〔農化 第 51 卷, 第 10 号, p.621~624, 1977〕

ウルチ米およびモチ米の脂質成分と熱糊化に伴う粘度との関係について

桐 洌 壽 子, 久保田紀久枝

(埼玉大学教育学部)

昭和 52 年 2 月 28 日受理

Studies on Lipid Components and Heat Dependent Pasting Behavior of Rice and Waxy Rice Grains

Toshiko KIRIBUCHI and Kikue KUBOTA

Faculty of Education, Saitama University, Saitama

The main lipids of rice (*Uruchi*) and Waxy rice (*Mochi*) grains were triglycerides, free fatty acids, free sterols, sterol esters, sterol glycosides and phospholipids. There was no appreciable difference in the lipid classes between rice and waxy rice grains, but contents of sterols and phospholipids were different evidently. The sterol contents were 2.3 and 5.6 mg % and the phospholipid contents were 0.52 and 0.16% in polished rice and waxy rice grains, respectively.

The patterns of amylogram of non-defatted and defatted rices showed that viscosity of rice was affected by the presence of lipids, especially combined lipids in rice and waxy rice, respectively. The gelatinization of completely defatted rices started at lower temperature than non-defatted rices in both rice and waxy rice. The temperatures at the maximum viscosity were at 86°C for completely defatted rice and 93°C for non-defatted rice, but there was no difference in those temperatures of waxy rices. The difference of pasting behavior of these rices might be due to differences in the lipid components of these two rice grains.

Accordingly, the lipids in rice were thought to be an important factor for a physicochemical property of rice and waxy rice grains.

(Received February 28, 1977)

ウルチ米とモチ米の物性の違いは、従来、アミロース含量の差によるものと考えられてきた。しかし、少量の成分である脂質もまた物性に影響を与えているのではな

いかと考えられる。したがって、ウルチ米とモチ米の脂質成分を比較し、物性との関係をみることは興味あることである。本研究では、ウルチ米とモチ米について、米粒内の脂質を完全に抽出分析し、米脂質成分の特徴をみるとともに、これら脂質が物性にどのように関係しているかを、主としてアミログラムにより検討した。

用いた試料は宮城産 (1974 年) ササニシキおよび新潟産 (1974 年) こがねもちの玄米および精白米で、精製歩留りはいずれも約 90% とした。試料は粉碎 (約 20 メッシュ) 後、常法によりソックスレー抽出を行ない粗脂質を得た。この残渣を Schoch⁽¹⁾ の方法に準じ、85% メタノールで 85°C で抽出を行ない結合脂質 I とした。さらにこの抽出残渣について、デンプンをグルコアミラーゼで消化した後エーテル抽出を行なったものを結合脂質 II とした。また、一般に総脂質の抽出に用いられる Folch の方法⁽²⁾により総脂質を抽出した。

以上のようにして得た粗脂質、結合脂質 I、II および Folch 法による総脂質の脂質含量は、それぞれの抽出液について溶媒を除去して重量より求めた。各脂質抽出画分について薄層クロマトグラフィー (TLC) により脂質成分を分析した。リン脂質は、脂質抽出液についてリンを測定し、これに 25 を乗じて全リン脂質量として定量した。一方、脂質抽出液をケン化して、ケン化物についてアルカリ滴定により脂肪酸を、不ケン化物についてステロールをトマチナイドとして集めた後、塩化第二鉄-過塩素酸法⁽³⁾で定量した。脂肪酸およびステロールの組成は、ガスクロマトグラフィー (GLC) により分析した。

米の脂質含量および組成を Table I および II に示した。結合脂質 I は熱 85% メタノール抽出液そのままを脂質量として表わしているが、この場合非脂質成分の混入が考えられる。このことは脂肪酸量からみても明らかである。したがって、この結合脂質 I の値をそのまま脂質量としてしまうことはできないが、脂肪酸量からみても、かなりの脂質が結合脂質として残っていることがわかる。すなわち、精白米についてみると、ウルチ米で約 50%、モチ米で約 40% の脂肪酸が結合脂質として存在していた。これに比べて、従来総脂質の抽出に広く用いられている Folch の方法で抽出した値はかなり少ない値になっていて、米の場合 Folch の方法では十分に抽出されないことがわかる。このことは、抽出前後の胚乳部の様子を走査電子顕微鏡で観察した結果⁽⁴⁾からも支持された。

Table I. Lipid Extraction and Lipid Contents of Rice and Waxy Rice Grains

Lipids (weight/g dry matter)	Rice		Waxy rice	
	Brown	Polished	Brown	Polished
Crude lipids (mg)	28.8	6.4	29.5	7.8
Fatty acid (mg) ^{a)}	24.12	5.61	24.28	7.03
Sterol (μ g) ^{b)}	74.6	19.3	106.2	45.3
Phospholipid (mg) ^{c)}	0.08	0.02	0.10	0.02
Combined lipids I (mg) ^{d)}	19.0	8.5	19.7	8.9
Fatty acid (mg) ^{a)}	5.77	5.16	4.60	3.52
Sterol (μ g) ^{b)}	7.1	3.2	10.3	7.0
Phospholipid (mg) ^{c)}	6.99	5.20	3.32	1.55
Combined lipids II (mg)	—	—	—	—
Fatty acid (mg) ^{a)}	—	0.64	—	1.04
Sterol (μ g) ^{b)}	—	0.6	—	3.5
Phospholipid (mg) ^{c)}	—	0.07	—	0.09
Total lipid (Folch) (mg)	28.7	9.7	33.8	9.1
Fatty acid (mg) ^{a)}	24.05	8.51	29.28	6.83
Sterol (μ g) ^{b)}	71.3	11.4	74.4	20.1
Phospholipid (mg) ^{c)}	1.28	0.53	1.47	0.43

^{a)} calculated as linoleic acid, ^{b)} calculated as β -sitosterol, ^{c)} calculated as phosphorus $\times$ 25,
^{d)} 85%-methanol extracts (85°C).

Table II. Fatty Acid Contents and Composition in Rice and Waxy Rice Grains

		Fatty acid in dry matter mg ^{a)} /g	Composition of fatty acids, %									
			14:0	16:0	16:1	18:0	18:1	18:2	18:3	20:0	20:1	
Rice :												
Brown	{	Crude lipid	24.12	0.3	17.4	0.2	2.3	37.7	38.7	1.6	1.0	0.8
		Combined lipid I	5.77	2.1	35.4	0.5	1.5	15.5	42.0	2.2	tr	0.9
		Total (Folch)	24.05	0.9	18.5	0.6	1.8	38.0	37.6	1.6	0.4	0.7
Polished	{	Crude lipid	5.61	0.8	19.7	8.1	2.7	33.1	32.8	1.6	0.6	0.7
		Combined lipid I	5.16	6.5	48.1	0.6	1.4	11.3	32.0	tr	tr	tr
		Combined lipid II	0.64	12.8	28.5	9.7	6.8	21.5	20.7	tr	0	0
		Total (Folch)	8.51	0.8	21.3	0.3	2.1	31.6	40.9	1.5	0.5	0.8
Waxy rice :												
Brown	{	Crude lipid	24.28	0.7	20.1	0.3	2.2	37.2	38.1	0.2	0.5	0.7
		Combined lipid I	4.60	2.3	33.3	0.6	2.4	22.5	35.3	2.2	tr	1.6
		Total (Folch)	29.28	0.9	20.6	0.8	2.1	35.1	35.0	2.2	1.7	1.6
Polished	{	Crude lipid	7.03	0.6	24.0	0.4	2.4	32.0	38.1	1.3	0.5	0.6
		Combined lipid I	3.52	2.7	37.0	1.0	2.3	17.4	35.7	2.4	tr	1.5
		Combined lipid II	1.04	7.0	45.4	7.3	7.0	22.4	10.9	tr	0	0
		Total (Folch)	6.83	1.3	28.5	0.5	2.3	27.5	36.6	1.7	0.4	0.4

^{a)} calculated as linoleic acid.

TLC で脂質成分を分析した結果は、トリグリセリド、遊離脂肪酸、ステロール、ステロールエステル、ステロールグリコシドおよびリン脂質であり、ウルチ米とモチ米の組成に差はなかった。非常に抽出されにくく残っていた結合脂質Ⅱの画分では、その組成はむしろ粗脂肪とよく似ていて、デンプン分子に脂質がかなり強固に結合して存在していることを示している。しかし、量的には非常に少なかった。

脂質含量は、ステロールとリン脂質に顕著な違いがみられた。精白米についてみると、ステロールは、モチ米の方がウルチ米よりはるかに多く約2.5倍となっていたが、これらのステロールは、粗脂肪に多く抽出されたことから比較的抽出されやすい状態で組織中に存在するように思われた。組成は、ウルチ米とモチ米は類似していて、主なステロールは植物に一般に存在する β -シトステロール、スティグマステロールおよびカンペステロー

ルで、この三者が全体の約 90% を占め、これら以外のステロール (GLC で β -シトステロールより後に出てくる) が約 10% 存在していた。リン脂質は、大部分が結合脂質 I に存在していた。ここでは抽出液中のリンを測定しているが、Posternak^(5,6) や田端⁽⁷⁾ の研究から考えて、ここで得られたリンはすべてリン脂質に由来するものと考えられる。量的には、ウルチ米の方がモチ米に比べ 3 倍以上存在していた。しかもこれは糠層ではほとんど差はなく、胚乳部のリン脂質に著しく差があるように思われた。脂肪酸に関しては、ウルチ米とモチ米の間にはほとんど相違はみられなかった。しかし、いずれも粗脂肪と結合脂質との間にはその組成に明らかに差がみられ、結合脂質ではパルミチン酸含量が多く、すでに報告されている結果と一致している⁽⁸⁻¹¹⁾。そしてこれはウルチ米に比べてモチ米の方により顕著であった。

ウルチ米とモチ米では少量の成分である脂質も、その組成等をみると、両者ではかなり異なっていた。これらの米は、加熱炊飯すると、“飯”，“強飯” のようになり性質が異なり、また炊飯の仕方も異なっている。この違いはアミロースとアミロペクチン含量の違いによると考えられるが、それだけでは説明のつかない不明の点が多い。本実験では、加熱処理した際の物性の違いをみる手がかりとして、脱脂米と未脱脂米とについてアミログラフによる粘度変化を測定し、脂質含量、組成等から検

討した。脱脂米および未脱脂米は 60 メッシュを通る微粉とし、アミログラフの結果を Fig. 1 に示した。

ウルチ米の場合、糊化開始温度は未脱脂米 (I) および脱脂米 (II) は同じ 65°C であるが、脱脂米 (III) は少し低く、62.8°C であった。(I) と (II) ではアミログラムは非常に似ているが、最高粘度は脱脂した (II) の方が少し高くなっている。(III) は糊化開始温度が低下して (約 63°C) しかも急激に粘度上昇がみられ、最高粘度に達する温度も (I), (II) が 93°C であるのに比べて低く、86°C となっていた。モチ米の方は、完全に脱脂した (III) で、糊化開始温度は僅かに低くなっている程度であったが、粘度上昇が著しく、未脱脂米 (I) の約 5 倍となっていた。しかし最高粘度の温度はいずれも 67°C で変りはなかった。

脱脂した際、アミログラムに著しい違いがみられたのは、明らかに脂質が粘度に関係していることを示している。結合脂質がデンプン粒の膨潤を阻止することはよく知られており⁽¹²⁾、この点よく一致している。ウルチ米、モチ米いずれも、完全に脱脂することによって糊化開始温度が低下し、ウルチ米は最高粘度に達する温度も低下しているが、モチ米の方は最高粘度の温度には変化はなかったが、粘度上昇が著しく、またブレイクダウンも激しくなっている。未脱脂のモチ米では、ウルチ米に比べて最高粘度が非常に小さく、モチ米の方がデンプン粒の膨潤が小さいと予想される。これはモチデンプンの脂質がデンプン粒の膨潤を阻止しているものと思われる。すなわち脂質組成をみると、モチ米は疎水性のステロールが多く、ウルチ米には極性のリン脂質が多く、この組成の違いが、デンプン粒の膨潤等に関係していることが予想される。

以上のように、ウルチ米、モチ米を加熱した際の物性の違いに脂質が重要な役割を果していることが想像されたが、これは脂質そのものが直接関与しているのか、未組織内での脂質の存在状態がこのような物性に影響を与えているのかは本実験からは明らかでないが、興味ある問題である。

本研究において、アミログラフの測定をしていただいた林学園短期大学前田巖助教授に、実験に協力して下さった清水美代子、庄田弘子、小杉緑、武田節子の諸氏に、またグルコアミラーゼを御提供していただいた生化学工業(株)に深謝いたします。

Fig. 1. Amylograms of Non-Defatted and Defatted Rices.

Amylography was carried out in 9% paste of non-defatted and defatted rice powder.

I: non-defatted rice(control), II: defatted rice (the rice powder not contains crude lipid), III: defatted rice (the rice powder not contains crude lipid and combined lipid I), B.U.: Brabender unit (viscosity).

本研究の概要は、昭和 51 年度日本農芸化学会大会で発表した。

-
- (1) T. J. Schoch : *J. Am. Chem. Soc.*, **64**, 2954 (1942).
 - (2) J. Folch, M. Lees and G. H. Sloanestanley : *J. Biol. Chem.*, **226**, 497 (1957).
 - (3) T. Kiribuchi, T. Mizunaga and S. Funahashi : *Agric. Biol. Chem.*, **30**, 770 (1966).
 - (4) 桐淵壽子 : 埼玉大学紀要 (数学・自然科学), **25**, 45 (1976).
 - (5) T. Posternak : *Helv. Chim. Acta*, **18**, 1351 (1935).
 - (6) T. Posternak : *J. Biol. Chem.*, **188**, 317 (1951).
 - (7) 田端司郎, 檜作 進 : 澱粉科学, **22**, 27 (1975).
 - (8) 藤本滋生, 永浜伴紀, 蟹江松雄 : 農化, **45**, 62 (1971).
 - (9) 藤本滋生, 永浜伴紀, 蟹江松雄 : 農化, **46**, 613 (1972).
 - (10) 古川三郎, 大場健吉, 藤井徹也 : 澱粉工誌, **13**, 75 (1966).
 - (11) 間野康男, 藤野安彦 : 澱粉科学, **22**, 1 (1975).
 - (12) 田村太郎, 半野敬夫, 鈴木繁男 : 澱粉工誌, **5**, 24 (1957).
-