

## Doughの性質および製パン性に及ぼす *Euglena* 添加の影響 (第1報)

柴田 亜樹, 濱渦善一郎  
(武庫川女子大学生活環境学部食物栄養学科)

### Effect of addition of *Euglena* (*E. gracilis*) on Properties of Dough and Breadbaking I

Aki Shibata and Zen-ichiro Hamauzu

Department of Food Science and Nutrition  
Mukogawa women's University, Nishinomiya 663, Japan.

Wheat flour has about 10% protein, but the amino acid score is low because of less amount of lysine. In this investigation *Euglena* which has a large amount of nutrients was added to bread for enriching protein and other nutrients. The amount of *Euglena* added was 0.5%, 1.0% and 2.0% to wheat flour. The test of breadbaking showed that 1% addition gave the highest specific volume of the flour different conditions in *Euglena* content (0 to 2.0%). The hardness of bread was tested with apparatus for rheological properties. The bread baked with 1.0% addition of *Euglena* was hardest. The effect of addition of *Euglena* to the dough on the rheological properties were investigated. In the farinographic properties the stabilities of the four doughs (0 to 2.0% addition) showed close values for control, 0.5% and 1.0% addition. The 2.0% addition, however, gave significantly low stability. And the hardness of dough tested with rheology apparatus was highest in 1.0% addition. Control and 2.0% addition showed close values in hardness which were lower than that of 1.0% addition. Consequently, 1.0% addition was found to be most effective compared to 0.5% and 2.0% additions judging from breadbaking ability and farinographic behavior.

#### 緒 言

小麦粉は、約10%のタンパク質を含むが、アミノ酸バランスが良くなく、特にリジンが少ない。タンパクの[質]の問題は、牛乳、卵、肉、魚、豆類のような生物価の高いタンパク食品を食べ合わせることで解消されるが、安価な動植物タンパク質の添加により小麦粉を強化して、栄養価を改善するのも有効な方法であり、その一つとして *Euglena* が挙げられる。

*Euglena* は、広くは、動物学で原生動物門 (Protozoa) の鞭毛虫綱 (Mastigophorea), 植物学ではミドリムシ植物門 (Euglenophyta) の双方の分類

学表に記載される生物である。本研究に用いた *Euglena* は、従来栄養源としても研究されてきた *Euglena gracilis* (*E. gracilis*) であるが、タンパク質の栄養価は化学的評価法で非常に高い上に、豊かなビタミン源であるとの報告もされている。また *Euglena* は、培地から栄養素を取り込む特性を持つため、培養条件を選べばさらに優れた栄養価を期待できる新しい栄養源とも言える生物である。

本研究は、食品の加工過程で、パンの栄養価の改善を目的として *Euglena* を添加した時の小麦粉 Dough の物性と製パン性におよぼす効果を食品レオロジーの見地から検討したものである。

## 材料および測定方法

### I. 製パン法

小麦粉は、奥本製粉(株)より強力粉ヘルメスを、ドライイーストは、旭フーズ(株)よりフェルミパンを、また *Euglena* は、大阪府立大学農学部栄養化学研究室よりそれぞれ提供されたものを用いた。製パンはナショナルホームベーカリー SD-BT100W を用いて全自動で行った。配合割合を Table 1 に示す。

Table 1. Composition of bread dough.

Ingredient	
Wheat Flour	280.0g
Sugar	17.0g
Salt	5.0g
Dry Yeast	3.0g
Water	210.0ml

Table 1 に示した配合を Control とした。 *Euglena* を小麦粉に対して、0.5%、1.0%、2.0% と添加量を変えて混合したものを以下の検討試料とした。

### II. 測定方法

#### 1) Dough の物性の測定

**硬さ** 硬さは不動工業(株)のレオメーター(NRM-2002J型)で測定した。ホームベーカリーで80分間混ねつけた Dough を円筒形のカップ(2.6×6.0 cm)に入れ、直径1.0 cmのプランジャーを Dough の表面から2.0 cmの深さまで加重して発生する応力を硬さとして表した。試料台の速度は6 cm/min とした。

**吸水率** 吸水率(Water absorption), 生地 of 安定性(Stability), はブラベンダー社製ファリノグラフで測定した。300g ミキサーを使用し、測定温度はすべて30℃とした。

**Dough 組織の SEM 観察** Dough 試料を凍結乾燥後、金蒸着し、日立 S-530 型走査型電子顕微鏡(SEM)で組織の状態を20kvで観察した。

**糊化温度** デンプンの糊化温度は示差走査熱量計 Shimadzu DSC-50 で測定した。

#### 2) 焼成パンの物性の測定

**平均気泡径** Crumb の気泡径は、Pias Com-

puter Image Analyzer(PIAS LA555), CCD camera PX-380, Victor color monitor(AV-M150S)で測定した。パンを縦に二等分して、その切断面の中心部分(6.0×6.0 cm)の画像解析を行った。切断には、TOSHIBA TPK-10 の電動パンナイフを使用した。

**硬さ** 硬さと同時に戻りの状態は、YAMADEN TEXTURE PROFILE UNIT(TPU-1)を用いて調べた。二等分したパンの断面側から、3 cmの厚さにスライスした中心部分(5.0×5.0 cm)を切断し、その正方形の中心部に、直径4.0 cmのプランジャーで表面から3 mmまで2回加重して測定を行った。

**比容積** Loaf volume は菜種法により求めた。ステンレス製容器にパンを入れて、一定容量の菜種を満たし、余剰分をメスシリンダーで測定した。比容積は、パン容積(ml)に対するパン重量(g)で算出した。

## 結果および考察

### I. 製パン性

Table 1 に示す配合割合を対照として、これに *Euglena* をそれぞれ0.5%、1.0%、2.0% 添加して製パンした。その結果を Fig.1 に示した。

*Euglena* を0.5% 含むパンの比容積は、対照に対して有意な差は見られなかったが、1.0% 添加においてパン容積が増加すること、また2.0% まで添加した場合には比容積の値が対照よりも低くなり、製パン能の低下が認められた(Table 2)。

Table 2. Effect of added *Euglena* on breadbaking in Home Baker.

Additive (%)	Weight (g)	Volume (ml)	Specific.vol. (ml/g)
0	439.0	2050.5	4.7
0.5	442.0	2074.0	4.7
1.0	442.0	2106.0	4.8
2.0	445.2	1980.0	4.4

### II. Dough の物性

ファリノグラフ測定の結果(Fig.2), *Euglena* を添加しても吸水率には有意な差はみられなかったが、添加量が増加するに従って Arrival time が若干遅れること、および Stability が短くなる傾向があり、

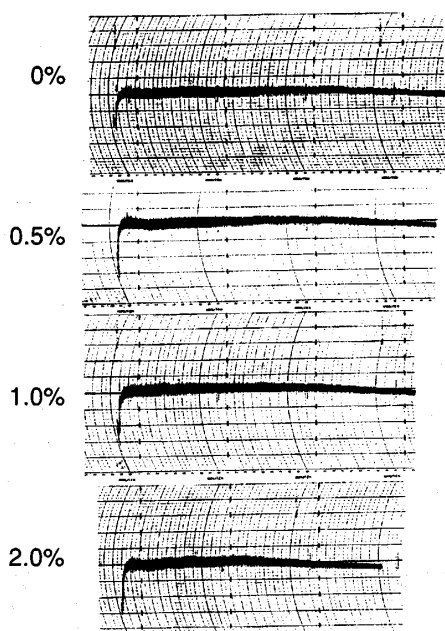


Fig. 2. Farinogram.

Table 3. Farinographic data of doughs containing Euglena.

	Control	Euglena Added		
		0.5%	1.0%	2.0%
Ab. (%)	66.5	66.5	66.3	66.3
Ar.T. (min)	1.0	1.1	1.1	1.3
Stab. (min)	34.5	34.3	32.3	24.5

Ab: Absorption, Ar.T: Arrival time,  
Stab: Stability

Table 4. Hardness of doughs containing Euglena.

Euglena added	0%	0.5%	1.0%	2.0%
Stress (g/weight)	72.0	57.8	95.6	72.2

Stress was induced by strain(2cm). unit: gw



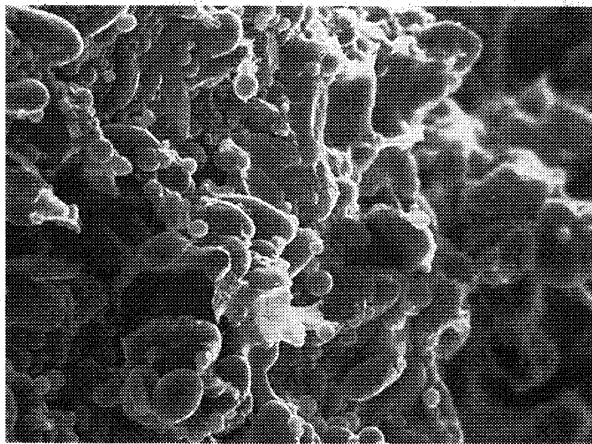
Fig. 1. Cross-sectional view of bread baked with Euglena.

2.0% 添加においては Control と比べて 10 分もの差がみられた (Table 3). このことは、2.0% 添加で Dough の break down が早く起こることを示している。

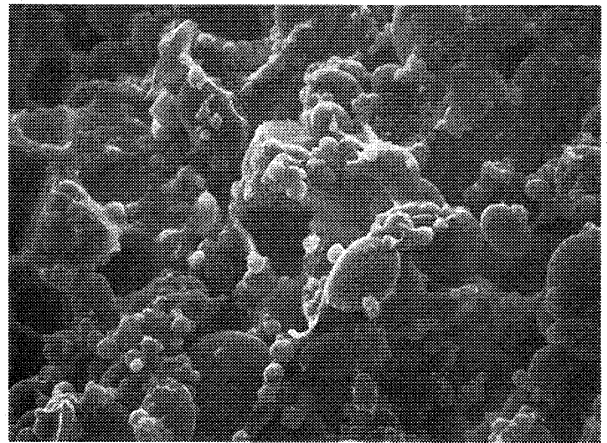
レオメーターによるそれぞれの Dough の硬さの測定の結果では、1.0% 添加が最も硬い状態であることが分かった (Table 4).

Dough 組織の状態を走査型電子顕微鏡で観察し

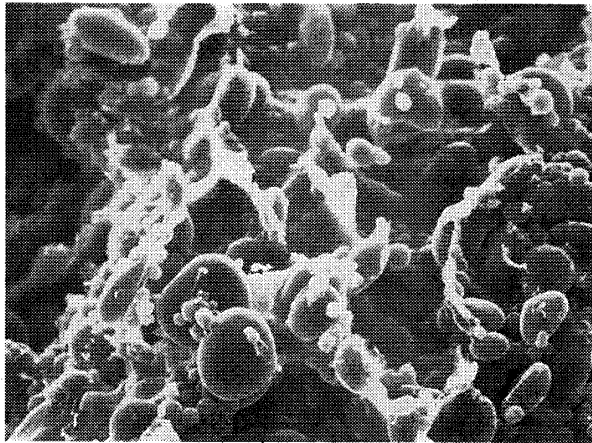
た結果を Fig. 3 に示した。対照と 0.5% 添加の組織の状態は比較的類似しており、グルテンマトリックスの中に一次デンプンや二次デンプンが埋もれるように存在しているが、1.0% 添加の場合、グルテンマトリックスが、帯状になって網目状に拡がり、デンプン粒がその間を埋めているのが観察された。さらに、Euglena の添加量が 2.0% になるとデンプン粒のみ明瞭に観察され、グルテンは分散してしまっ



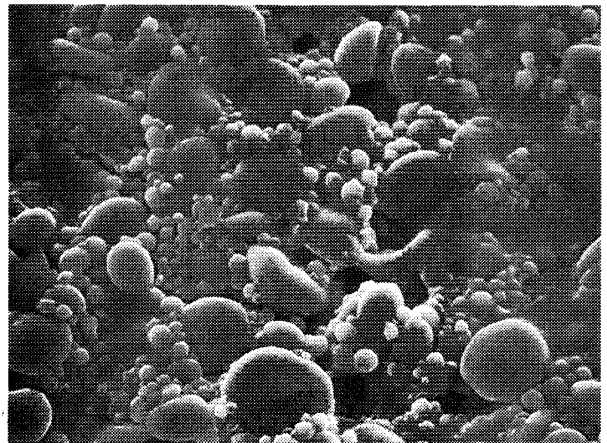
Control



0.5%



1.0%



2.0%

25 μm

Fig. 3. Scanning electron micrograph of dough containing Euglena. (×1000)

たように思われる。示差熱測定によるデンプンの糊化温度には、有意な差がみられなかったことから、デンプンの糊化状態に *Euglena* の添加はほとんど影響せず、直接グルテンタンパク質または、グルテン構造に何らかの影響を与えることが考えられる。これらの結果は、1.0% 添加で最も良く膨らむが、2.0% 添加では膨らみが悪くなるという焼成後の Loaf volum の結果と対応していた。

Table 5. Stress of bread induced by strain.

Press	Control	0.5%	1.0%	2.0%
1st.	368.4	194.7	331.5	294.7
2nd.	357.8	186.8	321.0	284.2

strain: 3mm

unit: gw

### III. 焼成パンの物性

パンの硬さの測定の結果、1.0% 添加が対照とほぼ同じぐらいの硬さを持つという結果が得られた。また、それぞれのパンの戻りはいずれも 100% に近いことも分かった (Table 5)。このように 2 度加重をかけた時、2 回とも同程度の応力を示したので、かなり弾性体に近いと考えられ、良い食感を与えるものと思われる。

Crumb の気泡径測定の結果、等価円直径としての比較は 2.0% 添加がもっとも値が大きく、焼成後、ガスセルの大きなパンになることが分かった。

以上の結果から、*Euglena* を製パン時の材料に添加する場合、1.0% の添加量で、製パン能が非常に良く、また *Euglena* 特有の香りもほとんど気にならず、栄養価改善の目的で製パン時に添加する材料として *Euglena* は優良であるという結果を得た。

今回は、製パン性を中心に検討したが、*Euglena*は培養条件によってビタミンEおよびCを増加させることも可能であり、タンパク質の栄養価は、カゼインに匹敵するという非常に興味深い栄養源である。それゆえ、さらに詳細に条件を検討しパン改良剤としての研究を進める必要があると思われる。

## 要 約

パンは約10%のタンパク質を含んでいるがその質は良くない。そこで本研究はパンの栄養価を向上させるために*Euglena*を用いて製パン試験を行うと同時にdoughの物性も測定し、*Euglena*添加の適当量を検討した。その結果、パンの膨らみ、フェリノグラフにおけるstability等の結果から判断して、小麦粉に対して1.0%の添加量が最も効果的であるということが分かった。

## 謝 辞

本研究にあたり*Euglena*をご供与頂きました大阪府立大学農学部の中野長久教授、画像解析をして下さいました森田尚文助教授および、電子顕微鏡のご指導を頂いた当大学食物栄養学科の福田満教授に深く感謝いたします。

## 文 献

- 1) 北岡正三郎:ユ-グレナ-生理と生化学-, 学会出版センター, 1989
- 2) 山田常雄ほか著:生物学辞典, 第3版, 岩波書店
- 3) 細谷圭助, 北岡正三郎 (1997). 農化誌, 51, 483-488.
- 4) 越智宏倫, 重岡成, 渡辺文雄, 中野長久, 北岡正三郎 (1988). 栄食誌, 41, 496-500.
- 5) L. ZHANG, Y. YAMAGUCHI, N. MORITA and M. TAKAGI :Denpun Kagaku, 38, 351-359(1991).
- 6) C. Q. SHARP and K. J. KITCHENS:Cereal Food World, 35, 1021-1024(1990).
- 7) K. ICHIHARA:in Statistics for Bioscience, Nankodo, Tokyo, p. 378(1990).
- 8) ZHANG, Y. YAMAGUCHI, N. MORITA and M. TAKAGI:Denpun Kagaku, 39, 183-187(1992).