- Report of the Pectin Sub-Committee of the Jam Panel, British Food Manufacturing Industries Research Association: *Analyst*, **76**, 536 (1951).
- 5) C.P.P.F. 法 (KERTESZ, Z.I.: The pectic substances, Interscience Pub. Inc., p. 485, 1951).
- 6) CHRISTENSEN, P.E.: *Food Research*, **19**, 163 (1954).
- 7) STUEWER, R., et al.: *Ind. Eng. Chem., Anal. Ed.*, **6**, 143 (1934).
- 8) OLSEN, A.G.: *Ind. Eng. Chem.*, **25**, 699 (1933).
- 9) LIVINGSTON, G.E., et al.: *Food Technol.*, **9**, 180 (1955).
- 10) COLE, G.M., et al.: *Food Ind.*, **2**, 219 (1930).
- 11) MESCHTER, E. E. and LATAILLADE, L. J.: *Food Technol.*, **3**, 28 (1949).
- 12) OLSEN, A.G., et al.: *Ind. Eng. Chem.*, **31**, 1015 (1939).
- 13) BENDER, W.A.: *Anal. Chem.*, **21**, 408 (1949).
- (1959年10月3日受理)

蛋白変性剤(特に尿素)の製パンに及ぼす影響 (第2報)

蛋白変性剤がパンの品質に及ぼす影響について

佐藤友太郎*・小柳妙子*

第1報¹⁾において、蛋白変性剤の小麦粉生地粘弾性におよぼす影響について検討を加えた。その結果、尿素や塩酸グアニジンは吸水をまし、最適生地形成時間を短縮し、耐混捏性を若干低下させ、どちらかといえば、添加直後の変化としては生地を軟化させる傾向がみられた。しかるに添加生地を放置すると、微量の酸化剤を添加したときのように、時間が経過するにつれ、生地の伸長度が低く、伸長抵抗が大きくなることを認めた。またこれらの変化がみとめられる添加量において、生地の醗酵を促進することを知った。そこで尿素を実際製パンに添加すれば、なんらかの効果が期待できるのではないかと考えられたので、製パン試験を行なつて添加効果を検討した。

実験ならびに考察

1. 実験室における小規模製パン試験

(1) 製パン原料配合

小麦粉(オーション) 300 g (100%), 砂糖 4%, イースト 2%, 食塩 2%, ショートニング 3%, 吸水適量。

(2) 製パン工程

第一醗酵 90 分, 第二醗酵 45 分, ベンチ 25 分, ホイロ 55 分, 焙焼 30 分 (220°C)。

(3) 製パン成績

i) 尿素の影響: 尿素を小麦粉に対して 0.5, 1.0, 2.0, 4.0% 加えた結果は第1表のごとくである。

第1表 尿素添加の影響

尿素添加量 %	対 照	0.5	1.0	2.0	4.0
パンの重量 g	441	434	435	425	441
パンの体積 cc	1,700	1,825	1,775	1,700	1,600
パンの硬さ *g(24時間)	86	61	56	59	99
" (72 ")	225	177	174	178	157
" (96 ")	248	205	200	206	263

* パンの内相 2.5×2.5×2.0 cm のパンを 2.5 mm 圧縮するに要する力(g)

尿素を 0.5~1.0% 添加するとパンの体積が大きくなり、また内相のすだち、触感がよくなる。しかし 2% 以上添加すると色がつきすぎて味もわるくなる。3% 以上になると、生地がベタつくようになりパン品質はかえって悪化する。

つぎにパンの老化に対する影響をみると、0.5~2.0% 添加の場合、かなりの効果がみられ、老化がほぼ 24 時間おそくなる。以上によつて尿素を適量添加すればパンの品質の向上に大きな役割を果たすことが認められた。

* 農林省食糧研究所(東京都江東区深川浜園町)

Effect of Protein Denaturants (especially Urea) on Bread Making. Part II. Effects on bread quality.
By TOMOTARO SATO and YOSHIKO KOYANAGI.

第2表 塩酸グアニジン添加の影響

塩酸グアニジン添加量 %	対 照	0.1	0.2
パ ン の 重 量 g	417	433	432
パ ン の 体 積 cc	1,775	1,675	1,700
パンの硬さ g (24時間)	50	61	55
〃 (48 〃)	141	128	118
〃 (72 〃)	188	209	208

ii) 塩酸グアニジンの影響：つぎに塩酸グアニジンを添加して製パン試験を行なった結果を第2表に示す。

第1報に示したように、塩酸グアニジンは、この濃度ではファリノグラフにはほとんど影響がなく、エクステンソンでは尿素と同じ作用を示した。ところが製パン試験の結果では、ファリノにおける挙動そのまま、対照とくらべてほとんど差がなく、むしろ若干わるい影響を示した。生地 pH の変化をしらべても、なんらの差もみとめられない。したがってこのマイナスの現象が何によつて起るかは現在のところ不明であるが、パンの場合尿素とは異なる種類の作用をもつのではないかと考えられる。

iii) 硫酸アンモニア添加の影響：さきに示した尿素の効果が蛋白変性剤としてではなく、窒素源として有効に働いたのではないとも考えられるので、硫酸アンモニアを窒素として同量加えてその影響をしらべた。結果を第3表に示す。

硫酸アンモニアをこのように多量添加すると、パンの品質にはわるい影響を与えるようで、小麦粉の0.5%に当る尿素中の窒素相当分の硫酸、すなわち1.1%の添加では、かなりパンの質がひどくなり、また褐変も進み商品として不適になる。したがって尿素の作用は窒素分の補給によるものではなく、やはり蛋白の変性剤としての上述の影響によるものと考えられる。

2. 工場規模における製パン試験

第3表 硫酸アンモニア添加の影響

硫酸アンモニア添加量 %	対 照	0.55	1.1	2.2
パ ン の 重 量 g	437	428	453	449
パ ン の 体 積 cc	1,775	1,700	1,620	1,640
パンの硬さ g (24時間)	78	56	75	90
〃 (72 〃)	172	169	176	249
〃 (96 〃)	206	215	205	250

尿素的添加影響は実験室的には以上のごとくほぼ確認できたので、つぎにこれを工場規模に拡大してその影響を検討した。工場における予備テストによつて、実験室における0.5%添加では褐変が進みすぎるので、0.1%添加とした。

(1) 製パン原料配合

小麦粉（紫牡丹4袋、ミリオン2袋）100%，砂糖2%，グルコース2%，コンデンスミルク2%，ショートニング4%，食塩2%，イーストフード0.2%，水60.5%。

(2) 製パン工程

中種法を採用し、尿素は本捏時に添加した。

中種生地：

混合時間 低速4分（24℃）

醗酵時間 5時間（最終生地温度29.5℃）

本捏生地：

混合時間 低速5分，高速8.5分（30℃）

フロアタイム 15分

分割・中間ねかし・整型 5分

ホイロ 40分（36℃）

焙 焼 40分（215℃）

(3) 製パン成績

まず作業中の知見としては、吸水量がやや増加するので、混合した直後には、対照生地に比べてやや軟かい感じがするが、中種醗酵終了時には、対照よりむしろしまった感じがあり、操作がきわめてやりやすくなる。醗酵が促進されるので、ホイロ時間を5分短縮して窯入れた。窯のびは良好で、5分短かいにもかかわらず対照と同様いやそれ以上の窯のびを示した。

焼上げパンについてみると、サンドイッチタイプに焼上げたのでパン体積には差がないはずであるが、膨脹がすぐれているので、パン型のすみずみまで膨脹して、角の立つたパンになった。これからみると、もしホイロ時間を同一にし、蓋をしないパン型で焼いたならば、パンの体積は非常に大きな差を示したであろう。

パンの品質については、前の実験室的試験においてはあまり言及しなかったが、今回は大量の試料があるので、パネルテストによる官能試験を行なった。その結果は第3報として報告する予定であるが、結論だけを述べると、尿素が分解してアンモニアを発生して異味・異臭でも残りはしないかと案じたが、外観・すだち・触感・香味など、対照とほとんど変りがなかった。

なおパンの老化におよぼす影響をみた結果は第4表のごとくで、尿素は明らかにパンの老化をおくらせることが再確認された。なおパンの水分は対照43.2%に対し

て、45.6%で尿素添加パンの水分が多く、対照に比べて多量に添加した水は蛋白質その他とよく結合して、焙焼によつて簡単に蒸散しないことを示している。このことが尿素の変性剤としての作用として重要なのである。

3. 尿素添加パン中の残存尿素について

尿素0.1%添加することによつて、パンの体積は増大し、かつ老化が非常におくれることを知った。そしてパンの品質にはなんらの悪影響もないことを認めた。

尿素を使用する場合、分解されてアンモニアを生じ、これが異味・異臭の原因になりはしないかという疑問がある。官能試験の結果は上述のように心配はないのである。

第4表 尿素がパンの老化におよぼす影響

パンの 部 位	焼上後24時間		48 時 間		72 時 間	
	対照	尿素添加	対照	尿素添加	対照	尿素添加
1	125	99	195	115	303	243
2	135	55	276	195	301	205
3	143	63	219	163	229	195
4	146	84	243	183	244	212
5	145	98	206	182	342	200
6	134	96	266	180	295	248
7	121	85	297	192	194	236
8	85	91	182	151	255	212
9	111	50	145	205	301	157
10	121	55	242	139	254	208
11	97	64	236	218	—	—
平均	124	76	228	175	272	212

注：3斤棒パンの両端を切りとり、2cmの幅にスライスし、その中央部から $2.5 \times 2.5 \text{ cm}^2$ の大きさに切りとつて、その硬さを測定した。分散分析を行なう必要もなく、明らかに有意差が認められる。

るが、化学的にも考察すべく、パン中の残存尿素とアンモニアを測定した。これらの定量は尿素肥料分析法²⁾によつた。

その結果、0.1%の尿素添加において、アンモニアの存在は皆無であり、尿素は86.8%残存することを認めた。すなわち、小麦粉100gに対し100mgの尿素を添加するとき、約87mgはそのまま残り、13mgは酵母によつて同化利用されるためアンモニアとしては残らないのであろう。

ま と め

尿素を添加した場合に、パンの品質にいかなる影響を与えるかを、実験室にまた工場規模において試験した結果はつぎのごとくである。

(1) 尿素は生地 of 熟成と醗酵を促進するので、醗酵時間が等しい場合は、パンの体積が増大し、逆に同じ体積のパンを作るに要する時間はかなり短縮される。

(2) この影響は尿素から供給される窒素のためではなく、蛋白変性剤としての作用によるものと考えられる。

(3) かくして作られたパンは官能試験の結果、無添加パンにくらべて、なんらの遜色がなく、むしろ老化の点においては、対照にくらべてかなりいちじるしい差があり、老化がおそくなることが認められる。

(4) 尿素を0.1%添加したパンには、約87%の尿素がそのまま残存し、アンモニアの存在は認められない。

終りに本実験を遂行するに当たり、種々御協力いただいた東洋高圧工業株式会社に感謝する。

文 献

- 1) 佐藤友太郎, 渡辺 修, 小柳妙子: 農産技研誌, 5, (1), 8 (1958).
- 2) 尿素肥料分析法: 日本硫酸工業協会 (昭32年3月). (1959年10月28日受理)