[農化 第 50 巻, 第 7 号, p. 417~419, 1976]

デンプンの糊化におよぼす タンパク質の影響

八木 一文, 岡本 佳子
(神戸女学院大学家政学部食物学科)

昭和 51 年 2 月 6 日受理

Effect of Protein on the Gelatinization of Starch [Note]

By Kazufumi YAGI and Keiko OKAMOTO
Department of Food Science, School of
Home Economics, Kobe College,
Nishinomiya

The effects of various proteins on the gelatinization of various starches were investigated by amylograph. The effects were observed to be diverse in different combination of starch and protein, in variable protein-starch ratio, and with different starch concentrations. Heat denaturation of proteins also showed diverse effect on different starches.

Although any distinct principles were not found to explain these diversities, it seems likely that corn and potato starches are in direct opposition and waxy counterparts situate midway between them.
(Received February 6, 1976)

デンプン粒の膨潤, 糊化および老化に対するタンパク質の効果については, (1) デンプン粒に残存するタンパク質, (2) デンプン質食品に共存するタンパク質, (3) デンプンを添加して調理加工する食品製造, の 3 点から検討される必要があると考えられるが, 基礎的な研究はほとんど見当たらず, わずかに食品製造や調理加工に関する報告において散見できるにすぎない⁽¹⁻⁹⁾.

デンプンの糊化に対するタンパク質の効果に関するアミログラフによる基礎的研究は, わずかに Osman ら⁽¹⁰⁾のものしか見当たらず, モチゴメデンプンの冷凍食品への応用についてのべている Schoch は, デンプンとタンパク質との相互作用は今後の重要な研究分野であると言及するに止まっている⁽¹¹⁾.

われわれは食品の調理, 加工, 製造, 保蔵において,

デンプンの糊化や老化におよぼすタンパク質の影響や, タンパク質性食品の冷凍と解凍に際してのデンプンの役割などについて実験を行ないつつあるが, 今回は糊化の場合についての基礎的な知見をまとめて報告する.

糊化の測定にはおもにアミログラフを用い, ほかに膨潤度の測定を併用した. Brabender Viscoamylograph による測定条件は, 下記のとおりである. 初温度 40°C, 1.5°C/分で 95°C まで昇温, 95°C に 10 分保持したのち, 1.5°C/分で 60°C まで冷却する. 回転数は 75 rpm で, measuring head は 350 および 700 cmg の 2 種を使用した. ここで BU_{max} 比とは, アミログラムにおいて, タンパク質添加時 BU_{max} 値の, タンパク質無添加時の対照値に対する比を意味する.

デンプン (St) として, つぎのような種類の市販品および供与品を用いた. トウモロコン (C), ジャガイモ (P), モチゴメ (WR), モチトウモロコン (WC) を主とし, ほかにコメ (R) やコムギ (Wh) を用いた.

タンパク質 (Pr) では, 卵アルブミン (EA), ウシ血清アルブミン (SA) を主とし, ゼラチン (G), 乳カゼイン (MC), ポリペプトン (PP) のほかに, アミノ酸とし

Fig. 1. Effect of Protein on Starch Gelatinization.

(a) SA/corn (30g)=1/20, (b) EA/potato (10g)=1/20, ----- control, ——— protein added.

Table I. Effect of Proteinous Substances on Starch Gelatinization as Expressed by BU_{max} Ratio*

St (g)	BU_{max} ratio (350 cmg)							
	Proteinous additives (ratio to starch)							
	EA 1/20	SA 1/20	G 1/30	MC 1/30	PP 1/30	Arg 1/30	Ala 1/30	Glu 1/30
C (30)	1.24	2.28	0.83	1.44	1.08	1.44	1.38	1.33
P (10)	0.22	0.65	0.19	0.94	0.06	0.20	1.00	0.12
WR (25)	1.02	1.21	0.88	1.14	0.95	1.01	1.06	0.98
WC (20)	1.06	0.71	0.71	1.03	0.89	1.08	1.00	0.71

* $BU_{max} (St+Pr)/BU_{max} (St)$.

てアルギニン・HCl(Arg), アラニン (Ala), グルタミン酸・Na(Glu) を用いた。

St と Pr の組み合わせとアミログラム

St と Pr のアミログラムの例を, $Pr/St=1/20$ とし, C と SA および P と EA の場合について示すと, Fig.1(a), (b) のごとくである。また Pr/St を $1/20 \sim 1/30$ とし, Pr 無添加の場合を対照としたアミログラムの BU_{max} 比を Table I に示す。これらの実験結果からわかるように, St と Pr の組み合わせによって多様な変動が観察され, 糊化温度, BU_{max} の温度, ブレークダウン, 冷却粘度もさまざまに変化した。

同一の Pr が異なる St に対して異なる効果を示し, C と P は同一の Pr 添加に対して顕著に相反する効果を示し, モチ種に対する Pr 添加効果は, ほぼその中間に位置づけられるようである。

Pr の熱変性とアミログラム

加熱に伴う Pr の熱変性の影響をしらべる1つの試みとして, Pr をアミログラフのカップに所要量の水とともに入れて溶かし, 糊化曲線測定と同様の条件で加熱, 冷却してから, St を加えて再び同様の操作を行なった。Pr として EA と SA に

ついて検討した結果を Table II に示す。EA の場合, C では粘度上昇傾向を示したのに対して, P, WR, WC では予熱効果はほとんど認められなかった。SA では, Table II にみられるように, C, P, WR, WC については予熱効果は微弱であり, R, Wh では予熱により粘度上昇の傾向を示した。

Osman⁽¹²⁾ は, 予熱されたミルク

がさらにデンプンとともに加熱されるときデンプンの粘度変化について述べているが, タンパク質の変性がデンプンの粘度におよぼす影響に関する基礎的な知見は全くないといつてよい。

Pr/St の変動とアミログラム

C と P について, EA/St ならびに SA/St をかえて測定したところ, Table III に示すような結果になった。

Table II. Effect of Denatured Protein

St (g)	BU_{max} ratio			
	Pr (ratio to St) EA(1/20), 350cmg		Pr (ratio to St) SA(1/20), 700cmg	
	Pre-heated	Control	Pre-heated	Control
C (30)	1.70	1.11	C (40)	1.44 1.30
P (10)	0.19	0.19	P (20)	0.84 0.71
WR (25)	1.03	1.02	WR (40)	1.32 1.13
WC (20)	1.10	1.06	WC (20)	1.34 1.20

Table III. Variation of BU_{max} Ratio by Pr/St

St (g)	BU_{max} ratio : 350 cmg for EA, 700 cmg for SA							
	Pr (ratio to St)							
	EA (1/50)	SA (1/30)	EA (1/30)	SA (1/20)	EA (1/20)	SA (1/10)	EA (1/10)	SA (1/5)
C (27)	1.51	1.44	1.35	1.21	1.00			
C (30)		1.16	1.27	1.34	1.68	1.47		
P (15)	0.40	0.34	0.29	0.20	0.04			

Table IV. Variation of BU_{max} Ratio by Starch Concentration ($Pr/St=1/20$)

St (g)	BU_{max} ratio : 700 cmg											
	C		P		R		Wh		WR		WC	
	EA	SA	EA	SA	EA	SA	EA	SA	EA	SA	EA	SA
10	—	—	0.26	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20	—	1.52	0.41	0.71	0.79	2.20	—	—	0.98	1.16	1.06	1.24
30	1.29	1.40	0.55	—	0.88	1.44	1.75	1.59	0.99	—	1.02	—
40	1.26	1.30	—	0.99	0.90	1.09	1.26	1.13	1.09	1.11	1.04	1.23
50	1.10	1.21	—	—	—	—	1.05	1.00	0.96	—	—	—

EA 添加量が増すにしたがい, C では BU_{max} 比の上昇効果が減少するのに反し, P では BU_{max} 比の抑制傾向が著しく増大した. WR では EA 添加量に比例して BU_{max} の低下が強められる点で, P と同じ傾向を示した.

他方, SA では添加量が増すに伴い, C での BU_{max} 比が上昇した.

St 濃度の変動とアミログラム

Pr/St を一定 (1/20) とし, St 量を変動させた場合を検討した. すなわち, アミログラムによる粘度変化の観察の可能な範囲で St 濃度を変動させ, かつ EA の添加率を 1/20 に設定した. この際, できるだけ高濃度の荷重に耐えるように, 700 cmg の measuring head を用いた.

Table IV にみられるように, St 濃度にかかわらず BU_{max} 比がほとんど変らない場合や, St 濃度によって BU_{max} 比が上昇または下降傾向を示す場合があることが知られた.

以上の 4 項目にわたって述べられた多様の St-Pr 相互関係には, 現在のところ全く理解に苦しむといわざるを得ないが, なんらかの法則性の規準を求めなければならない.

本報告の一部は, 1974 年 4 月の日本農芸化学会大会および 1974 年 10 月の日本農芸化学会西日本支部大会において発表した.

- (1) G. W. Scott Blair (二国二郎, 伊勢村寿三共訳): 新食品学, 朝倉書店, 1958, p. 89.
- (2) R. R. Natsuo *et al.*: *Cereal Chem.*, **49**, 707 (1972).
- (3) J. Hirai *et al.*: *Food Technol.*, **24**, 803 (1970).
- (4) 竹林やえ子: 食工誌, **18**, 44 (1971).
- (5) 佐谷英二, 須藤信之, 深沢恒夫, 寺崎 衛: 調理科学, **5**, 230 (1972).
- (6) 高橋節子, 福場博保: 家政誌, **25**, 450 (1974).
- (7) I. Takeuchi: *Cereal Chem.*, **46**, 570 (1969).
- (8) L. K. Dahle: *ibid.*, **48**, 706 (1971).
- (9) L. K. Dahle *et al.*: *ibid.*, **52**, 212 (1975).
- (10) E. M. Osman: "Starch: Chemistry and Technology," Vol. II, ed. by R. L. Whistler and E. F. Paschall, Academic Press, New York and London, 1965, p. 192.
- (11) T. J. Schoch: "Symposium on Foods: Carbohydrates and Their Roles," ed. by H. W. Schultz, AVI Publishing Co., Westport, Conn., 1969, p. 395.
- (12) E. M. Osman: *Food Technol.*, **April 1975**, 30.