.99	14.18	12.37
	Control	51.59	34.58	18.21	4.85

活力保持については Dextrin-NH₄Cl 混合添加のものが良好な結果となっている。Thiourea-Ascorbic acid 添加のものが長期になると、明らかに対照よりも悪いと言う事は、Thiourea の影響かと思われる。又更に乾燥酵母粒の表面密度が粗である事も考慮しなければならない。

g) Table 6 に NH₄Cl を加えた 2 種及び 4 種混合添加のものの貯蔵結果を示す。

Thiourea-NH₄Cl 混合添加のものは初期によく活力を保持していたが、終期になると急に低下した。これも Thiourea の影響と思われるが、対照よりはやや良好である。

Ascorbic acid-NH₄Cl 混合添加のものは初期に一旦活力は低下するが、それ以降は割合に活力を保持していた。これは 2 種混合添加全体の中で最高である。又一般的に NH₄Cl の混合されたものの結果が良い。

h) 4 種混合添加のものは、前者と殆ど同様の経過で終始したが、貯蔵を終るに当ってこれが全実験中で最高の活力保持の効果を示した。これは NH₄Cl 混合系のものと同じ傾向を示し、4 種混合の為か種々の作用が統合されて、乾燥中はさほど注目される存在ではなかったが、結果的には最も良好であった。更に長期の貯蔵では、更にその効果が明らかになるであろう。

本実験に使用した添加物質は総て、酵母の乾燥に対してそれぞれの保護作用があった。乾燥及び貯蔵を通じて Dextrin が最も効果があり、Ascorbic acid がこれに次いだ。NH₄Cl の行動も非常に特徴的であり、2 種混合添加は実験した範囲内では Ascorbic acid-NH₄Cl が最も効果があった。然し 4 種混合添加が最終的に最もその効果を保持した。この 4 種混合添加の作用の主体をなすものは Ascorbic-NH₄Cl であり、それを支えるものが Dextrin であろうと思われる。

〔IV〕 要 約

市販の圧搾パン酵母を用いて、これに Thiourea, Ascorbic acid, NH₄Cl 及び Dextrin を単独又は混合添加して、その抗酸化的効果を乾燥及び貯蔵を通じて実験した。

- 1) 単独添加ではそれぞれの特徴をもった効果が見られた。Dextrin が最も優れていた。
- 2) 2 種混合添加では特に NH₄Cl の行動が特徴的であった。Ascorbic acid-NH₄Cl が最も効果があった。
- 3) 4 種混合添加は乾燥及び貯蔵を通じて最終的には最も保護的效果が著しかった。

本報告の 1 部は木場浩蔵君の卒業論文である事を附記する。

文 献

- 1) J. Oyaas, M. J. Johnson and W. Peterson : Ind. Eng. Chem., **40**, 280 (1948)
- 2) T. C. Stamp : J. Gen. Microbiol., **1**, 251-256 (1947)
- 3) H. B. Naylor and P. A. Smith : J. Bact., **52**, 564-574 (1946)
- 4) E. Kawereau and W. R. Fearon : Nature, **153**, 384-385 (1944)

Summary

Experimented on anti-oxidation using commercial compressed baker's yeast added with additional substances and dried by forced-air drying. Thiourea, ascorbic acid, ammonium chloride and dextrin are used as additional substances. These substances are added singly, or two kinds, or more than that, anti-oxidation was tested.

(1) When one kind of substance was added, each showed characteristic result: and dextrin was good.

(2) When two kinds of substances were added, NH_4Cl showed especially characteristic action. Mixed addition with ascorbic acid was good.

(3) When four kinds of substances were added, it was found to be effective after all these tests.