プロテアーゼのビスケット製造への利用

石田欽一*・長崎雅之**

Use of Proteases in Biscuit Processing

Kin-ichi ISHIDA* and Masayuki NAGASAKI**

* Industrial Research Institute, Aichi Prefectural Government,
Nishishinwari, Hitotugi-cho, Kariya-shi, Aichi 448

** Takeda Confectionery Co. Ltd., 1-1, Shinkawa,
Inuyama-shi, Aichi 484

The effects of protease treatment on biscuit processing were investigated and compared with those of sodium hydrosulfite. The enzymes used were bromelain, papain, two kinds of fungal protease (Denazyme and Amano-A) and bacterial protease (Biopraxe). In the case of biscuit dough, the addition of the proteases and sodium hydrosulfite resulted in decreases in dough development time and resistance to extension. Sodium hydrosulfite increased the extensibility of the dough more than the proteases. The proteases and sodium hydrosulfite decreased the shrinkage of biscuit dough on baking process and increased the shortness of biscuit. These effects of bromelain were more remarkable among the five proteases. These results suggest that the use of protease instead of sodium hydrosulfite is available in biscuit processing.
(Received Jan. 19, 1989)

前報¹⁾において中力粉及び強力粉のドウに対する起源を異にするプロテアーゼの添加効果を調べ、起源によって差の大きいことを認めた。本報ではビスケットドウ及びビスケットに対するプロテアーゼの添加効果を、次亜硫酸ナトリウムの効果と比較しつつ検討し、興味ある知見を得たので報告する。

実験方法

1. 小麦粉

強力粉（日清製粉製、カメリヤ）、中力粉（日清製粉製、月）を使用した。

2. プロテアーゼ及び次亜硫酸ナトリウム

プロテアーゼは前報¹⁾と同様 Table 1 に示す起源を

Table 1 Proteases used in the experiment

Protease	Activity*(D ₁₀ ^{30°} U/g)	Source
Bromelain	6.1×10 ⁴	Pineapple (Nagase Biochemical Co., LTD.)
Papain	1.5×10 ⁴	Papaya (Nagase Biochemical Co., LTD.)
Amano A	7.1×10 ⁴	<i>Aspergillus oryzae</i> (Amano Pharmaceutical Co., LTD.)
Denazyme AP	7.2×10 ⁴	<i>Aspergillus oryzae</i> (Nagase & Co., LTD.)
Biopraxe SP-4	4.1×10 ⁴	<i>Bacillus subtilis</i> (Nagase & Co., LTD.)

* Protease activity was expressed as µg of produced tyrosine when each protease was added to a 2% milk casein solution and incubated for 10 min at 30°C.

* 愛知県工業技術センター（〒448 愛知県刈谷市一ツ木町西新割）

** 竹田製菓株式会社（〒484 愛知県犬山市新川1-1）

異にするプロテアーゼ5種を、また、次亜硫酸ナトリウムは試薬1級品をそれぞれ使用した。これらの添加量はビスケット配合中の小麦粉ベースとし、水に溶解もしくは懸濁させて使用した。

3. ビスケットの製造

Table 2 に示す配合によってプラストグラフに接続したファリノグラフミキサーで25分間混捏してビスケット生地を調製した。この生地を4段階にローラーをかけ、厚さ約1mmのシートにし、生地の展延方向が縦長になるように長方形(63×38mm)に型抜きした。これを天板に並べ180℃のオープン中で8~9分間焼成した。

4. 測定方法

(1) プロテアーゼの力価：基質としてミルクカゼインを用い、プロテアーゼを作用させた後のチロシン含量を測定するFolin法²⁾によって測定した。

(2) ビスケット生地のファリノグラム：水以外のビスケット配合材料をファリノグラフミキサーに入れ、ミキシングをして十分混合する(1~2分)。所定量の酵素あるいは次亜硫酸ナトリウムを混合した水をミキサーに入れ、ミキサー温度20℃で40分間ミキシングする。ファリノグラフのスケールを5倍にして記録した。

(3) ビスケット生地の引張り試験：ファリノグラフミキサーで40分間ミキシングした生地を、ローラーを使用して4mmの厚さに展開する。これを展延方向に平行に4cm幅に切ったものを4枚用意し、それぞれをドウホルダーにのせ30℃のキャビネットに入れ、各2枚を5分後、40分後に取り出し、エキステンソグラフによって引っ張り試験を行い、伸長度、伸長抵抗、形状係数を求めた。

(4) ビスケットの形状、硬度の測定：焼成したビスケットを10枚抽出し、それぞれについてノギスで縦、横、厚さを測定後、オートグラフ(島津製IM-100S型)で

ビスケットの短辺方向にプランジャー(幅60mm、厚み10mmで刃の部分が半円状の板状プランジャー)をのせ、圧縮し、折損強度を求めた。

実験結果及び考察

1. ビスケットドウに対する添加試験

ビスケットの生地をファリノグラフミキサーによって調製したが、そのときの生地形成時間のプロテアーゼ添加による変化をFig. 1に示した。プロテアーゼ添加量は小麦粉ドウの場合よりも10倍量多くし、ブロメラインは0.001%、他は0.01%~0.05%とした。

生地形成時間は添加量の増加につれて短くなったが、小麦粉ドウの場合¹⁾と同様にブロメラインの添加効果が他のプロテアーゼに比べて著しかった。またバイオブラーゼはアマノA、パパイニンに比べて効果が小さかった。次亜硫酸ナトリウムの添加効果をプロテアーゼと比較すると100ppmの添加でブロメライン0.001%、アマノA0.02%添加と同程度の効果があった。ファリノグラフミキサーで40分混捏した生地のエキステンソグラム特性値をTable 3に示した。プロテアーゼの添加により伸長抵抗は添加量の増加につれて減少するが、伸長度はある添加量までは増大するものの、それ以上の添加量では逆に低下する。このため形状係数はある添加量までは小さくなるが、それ以上では逆に大きくなる。これに対して次亜硫酸ナトリウムでは伸長抵抗の低下とともに伸長度が大きくなる。すなわち次亜硫酸ナトリウム添加は軟らかく、よく延びる生地になるが、プロテアーゼ添

Fig. 1 Changes in the development time of biscuit dough treated with the proteases or sodium hydrosulfite

△ Bromelain, ▲ Papain, ○ Amano A, ● Denazyme, □ Bioprase, ◎ Sodium hydrosulfite

Table 2 Formulation of biscuit dough

Ingredient	Weight(g)
Wheat flour (hard)	300.0
Shortening oil	25.8
Sucrose	67.8
NaCl	3.7
Ammonium bicarbonate	3.3
Sodium bicarbonate	0.9
Water	85.0

Table 3 Characteristic extensograph properties of biscuit dough containing protease or sodium hydrosulfite

Additive	Added to dough (%, flour base)	Holding time					
		5 min			40 min		
		R*	E*	R/E	R*	E*	R/E
Papain	0.005	510	80	6.4	550	72	7.6
	0.02	430	104	4.1	470	74	6.4
	0.05	410	71	5.8	455	57	8.0
Amano A	0.01	555	97	5.7	585	88	6.7
	0.02	415	122	3.4	470	98	4.8
	0.04	360	116	3.1	425	99	4.3
Bromelain	0.001	495	83	6.0	545	85	6.4
Denazyme	0.01	470	108	4.4	520	89	5.8
Biopraxe	0.05	470	116	4.1	525	78	6.7
Sodium hydrosulfite	0.01	435	133	3.3	470	112	4.2
	0.02	325	216	1.5	380	127	3.0
Without protease		635	99	6.4	700	79	8.9

* R and E are resistance to extention and extensibility of dough, respectively.

Table 4 Properties of biscuit containing protease or sodium hydrosulfite

Additive	Added to dough (%, flour base)	Dimension (mm)			Fracture force (kg)
		Length	Width	Thickness	
Bromelain	0.001	62.4	38.9	4.6	1.96
Papain	0.02	62.3	39.2	4.5	1.97
Amano A	0.02	61.6	38.8	4.4	1.61
Denazyme	0.02	61.9	39.4	4.6	1.78
Biopraxe	0.1	62.1	39.1	4.2	1.44
Sodium hydrosulfite	0.01	63.0	39.7	4.1	1.71
Without protease		61.1	37.8	4.9	2.47

加では切れやすい生地となり、ここに両者の作用機作の違いが現れているものと思われる。しかしながら、これからプロテアーゼの添加による物性の変化はビスケット製造においては好ましい効果を示すものと考えられる。

2. プロテアーゼ及び次亜硫酸ナトリウムを添加したビスケットの性状

ファリノグラフミキサーで 25 分間混捏したビスケット生地を用いて製造したビスケットの性状を Table 4 に示した。プロテアーゼ及び次亜硫酸ナトリウムを添加したビスケットは、いずれも対照よりも薄く、縦、横も長く縮み防止効果が認められた。このうち次亜硫酸ナトリウム添加のビスケットはプロテアーゼ添加のものよりも縮みが少なかった。酵素間ではブロメラインが他の酵

素よりも低い添加量で同等の効果を示し、縮み防止効果の大きいことが認められた。

ビスケットの厚みは、次亜硫酸ナトリウム添加のものがプロテアーゼ添加のものよりも薄く、焼成による膨化の少ないことが認められ、次亜硫酸ナトリウムは s-s 結合の還元³⁾によるグルテンコントロール、また、プロテアーゼは形成されたグルテンのペプチド結合の切断によるグルテンコントロールというビスケット生地に対する作用の差を示してゐる。折損強度も対照に比べて小さかったが、折損強度/厚みはプロテアーゼ添加の方が小さく、よりソフトであることを示している。これはプロテアーゼ添加のビスケットの方が次亜硫酸ナトリウム添加のものよりも膨化が大きかったためといえる。

以上のことから、プロテアーゼ添加はビスケット生地
の収縮防止、製品品質の改良に効果があり次亜硫酸ナ
トリウムに替わる使用が可能であることを示している。またそ
の効果はプロテアーゼの種類によってかなりの差がある
ことも認められた。佐藤⁴⁾はパバイン、バイオブラーゼ、
放線菌起源のプロテアーゼ及び麹菌アルカリプロテアー
ゼを使用し、製パン用小麦粉生地の粘弾性及び製パン性
を比較し、粘弾性への影響は大きい順に並べると、プロ
ナーゼ、パバイン、バイオブラーゼ、かびプロテアーゼで
あり、またパンの体積に対してはプロナーゼの影響が一
番大きく、体積は小さくなるという悪い影響を示し、逆
に、かびプロテアーゼは影響は少ないものの少量の添加
で体積の増加がみられるなどプロテアーゼの種類により
影響に差があることを認めている。

ビスケットの場合には生地の展延性の改良と収縮防止
の点からみて生地の粘弾性に対する影響が大きなもの
の方が良好な結果となり、パンの場合と様相を異にしてい
るが、プロテアーゼの使用に当たってはその種類に留意
する必要があることをともに示唆しているものといえる。

要 約

ビスケット製造におけるプロテアーゼの添加効果を知
るため、起源の異なるプロテアーゼをビスケットドウ及
びビスケットに添加しその粘弾性を測定し、その効果を
次亜硫酸ナトリウムの効果と比較した。

(1) ビスケット生地をファリノグラフミキサーで調整

したとき、生地形成時間は、プロテアーゼ添加によって
短くなり、中でもプロメラインが最大の効果を示した。
これらの生地のエクステンソグラムでは酵素添加量の増
加と共に伸長抵抗は低下した。このとき、伸長度は増加
するが、さらに酵素添加量を増すと低下し切れ易い生地
となった。これに対し、次亜硫酸ナトリウム添加では伸
長抵抗の低下と共に伸長度も増加し、プロテアーゼ添加
よりもよく伸びる生地となった。

(2) プロテアーゼ、次亜硫酸ナトリウムを添加したビ
スケットは、対照に比べて薄く、長、短辺が長く、折損
強度も小さいものとなり、添加による改良効果が認めら
れた。また、酵素間ではプロメラインの効果が最も大き
かった。

終りに、酵素を御提供いただいた天野製薬(株)、長瀬
産業(株)及び、小麦粉を御提供いただいた日清製粉(株)
にお礼を申し上げます。

文 献

- 1) 石田欽一・長崎雅之：日食工誌 36, 1003 (1989)
- 2) 日本醤油技術会：規準しょうゆ分析法, p. 29 (1966).
- 3) MATSUMOTO, H., OSHIMA, I. and HLYNKA, I.: *Cereal Chem.*, 37, 710 (1960).
- 4) 佐藤友太郎・岡田経子・渡辺 修：日食工誌, 9, 326 (1966).

(平成元年1月19日受理)