加糖中種法菓子パン製造における発酵条件が 製品の香気成分に与える影響[†]

弘 中 泰 雅*

Effect of Fermentation Conditions on the Flavor Substances in Sweet Baked Goods Produced by the Sugar Containing Sponge Dough Method

(Studies on the Processing conditions in Bread Making Part VII)

Yasumasa HIRONAKA*

* Research Laboratory, Shôgetsu-Dô Baking Co. Ltd.
Sawanami, Nishikiwa-ku, Ube-shi, Yamaguchi 755-01

The relationship between four fermentation conditions in pastry production by the sugar containing sponge dough method and flavor substances in products were investigated using the experiment of orthogonal L_8 design. The four fermentation conditions were sponge dough mixing temperature, sponge dough fermentation time, dough mixing temperature and floor time. The flavor substances in the products were analyzed by a headspace gas chromatography. Alcohols and acetone in the products were increased with sponge dough fermentation time. Aldehydes in the products were not affected by the four fermentation conditions. The peak regarded as acetoin was increased with sponge mixing temperature and sponge dough fermentation time.

(Received Apr. 21, 1984)

パンはほのかな香りを持つ発酵食品であるが、その香りは食品としての価値を左右し、製品判定¹⁾の項目の1つにも入っている。したがってパンのフレーバーについては古くからの関心もたれてきたが、1940年代以前にはその研究は少ない。1950年代に入ると分析機器の進歩に伴い、その報告²⁾も増加し約70種のパンの香気成分が確認されている。しかし他の発酵食品や嗜好食品に比べて、その報告の数は少なく、特に我が国においてはほとんど見られない。

パンのフレーバーに関して、発酵の影響^{3)~8)}、焼成の影響³⁾⁶⁾⁸⁾および原材料の影響⁹⁾の報告がみられるが加糖中種法における発酵の影響についての報告は見られない。本報においては日本独特の生地配合により作られる

菓子パンのフレーバー成分が発酵条件によりどのような影響を受けるか実験計画法¹⁰⁾直交表 L_8 に基づき、中種捏上温度、中種発酵時間、本捏上温度、フロアタイムに着目し製パン実験を行った。

実 験 方 法

1. 製パン法

前報¹¹⁾と同様小麦粉2kgを用いてTable 1に示す配合比率で加糖中種法により製パン実験を行った。本実験の要因となる発酵条件は各2水準としTable 2に示した。要因の水準の割付けは L_8 直交実験計画法に基づいて行い、Table 3に示した。要因以外の製造条件も前報¹⁸⁾と同様に行った。

† パン製造中の工程条件に関する研究 (第7報 (前報, 文献13))

* 松月堂製パン株式会社 研究室 (〒755-01 山口県宇部市西岐波区沢波)

Table 1 Formulas for doughs

Materials	Maker	Ratio (%)
(Sponge dough)		
Semi hard wheat	Nisshin Flour Milling Co.	70.0
Yeast	Oriental Yeast Co.	3.0
Glucose	Nippon Starch Co.	5.0
Yeast Food	Shinka Syokuhin Co.	0.08
Water		40.0
(Dough)		
Semi hard wheat	Nisshin Flour Milling Co.	30.0
Salt	Naikai Engyo Co.	0.8
Sugar	Nippon Tensai Seitô Co.	20.0
Shortening	Kanegafuchi Chem. Industry Co.	5.0
Skim milk powder	Show Brand Milk Products Co.	1.5
Egg		8.0
Water		13.0

Table 2 Factor and level

Factor	First level	Second level
A : Sponge mixing temperature	A ₁ =23°C	A ₂ =26°C
B : Sponge fermentation time	B ₁ =2 h	B ₂ =3.5 h
C : Dough mixing temperature	C ₁ =27°C	C ₂ =30°C
D : Floor time	D ₁ =15 min	D ₂ =45 min

Table 3 Lay out of experiment

Factor				
	Sponge mixing Temp.	Sponge fermentation time	Dough mixing time	Floor time
1	23°C	2 h	27°C	15 min
2	23	2	30	45
3	23	3.5	27	45
4	23	3.5	30	15
5	26	2	27	45
6	26	2	30	15
7	26	3.5	27	15
8	26	3.5	30	45

2. 分析装置および操作

(1) フレーバーの測定

フレーバー成分の測定は内部標準法によるヘッドスペース法ガスクロマトグラフィー⁽¹²⁾⁽¹³⁾にて行った。

(2) ガスクロマトグラフィー

機種：日立 163 型，検出器：水素炎イオン化型 (FID)，

キャリアーガス：N (30 ml/min)，カラム：ガラス製カラム管 (3mm×2 m) に PEG 6000 15%/uniport B (60/80 mesh) を充填，カラム温度：80°C，注入口温度：200°C

(3) 分析操作

ヘッドスペース捕集びんの概略は Fig. 1 に示した。

内容積 550 ml の試薬びんにクラム 40 g を気孔をつぶさ

Fig. 1 Apparatus for trapping head space gas

Fig. 2 Relationships between internal standard peak height and incubation time at 30°C
Sample size: ○ 0.2 µl, ● 0.3 µl

Fig. 3 Typical gas chromatogram of headspace gas of Japanese pastry crumb

1. Noise 2. Unidentified 3. Acetaldehyde
4. *iso*-Butylaldehyde+Acetone 5. Ethylacetate
6. Ethylalcohol 7. *n*-Propylalcohol 8. *iso*-Butylalcohol 9. I.S. *n*-Butylalcohol 10. *iso*-Amylalcohol 11. Unidentified

ない様に入れ、内部標準物質をスポットした濾紙をびんの口部に挿入し、口部の部品を Fig. 1 の様に装着した。これを 30°C、2 時間 30 分のインキュベーションにより、ヘッドスペースガスを平衡化させ、その 1 ml を採取してガスクロマトグラフィーに供した内部標準物質としてパンのフレーバー成分と類似であり、フレーバー成分²⁾として報告されていない *n*-ブタノールを選定した。

内部標準物質である *n*-ブタノールの 30°C におけるインキュベート時間のピーク高に及ぼす関係を Fig. 2 に示した。内部標準物質のヘッドスペース中で定常濃度に達する時間は 0.3 µl の場合は 2 時間であった。ポーラスな組織をもつパンクラムは LANGMUIR の吸着等温式¹⁴⁾に準じて表面積の差により *n*-ブタノールのヘッドスペース濃度に影響することは十分に予想されるので、サンプルごとのピークの定量¹⁵⁾は内部標準物質である *n*-ブタノールの面積を 100 として相対ピーク面積比で表わした。

(4) ヘッドスペースガス成分の同定

菓子パンクラムのヘッドスペースガス中のピークは Fig. 3 のように 11 程度のピークが得られた。各ピークの同定は極性の異なる固定相液体として Silicone XE-60, Ethylene glycol adipate (EGA), Gaskuropack 54 を併用し、*n*-ブタノールとの相対時間の比較によって行った。

結果及び考察

パンクラムのヘッドスペース中でエチルアルコールは最も多量に存在する香気成分であり、Table 4 に示される様に製品クラム中の残存量は中種発酵時間の延長により増加したが、他の発酵条件の差は認められなかった。製品中のプロピルアルコールもエチルアルコールと同様に中種発酵時間の延長により多く残存する傾向にあった。*iso*-ブチルアルコールと *iso*-アミルアルコールも同様に中種発酵時間の延長に伴って残存量は増加したが、他の発酵条件の効果は見られなかった。

アセトアルデヒドの残存量は Table 5 に示すように 4 つの発酵条件の影響を受けなかった。*iso*-ブチルアルデヒドとアセトンの合さったピーク 4 は中種発酵時間の延長に伴って増加したが、*iso*-ブチルアルデヒドはアセトアルデヒドと同様³⁾に焼成中の生成が推察されるので、もう 1 つの成分であるアセトンの生成が中種発酵時間の影響を受けて中種時間の延長によって増加していると考えられた。

PEG 6000 の保持時間によりピーク 2 はホルムアルデ

Table 4 Ethylalcohol (peak 6 in Fig. 3)

	Relative peak area	Effect	Variance	Factor	Variance ratio
1	13 220	18 450			
2	16 370	110	9.68	C	0.007
3	29 050	- 3 330	8 871.12	B	6.378
4	22 040	- 550	242.00		
5	16 140	1 720	2 366.22	A	1.702
6	14 750	855	584.82		
7	15 830	- 2 045	3 345.62		
8	20 200	- 1 990	3 168.08	D	2.278

Ve(error variance)=1 390.813 LSD (least significant difference)=83.911

F(1.3; 0.01)=34.1, F(1.3; 0.05)=10.1, F(1.3; 0.10)=5.54

Table 5 Acetaldehyde (peak 3 in Fig. 3)

	Relative peak area	Effect	Variance	Factor	Variance ratio
1	29.20	41.513			
2	41.30	1.888	28.501	C	0.060
3	88.40	- 6.012	289.201	B	0.604
4	39.10	- 7.538	454.511		
5	30.50	7.988	510.401	A	1.066
6	41.00	7.413	439.561		
7	25.50	- 8.238	542.851		
8	37.10	- 7.813	488.281	D	1.019

Ve $\div$ 478.97 LSD $\div$ 49.243

Table 6 Unidentified (peak 11 in Fig. 3)

	Relative peak area	Effect	Variance	Factor	Variance ratio
1	5.60	8.525			
2	7.70	-0.350	0.98	C	1.560
3	7.90	-0.950	7.220	B	11.491
4	8.40	-0.325	0.845		
5	8.20	-1.125	10.125	A	16.114
6	8.80	-0.300	0.720		
7	11.00	0.200	0.320		
8	10.60	-0.075	0.045	D	0.072

Ve $\div$ 0.628 LSD $\div$ 1.784

ヒド、ピーク 11 はアセトインであると推察される。ピーク 2 はアセトアルデヒドと同様 4 つの発酵条件の影響を受けなかった。ピーク 11 は Table 5 に示される様に中種捏上温度が高く、中種発酵時間が長い方がかなり多量にクラム中に残存したが、本捏上温度、フロアタイムの影響は受けなかった。

上述したアルコール類は中種発酵時間の延長によって残存量は増加したが、これはこれらのアルコール類が中種工程で主として生成していることを示し、3°C の中種捏上温度差は残存量に影響しないことを示している。

COLE⁴⁾によってエチルアルコールが製パン工程の初期に生成が最大に達することが報告されており、本実験

において中種工程でアルコール類が生成する事実と一致した。MILLERら²⁾によってカルボニル化合物が発酵中に存在することが報告され、又生地中の細菌類によりアセトン⁵⁾およびアセトインとジアセチル²⁾が生成することが報告されているが、本研究においてはクラム中の残存アルデヒド類が発酵条件により影響を受けなかったことより、アルデヒド類の主たる生成過程が発酵段階でないと考えられた。一方焼成中の褐変作用によりアルデヒド類が著しく増加することが報告³⁾され、アルデヒド類の主たる生成過程は焼成工程であると考えられた。アセトインと推察されるピーク11は中種の捏上温度の上昇並びに発酵時間の延長により残存量が増加し、又アセトインは発酵に伴って生成することが報告²⁾されているが、アセトイン自体はほとんど香りのない物質でありパンのフレーバーに直接影響を与えているとは考えられない。しかし発酵食品の重要な香り成分であるジアセチル¹⁶⁾の関連物質であり、反応性に富む物質であるので一層の検討の必要があると思われた。

要 約

加糖中種法の発酵条件が製品クラム中の残存香気成分量に与える影響を検討した。

(1) アルコール類とアセトンの残存量は中種発酵時間の延長により増加した。

(2) アルデヒド類の残存量は発酵条件の影響を受けなかったが、アセトインと推察されるピークは中種捏上温度上昇、中種発酵時間延長により増加した。

文 献

- 1) 藤山諭吉: 試験法 (日本パン技術研究所, 東京), p. 5 (1975).
 - 2) WISEBLATT, L.: *Bakers Dig.*, **35**, October, 60, (1961).
 - 3) BAKER, J. C., PARKER, H. K. and FORTMANN, K. L.: *Cereal Chem.*, **30**, 22 (1953).
 - 4) COLE, E. W., HALE, W. S. and PENCE, J. W.: *Cereal Chem.*, **39**, 114 (1962).
 - 5) KOHN, F. E., WISEBLATT, L. and FOSDICK, L. S.: *Cereal Chem.*, **38**, 165 (1961).
 - 6) WISEBLATT, L. and HANI F. ZOUMOT: *Cereal Chem.*, **40**, 162 (1963).
 - 7) RICHARD-MOLARD, D., NAGO, M. C. and DRAPRON, R.: *Bakers Dig.*, **53**, June, 34 (1979).
 - 8) WISEBLATT, L.: *Cereal Chem.*, **37**, 728 (1960).
 - 9) SOSULSKI, F.: *Cereal Chem.*, **56**, 533 (1979).
 - 10) 奥野忠一, 芳賀敏郎: 実験計画法 (培風館, 東京) (1980).
 - 11) 弘中泰雅: 日食工誌, **31**, 613 (1984).
 - 12) CHARALAMBOUS, G., ed.: *Analysis of Food and Beverages* (Academic Press, New York), p. 105 (1979).
 - 13) 箴島 豊・下田満哉・入来栄美子・伊東裕子・坂根康伸: 日食工誌, **26**, 105 (1979).
 - 14) BARRON, G. M. (藤代亮一訳): 物理化学(下) (東京化学同人), p. 757 (1971).
 - 15) 松隈 昭: ガスクロマトグラフィーの実際 第2版 (東京化学同人), p. 132 (1982).
 - 16) 井上 喬: 化学と生物, **16**, 706 (1978).
- (昭和59年4月21日受理)