卵白の酸またはアルカリ加熱処理による 熱凝固性の消失

西川 善之*, 河合 文雄*, 満田 久輝**

* 甲子園大学栄養学部

** 生産開発科学研究所食品工学研究室

Reduction of Thermal Coagulation of Egg White Solution by Acid or Alkali Treatment

Yoshiyuki NISHIKAWA,* Fumio KAWAI* and Hisateru MITSUDA**

* Department of Nutrition, Koshien University, Takarazuka, 665

** Department of Food Science and Technology, Research Institute for Production Development, Kyoto, 606

Nippon Eiyō Shokuryō Gakkaishi (*J. Jpn. Soc. Nutr. Food Sci.*) 37, 457~464 (1984)

Hen's egg white is a key ingredient in many food products because of its ability to aggregate when heated. However, the output of processed goods using egg white has been limited upto date. If egg white lost the ability of thermal coagulation, it would be more widely utilized, in food products as well as in many culture mediums for microorganisms or animal cells (tissue culture). We investigated to find the conditions of non-thermal coagulation of egg white. In the preceding paper, the thermal coagulation of egg white was shown to be reduced in salt-free medium. In order to find non-aggregating condition even in the presence of salts, the effect of partial hydrolysis by acid or alkali on thermal coagulation of egg white was studied in this report. When 2N hydrochloric acid was added to the same volume of egg white solution, protein aggregated immediately and large amount of precipitate was foamed. It was dissolved in limited amounts by continued heating at 100°C for a period of approximately 1 hr. The filtrate being removed the precipitate was not coagulated by heating even in the medium containing of salts, and the medium grew well microorganisms. However, the yield of protein contained in filtrate was low (34 %). In the case of addition of 2N sodium hydroxide to egg solution, protein hardly aggregated and precipitate was rarely found in this solution. After heating stepwisely at 100°C or 120°C for 0 min to 120 min, thermal coagulation test was similarly tried for the filtrate adding salts. The egg white solution did not coagulate at all. Protein in egg white became to be utilized without waste. Furthermore, in non-thermal coagulating protein of egg white, we found it preferable to heat at 120°C for 15 min in 0.1N NaOH solution. However, the egg white medium heated in alkali never grew microorganisms (*E. ashbyii*). We presumed that some toxins like lysino-alanin appeared by alkali-heating of proteins.

(Received March 2, 1984)

鶏卵のタンパク質は理想的な必須アミノ酸組成を有するために、古来より牛乳と並び高栄養食品として貴重な位置を占めてきた。しかし、このような高栄養食品である鶏卵は生卵（からつき卵）として家庭内で利用されるものが大部分で加工卵としての利用はきわめて限定されている。この原因の一つは、鶏卵タンパク質の強い熱凝固性にあると考えられる。著者らは卵白の新しい利用法

を開発する目的で非熱凝固性の卵白溶液を調製する研究を試みた。一般に、卵白のタンパク質は主成分であるオボアルブミンの等電点の pH 4.8 付近や、塩類の添加で熱凝固性が増加する¹⁾。しかし、食品に利用するためには、pH が中性付近で、しかも塩類の存在下でも 100°C の加熱でまったく熱凝固しないことが必要である。そこで種々検討の結果、卵白に泡立処理を施すことにより熱凝固性が低下し、たとえば、水で 10 倍に希釈（タンパク質濃度、約 1%）した場合でも 100°C の加熱で熱凝固

* 〒665 宝塚市紅葉ヶ岡 10-1

** 〒606 京都市左京区下鴨森本町 15

しないことを見いだした²⁾。しかしながら、本卵白溶液は塩類(1% NaCl)を添加すると、同じタンパク質濃度でも強い熱凝固が起こった。そこで、本実験では、このような塩類の添加によっても熱凝固しない条件を見いだすことを目標に卵白を泡立し、さらに酸またはアルカリ条件下で加熱し、タンパク質の部分加水分解による非熱凝固性の卵白溶液を得る実験を試み、あわせて、栄養効果について検討した。

実験方法

1. 卵白の泡立と酸・加熱分解の方法

鶏卵の生卵白 30 ml (鶏卵約1個分の卵白)を電動攪拌機で10分間、泡立した後、2N HCl (塩酸) 30 ml を加えた。本液 60 ml を 300 ml 容の三角フラスコに入れ、100°C にて 0, 20, 40, 60, 120 分間加熱した。これらの処理により生じた沈殿物を遠心分離 (6,000 rpm, 10 分間) し、乾重量を測定した。また上澄液については pH 7.0 に調製後、Lowry-Folin 法³⁾にてタンパク質量を定量した。

2. 卵白の泡立とアルカリ・加熱分解の方法

卵白に等量の 2N NaOH (水酸化ナトリウム) を添加し、酸加熱分解の場合と同様に 100°C にて 0~120 分間加熱した。調製した卵白溶液のタンパク質濃度および沈殿物の乾重量を測定した。次に水酸化ナトリウムの濃度を 0.1, 0.2, 0.5, 1 規定とした 2 倍希釈の卵白溶液を調製し、120°C にて 5, 10, 15, 30, 60 分間オートクレーブ釜中で加熱した。

3. 熱凝固テストおよび TCA テスト²⁾

酸またはアルカリ加熱の処理を施した卵白溶液を中和後、蒸留水または、0.1M リン酸緩衝液 (pH 6.8) を等量添加し、100°C で 10 分間加熱することにより熱凝固性を検討した。なお結果の判定は白色沈殿物が生じたものを(+), 白濁したものを(±), ほとんど変化なく透明なものを(-)とした。また TCA テストはタンパク質溶液 (10 ml) に 20% トリクロル酢酸 (TCA) を、2.5 ml 加え沈殿物の量により上記同様の判定を行なった。

4. 処理卵白溶液を培地とする微生物培養法

高フラビン生産菌 *Eremothecium ashbyii*⁴⁾ を前培養培地 (1% ペプトン, 1% グルコース, 0.1% 酵母エキス) 中に一白金耳植菌し、27°C, 24 時間、回転振盪培養を行なった。本培養液 2 ml を 1N HCl (塩酸) 中で 1 時間、または、0.1N NaOH (水酸化ナトリウム) 中で 15 分間、120°C 加熱を施したそれぞれの卵白液 (2% タンパク質) に 1% グルコースを添加した培地 (50 ml) 中に植菌し、振盪培養を行ない、80 時間までの菌体の生育の経時的変化を検討した。次に 0.1N 水酸化ナトリウム中で 15 分間オートクレーブした卵白を培地とし、これにアミ

ノ酸 (Arg, Cys, Ser, Thr 等) をタンパク質に対し 2% 量添加し、48 時間後の菌体の生育とビタミン B₂ 生産量を検討した。

結 果

1. 卵白の熱凝固性に対する泡立と酸加熱分解の効果

泡立を行ない均一化した卵白 (30 ml) に 2N の塩酸を加え、2 倍に希釈し 100°C で 0 分から 120 分まで経時的に加熱した。その結果、Fig. 1 に示すように加熱前よりすでに酸凝固を起こし、沈殿物は卵白全タンパク質の 80% 程度であったが、加熱により、むしろ減少した。とくに 120 分の加熱では沈殿物量は 1.55 g となり加熱前の半量となった。一方、上澄液のタンパク質量は 0.89 g から 1.86 g と約 2 倍に増加した。したがって酸加熱による加水分解の場合は、加熱時間が長いほど、可溶性のタンパク質 (または、ペプチド、アミノ酸) が増加することが示された。また本上澄液を中和後、等量の水または 0.1M リン酸緩衝液を加え、100°C, 10 分間の加熱を行なった。その結果、Table 1 に示すように、20 分以上の加熱により、リン酸緩衝液中でもまったく熱凝固しないタンパク溶液を得ることができた。しかしながら、非熱凝固性卵白液を工業的レベルで得ようとする場合には酸凝固によるタンパク質の損失が大きく、120 分間の加熱時においても、50% 未満の利用率にすぎないという問題

Fig. 1. The effect of acid hydrolysis on the thermal coagulation of egg white.

The egg white (30 ml) foamed by an electric foamer for 10 min was mixed with 2N HCl (30 min). The solution (60 ml) was heated at 100°C for 0, 20, 40, 60 or 120 min. The precipitate appeared was separated by centrifuging at 6,000 rpm for 10 min, and the dry weight of precipitate was weighted. The supernatant was adjusted pH at 7.0 with 6N NaOH and the protein amounts were determined by the method of Lowry-Folin.

Table 1. The effect of acid hydrolysis on the thermal coagulation of egg white.

Heating time (min)	Supernatant				PPT (g)
	Thermal coagulation		TCA	Protein amount (g)	
	H ₂ O	P. buffer			
0	±	±	+	0.89	3.25
20	—	—	+	1.05	3.26
40	—	—	+	1.24	2.93
60	—	—	±	1.58	2.39
120	—	—	±	1.86	1.55

The results of thermal coagulation and TCA test in supernatant and the numerical results of the protein amounts in Fig.1 were shown in this table. In thermal coagulation test, the supernatant solution of protein was diluted with water or 0.1 M phosphate buffer (pH 6.8) by two times and heated at 100°C for 10 min. In TCA test, 20 % of trichloroacetic acid was added to the supernatant. The judgement of thermal coagulation test (+, -) and TCA test (+, -) were pursued by observing the turbidity or weighting the dry weight of precipitate after centrifuging.

[Thermal coagulation test]

- ++ strongly coagulated (ppt: over 40 mg)
- + coagulated (ppt: 10-40 mg)
- ± turbid (ppt: 2-10 mg)
- clear (ppt: under 2 mg)

[TCA test]

- ++ strongly precipitated (ppt: over 50 mg)
- + precipitated (ppt: 20-50 mg)
- ± turbid (ppt: 5-20 mg)
- clear (ppt: under 5 mg)

があった。そこでさらにタンパク質の利用率の高い条件を見いだすために、次にアルカリ加熱分解の実験を試みた。

2. 卵白の熱凝固性に対する泡立とアルカリ加熱分解の効果

酸加水分解の場合と同様に 30 ml の泡立処理を施した卵白に 2 N 水酸化ナトリウムを同量加え、100°C にて 0 分から 120 分まで段階的に加熱した。その結果、Fig. 2 (A) に示すようにアルカリ処理の場合には、ほとんど沈殿物や熱凝固物が生ぜず、溶液のタンパク質量は大であった。また Table 2 に示すように本タンパク溶液にトリクロル酢酸 (TCA) を添加すると大量の沈殿物が生じ、アルカリ加熱処理によっても高分子として維持されることが判明した。さらに本溶液の熱凝固性について検討したところ、純水中 (加熱卵白にさらに水を等量加え

(A)

(B)

Fig.2. The effect of alkali hydrolysis on the thermal coagulation of egg white.

(A) The egg white (30 ml) foamed by an electric foamer for 10 min was mixed with 2 N NaOH (30 ml). The solution (60 ml) was heated at 100°C for 0, 20, 40, 60 or 120 min. The precipitate appeared was separated by centrifuging at 6,000 rpm for 10 min, and the dry weight of precipitate was weighted. The supernatant was adjusted pH at 7.0 with 6 N HCl and protein amounts were determined by the method of Lowry-Folin.

(B) The egg white (30 ml) foamed by an electric foamer for 10 min was mixed with the same volume of 0.2N to 2N of NaOH. The mixture was heated at 120°C for 5 min to 60 min by autoclaving and filtered. The dry weight of precipitate was weighted, and the protein amounts of supernatant were determined by the method of Lowry-Folin.

たもの)での加熱時のみならず、塩類を含むリン酸緩衝液中で加熱した場合でも、熱凝固はまったく起こらなかった。そこで、再度、酸とアルカリ加熱処理によるタン

Table 2. The effect of alkali hydrolysis on the thermal coagulation of egg white.

Heating time (min)	Supernatant			PPT (g)	
	Thermal coagulation		TCA		
	H ₂ O	P. buffer			
0	—	—	+	4.17	0.06
20	—	—	+	3.97	0.02
40	—	—	+	3.90	0.02
60	—	—	+	3.92	0.03
120	—	—	+	3.81	0.10

The results of thermal coagulation and TCA test in supernatant and the numerical results of the protein amounts in Fig.2 were shown in this table. Thermal coagulation test and TCA test were carried out by the method described in Table 1. These results (+, —) were judged by observing the turbidity as shown in Table 1.

バク質量を測定し比較した。Table 3 は、卵白 30 ml についてのタンパク質量を示しているが、非熱凝固性の可溶性タンパク質は酸分解では全粗タンパクの 33.7% に対し、アルカリ分解では 90.3% が利用されることが判明した。このようにアルカリ加熱処理が有効であることが示唆されたので、次にアルカリ液の種類を水酸化ナトリウムから水酸化バリウム⁵⁾に変え、熱凝固性の効果を検討した (Table 4)。1N または 3N の水酸化バリウムを添加した場合、卵白溶液は強い沈殿物が生じ、それをろ過除去したろ液はトリクロル酢酸を添加しても沈殿物は生ぜず、また熱凝固も起こらなかった。ろ液のタンパク質量の定量の結果、大部分のタンパク質がバリウムイオンにより沈殿したことが判明した。そこで、次に水酸化ナトリウムを用い、その濃度を 0.1 規定から 1 規定に、また加熱時間を 5 分から 60 分まで変え、オートクレーブ (120°C) 釜中で加熱した。その結果、Fig.2 (B) のように、0.1N NaOH、15 分間の加熱によりタンパク質量 (Lowry-Folin 法) は高値を示した。したがって、アルカリ加熱の場合は低濃度の水酸化ナトリウムでも有効であることが判明した。

3. アルカリ加熱処理によるタンパク質の分解程度

前実験の結果より 0.1 規定、水酸化ナトリウム、120°C、15 分間の加熱により、タンパク質はどの程度アミノ酸に分解されているかを検討するために、卵白を飽和硫酸塩析法にてアルブミン画分とグロブリン画分に分離し、両画分について 0.1N NaOH にて 120°C、15 分加熱し、本サンプルをアミノ酸自動分析機のカラムに展開した (Fig.3)。クロマトグラムの塩基性アミノ酸の溶出位置にはペプチドやタンパク質の溶出位置が重なったが、酸

Table 3. The effect of alkali hydrolysis with NaOH or Ba(OH)₂ on the thermal coagulation of egg white.

Heating condition	Supernatant		TCA
	Thermal coagulation		
	H ₂ O	P. buffer	
1 N NaOH			
100°C, 60 min	—	—	+
120°C, 35 min	—	—	+
120°C, 60 min	—	—	+
3 N NaOH			
100°C, 60 min	—	—	+
120°C, 35 min	—	—	±
120°C, 60 min	—	—	±
1 N Ba (OH) ₂			
100°C, 60 min	—	—	—
120°C, 35 min	—	—	—
120°C, 60 min	—	—	—
3 N Ba (OH) ₂			
100°C, 60 min	—	—	—
120°C, 35 min	—	—	—
120°C, 60 min	—	—	—

The egg white (30 ml) and the same volume of 2N (or 6N) NaOH (or Ba(OH)₂) were mixed and heated at 100°C or 120°C by autoclaving. After filtration, the filtrate was adjusted at pH 7.0 and diluted with water or 0.1M phosphate buffer (pH 6.8) by two times. This solution was heated at 100°C for 10 min. In TCA test, 20% of trichloroacetic acid was added to the supernatant. These results (+, —) were judged by observing turbidity as shown in Table 1.

性アミノ酸溶出部分は定量可能であった。Table 5 に示すように酸性アミノ酸総量はアルブミン、グロブリン、いずれも添加全量の 0.5% 程度にすぎず、塩基性アミノ酸を加えても 1% 程度と推察された。したがって、卵白の 99% のものが、本アルカリ加熱により、ペプチドまたはタンパク質として存在していることが判明した。

4. アルカリ加熱処理卵白の微生物に対する栄養効果

次に、0.1N NaOH、15 分 120°C のアルカリ加熱処理、または、1N HCl、60 分の 100°C の酸加熱処理を施した卵白液を培養液として、高フラビン生産菌、*Eremothecium ashbyii* (子のう菌) の生育実験を行なった。その結果 (Fig.4)、ペプトンを窒素源とする前培養培地に比べ、酸加熱処理の卵白は菌体の良好な生育を示した。一方、アルカリ加熱処理の卵白液では 20 時間から 40 時

Table 4. The effect of acid and alkali hydrolysis on the thermal coagulation of egg white.

Hydrolysis	Supernatant			PPT (b)	Ratio of soluble protein* (%)
	Thermal coagulation		TCA (g)		
	H ₂ O (g)	P. buffer (g)		Protein amount (a)	
1 N HCl					
(pH 0.32)	—	—	+	1.50**	2.95
Super-P.	1.45***	1.22	0.98		33.7
PPT	0	0	0.96		
1 N NaOH					
(pH 13.5)	—	—	+	4.08	0.44
Super-P.	4.01	4.28	2.86		90.3
PPT	0	0	0.62		

* Ratio of soluble protein; $\{a/(a+b)\} \times 100$ (%).

** The egg white (30 ml) was diluted to 60 ml with 2 N HCl or 2 N NaOH, and heated at 100°C for 1 hr. The precipitate from this solution were filtered, and the protein amounts of filtrate were determined by the method of Lowry-Folin, and the dry weight of precipitate was determined.

*** The filtrate was diluted with water or 0.1 M phosphate buffer (pH 6.8) by two times, and heated at 100°C for 10 min. After centrifuging, the protein amounts of the supernatant were determined by the same way. The results (+, —) were judged by observing the turbidity as shown in Table 1.

間にかけて、菌体の細胞が自己消化した。そこで、本アルカリ加熱処理卵白液に、アルカリ加熱条件に不安定なアミノ酸 (Arg, Ser, Thr, Cys 等) をタンパク質に対し 2 % 量添加し、48 時間後の菌体の生育およびビタミン B₂ 生産量 (Fig. 5) を測定した。その結果、前培養培地に比べ、いずれの条件下においても卵白液では菌体の生育およびビタミン B₂ の生産は認められなかった。したがって、この菌体の生育不能については、アルカリ加熱処理により卵白タンパク質が単に破壊されただけでなく、微生物の生育を妨げる成分が生じている可能性が考えられる⁶⁾⁻⁸⁾。

考 察

タンパク質の熱凝固性に関する研究では、これまでに熱凝固の機作やその性質等の基礎的な研究が進められてきた⁹⁾⁻¹²⁾。しかし、熱凝固性の低下に関する研究は少ない。著者らは食品工学的な立場から、100°C に加熱してもまったく熱凝固しない卵白溶液を得ることを目標に研究を遂行してきた。前報²⁾では卵白を泡立することにより熱凝固性が著しく低下することを見いだしたが、塩類を添加すると依然として強い熱凝固が起こった。そこで、今回は、本問題を解決するために、酸またはアルカリ加熱により、その効果を検討した¹³⁾⁻¹⁵⁾。その結果、泡立し均一化した卵白に 2 N HCl を等量添加すると、強い酸凝固が起こったが、これを 100°C で加熱すると沈殿物量は増加するより、むしろ減少した。したがって、

酸により沈殿したタンパク質成分と熱凝固のタンパク質成分が、かなり共通していることが推察された。この酸加熱溶液のろ液は、トリクロル酢酸 (TCA) 添加により強い沈殿が生じタンパク質の存在が確認されたが、塩類の存在によってもまったく熱凝固しなかった。さらに、この卵白液を培養液として *E. ashbyii* を培養したところ、本液は微生物の栄養源として有効であることが判明した。しかし、酸加熱法では塩酸の添加時に大量の沈殿物が生じ、タンパク質の利用効率が 30 % 程度ときわめて悪かった。一方、アルカリ加熱処理の場合には、加熱により褐変するものの熱凝固物が生じなかった。また本卵白液は酸加熱処理のものと同様、塩類の存在下でもまったく熱凝固しなかった。また、アルカリ加熱条件を種種検討した結果、0.1 N NaOH、15 分間の 120°C 加熱が有効であることが判明した。そこで、本アルカリ処理卵白液を用いて *E. ashbyii* を培養したところ、菌体はまったく生育せず完全に自己消化した。この生育不良の原因としてアルカリ加熱によるアミノ酸のラセミ化や分解破壊が促進され栄養価が低下したものと考え、アルカリ性に不安定なアミノ酸をタンパク量の 2 % 量 (Arg, Cys, Ser, Thr 等) 培地に添加した。しかし、この場合にも、対照の卵白液同様、菌体はまったく生育しなかった。したがって、アルカリ加熱の場合には、リジノアラニン等により、タンパク質分子内に網目構造が生じ消化率が低下したか、または、これらが分解され遊離され微生物の生育を著しく阻止したもの⁶⁾⁻⁸⁾と考えられる。

Fig. 3. Chromatograms of albumin and globulin heated in alkali solution.

Albumin and globulin isolated from egg white were dissolved in 0.1 N NaOH, and heated at 120°C for 15 min. About 15 μ mol of the samples were applied to the column of amino acid autoanalyzer.

以上の実験より、塩類の存在によっても熱凝固しない非熱凝固性の卵白液の調製にアルカリ加熱処理が有効であることが判明した。しかし、本卵白液はタンパク質栄養価の面では問題が生じた。今後は微生物や動物等に対しても有効な栄養素を保持した非熱凝固性卵白液の調製法を見いだす必要がある。

要 約

卵白の熱凝固性を完全に消失させることを目標に実験を試み以下の結果を得た。

1) 鶏卵白に等量の2 N 塩酸を添加し、100°Cにて0, 20, 40, 60, 120分加熱し、沈殿物をろ過除去したろ液は塩類の添加によってもまったく熱凝固しなかった。また本液は微生物 (*E. ashbyii*) の培養に対し窒素源として有効に利用された。

2) 酸加熱処理の場合、酸凝固による沈殿物量が総粗タンパク質の半量以上を占め、タンパク質の利用収率はわずか34%にすぎなかった。

3) 鶏卵白に等量の2 N 水酸化ナトリウムを添加した場合には、沈殿物はまったく生ぜず、100°Cで加熱しても熱凝固物は生じなかった。pH 7に調製後のろ液に、塩類を添加し再加熱しても熱凝固は起こらなかった。

4) 水酸化ナトリウムの代用として水酸化バリウムを用いると添加直後から沈殿物が生じた。

5) 卵白のアルカリ加熱の条件は、0.1 N NaOH, 15分間の120°Cのオートクレーブ加熱が最も褐変も少なく良好であった。この場合、卵白のアルブミンとグロブリン画分の遊離のアミノ酸は1%程度であり、大部分はタンパク質、ペプチドとして残存した。

6) 上記5)の条件で処理した卵白液を培養液とし

Table 5. The amino acid composition of albumin and globulin of egg white heated in alkali solution.

Applied	Albumin	Globulin*	Egg white**
Applied	16.8 μ mol	15.7 μ mol	—
Peptide	99.5 %	99.5 %	—
Amino acid	81.94 nmol (0.49 %)	81.76 nmol (0.52 %)	—
Asp	2.78 nmol	10.85 nmol	9.47 mol%
Thr	4.68	6.07	6.73
Ser	11.94	11.49	7.80
Glu	4.30	7.13	11.39
Pro	0.61	1.22	5.32
Gly	7.63	9.07	5.09
Ala	8.18	9.06	5.76
Cys	0.00	0.00	1.68
Val	5.78	4.85	7.88
Met	12.69	9.07	2.08
Ileu	6.86	3.68	6.44
Leu	12.62	7.08	9.11
Tyr	0.00	2.39	3.90
Phe	4.48	1.02	5.03

* Albumin and globulin isolated from egg white were solubled with 0.1 N NaOH solution and heated at 120°C for 15 min. About 16 μ mol of albumin and globulin were applied to column of amino acid autoanalyzer and developed.

** Miller, H.T. and Feeney, R.E.: *Biochemistry*, 5, 952 (1966).

て、*E. ashbyii* を培養したところ、菌体は生育せず、自己消化した。さらに、本卵白液に Arg, Cys 等のアルカリ性に不安定なアミノ酸を添加し培養を行なっても有効ではなかった。したがって、アルカリ加熱中に微生物の生育を阻止するリジノアラニンような物質が生成された可能性が考えられた。

本研究に当たり、実験にご助力いただいた 滝上 晶子 (元甲子園大学助手)、平田知子 (現西宮市立広田小学校)、前田育子 (現大阪あべの辻調理師専門学校) の各氏に深く謝意を表します。また、本研究の一部は飼糧食研究会の助成研究費の厚意によるものであり、ここに感謝の意を表します。

Fig. 4. The effect of egg white protein treated with acid or alkali on the growth of *E. ashbyii*.

E. ashbyii was cultured in the 50 ml of medium (pH 6.5) of egg white treated with acid (heated in 1 N HCl solution at 120°C for 60 min) or alkali (heated in 0.1 N NaOH solution at 120°C for 15 min) by 80 hr. The wet weight of mycelia was determined.

Fig. 5. The effect of the addition of amino acids to the egg white medium on the growth of *E. ashbyii*.

Several kinds of amino acids were added to the egg white protein solution treated with alkali (heated in 0.1 N NaOH solution at 120°C for 15 min), and it was used for culture medium. *E. ashbyii* was cultured in the 50 ml of the medium (pH 6.5) for 48 hr and filtered. The dry weight of mycelia and riboflavin contents in the medium were determined.

Preculture medium: 1 % pepton, 1 % glucose, 0.1 % yeast extract.

Test medium: Control=egg white solution (2 % protein).

Medium A=Control+Arg, Cys, Ser, Thr (0.02 %).

Medium B=Control+Phe, Try, Tyr, Met, Lys (0.02 %).

文 献

- 1) Hegg, P. O., Martens, H. and Löfqvist, B.: *J. Sci. Food. Agric.*, **29**, 245 (1978)
- 2) 西川善之, 河合文雄, 満田久輝: 栄食誌, **37**, 129 (1984)
- 3) Lowry, O. H., Rosebrough, N. N., Farr, A. L. and Randall, R. J.: *J. Biol. Chem.*, **193**, 265 (1951)
- 4) Mitsuda, H., Nishikawa, Y. and Nakajima, K.: *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, **22**, 115 (1976)
- 5) Green, R. D. and Black, A.: *J. Biol. Chem.*, **155**, 1 (1944)
- 6) Bohak, Z.: *J. Biol. Chem.*, **239**, 3878 (1964)
- 7) Woodard, J. C. and Alvarez, M. R.: *Arch. Pathol.*, **84**, 153 (1967)
- 8) Provansal, M. M., Cuq, J. L. A. and Cheftel, J. C.: *J. Agric. Food. Chem.*, **23**, 928 (1975)
- 9) 今井忠平: 食品工業, **8** (下), 57 (1976)
- 10) Seideman, W. E. and Coterill, O. J.: *Egg Science and Technology* (1977), The AVI Publishing Co., Inc. (Westport, C. T.) (森田重広 訳: 卵の技術と科学, 66 (1978), 学窓社 (東京))
- 11) 佐藤 泰, 渡辺乾二: 蛋白質 核酸 酵素, **23**(1) 54 (1978)
- 12) Kato, A., Nakamura, R. and Sato, Y.: *Agric. Biol. Chem.*, **35**, 351 (1971)
- 13) Timsheff, S. N. and Nord, F. F.: *Arch. Biochem. Biophys.*, **31**, 309 (1951)
- 14) Shimada, K. and Matsushita, S.: *J. Agric. Food Chem.*, **29**, 15 (1981)
- 15) Dixon, M. and Webb, E. C.: *Adv. Protein Chem.*, **16**, 197 (1961)

(昭和59年3月2日受理)