

쌀보리의 전분지방질에 관한 연구

김혜경·최홍식

부산대학교 식품영양학과

Lipid Class and Fatty Acid Composition of Starch-Lipid in Naked Barley

Hae-Gyoung Kim and Hong-Sik Cheigh

Dept. of Food Science and Nutrition, Pusan National University, Pusan

Abstract

The composition of lipid class and fatty acid of free lipids(FL) as non-starch lipid and bound lipids(BL) as starch-lipid extracted from starch in naked barley(*Hordeum vulgare L.*) was investigated with the chromatographic procedures. FL were extracted from barley starch by petroleum ether(PE) and then BL were reextracted from PE extracted starch by the solvent systems of water-saturated butanol (WSB) at 25°C and at 95°C respectively. The contents of neutral lipid(NL), glycolipids(GL) and phospholipids(PL) in FL were 69.9%, 27.3% and 2.8%, on the other hand those of BL were 34.9-54.6%, 30-45.5% and 15.4-19.6%, respectively. The identified components of NL in starch-lipid were triglycerides (70.4-82.4%), free fatty acid (8.4-26.2%), esterified sterols and free sterols, and also the major GL in starch-lipid was monogalactosyldiglycerides(87.2-91.1%). Of the PL in FL and BL, diphosphatidyl glycerols, lysophosphatidyl choline, phosphatidyl choline & phosphatidyl serine were the major components. The predominant fatty acids found in NL, GL and PL of barley starch were palmitic acid and linoleic acid, and also myristic, stearic, oleic, linolenic acids were determined.

Key words: lipid class, fatty acid, starch-lipid, naked barley

서 론

쌀보리(裸麥; Naked Barley: *Hordeum vulgare L.*)는 겉보리 또는 다른 곡류와 마찬가지로 전분질 식품의 하나이다. 곡류전분들은 대체로 0.5~1.0%의 지방질을 함유하고 있다고 알려져 있으며 이들은 비교적 추출하기 쉬운 상태로 존재하는 비전분지방질(non-starch lipid)인 유리지방질과 다른 성분들과 함께 강력하게 결합하고 있는 전분지방질(starch-lipid)인 결합형 지방질로 구성되어 있으며, 대체로 곡류속에 함유된 대부분의 전분지방질은 monoacyl-lipids 이고 이들은 주로 전분입자의 아밀로오스와 함께 형성된 복합체로 존재하고 있다^(1,2). 이와 같은 전분중의 지방질은 전분의 이화학적 성질에 큰 영향을 주고있으며, 존재하는 지방질의 종류와 함량에 따라 전분의 저장성, 점성 그리고 가공제품의 품질에 중요한 인자가 된다고 한다⁽³⁻⁸⁾. 이와 같이 일반곡류 및 겉보리 등을 중심으로

하여 산발적으로 전분관련 지방질의 기능적 특성에 대하여 연구되어 왔다. 그리고 추출용매 종류 및 분획방법에 따른 밀전분과 쌀전분의 지방질 조성분석에 대한 연구와^(11,20) 겉보리 전분에 대한 분석결과⁽⁹⁾가 있으나 특히, 쌀보리 전분에 대한 연구는 없는 듯 하다. 본 연구에서는 전보⁽²⁾에 이어 쌀보리 전분에서 유리지방질 및 결합지방질을 추출하고, 다시 이들을 획분하여 각 지방질 및 지방산 조성을 연구하였으므로 이를 보고하고자 한다.

재료 및 방법

쌀보리 전분의 조제

본 실험에 사용한 쌀보리(품종: 세도하다가)는 68%로 도정한 뒤, 분쇄하여 60메쉬의 체를 통과한 것을 모아 폴리에틸렌 용기에 넣어 밀봉상태로 한 후 냉장고에 보관하면서 분석시료로 사용하였다. 보리전분은 알칼리 침지법⁽⁹⁾에 준하여 조제하였으며 A. O. A. C. 법⁽¹⁰⁾에 의하여 분석한 보리전분의 일반성분은 수분 13.84%,

Corresponding author: Hong-Sik Cheigh, Department of Food Science and Nutrition, Pusan National University, 30 Jangjun-dong, Kumjung-gu, Pusan, 609-735

조단백질(N×5.83) 0.46%, 조지방질 0.05%, 조회분 0.35%, 조섬유소 0.01%이었다.

유리 및 결합지방질의 추출, 정제 및 분획

보리전분 시료를 petroleum ether(PE)로 soxhlet 법에 의해서 9시간 동안 유리지방질을 추출한 후 농축시켜 정량용 유리지방질 시료로 이용하였다. 다음 추출하고 난 보리전분 잔사를 Morrison 방법⁽¹¹⁾에 의해 시료 100g에 water-saturated butanol(35:65, v/v, WSB) 용액 500ml 첨가시킨 후 저온(25°C)과 고온(95°C)에서 다음과 같이 각각 결합지방질을 추출하였다. 저온추출 방법은 시료의 5배량의 WSB를 가하여 25°C에서 1시간 30분 동안 교반기에서 교반한 후 1시간 동안 실온에서 방치하여 감압여과시켰고, 이 과정을 3번 반복한 후 추출액 모두의 용매를 휘발시킨 후 결합지방질(WSB-LT)을 얻었다. 다음 고온추출 방법은 시료의 5배량의 WSB를 가하여 95°C의 증탕에서 2시간 동안 교반한 다음 실온에서 방치하여 감압여과시킨 잔사에 대해 이 과정을 3번 반복한 후 이 추출액의 용매를 휘발시켜 결합지방질(WSB-HT)을 얻었다. 추출한 지방질들은 Wuthier 방법⁽¹²⁾에 의해 Sephadex G-25 columns(20~80 μm, Pharmacia Fine Chemicals: Sweden)을 사용하여 정제하였으며 정제된 지방질 성분은 Rouser 등의 방법⁽¹³⁾에 따라 silicic acid(Lipid chromatography grade, 325 mesh, Sigma Co. USA)로 충전한 관 크로마토그래피에 의해 중성지방질, 당지방질 및 인지지방질로 각각 분획하였다.

중성·당·인지지방질의 분별과 정량

위에서 분리한 각 지방질 획분을 Stahl의 방법⁽¹⁴⁾에 따라서 얇은 막 크로마토그래피(TLC)에 의해 각 성분을 분별하였다. 이때 TLC plate는 미리 만들어진 실리카겔 G TLC plastic sheet(Merck Co., Germany, thickness: 0.25 mm)를 사용하였으며, 전개용매로는 중성지방질의 경우 petroleum ether-diethyl ether-acetic acid(90:10:1, v/v/v), 당지방질은 chloroform-methanol-water(75:25:4, v/v/v), 인지지방질은 chloroform-methanol-water-28% aqueous ammonia(65:35:4:0.2, v/v/v/v)였으며 이때 지방질 표준품도 함께 전개시켜 표준화합물과 일치하는 분리된 반점을 확인하였다⁽¹⁵⁾. 그리고 sulfuric acid-dichromate reagent를 분무하여

120°C에서 탄화시키거나 anthrone 시약을 분무하여 당 지방질 성분을⁽¹⁶⁾, molybdenum 시약을 분무하여 인지 지방질 성분을⁽¹⁷⁾ 별도로 발색시켜 각각 확인하였다. 이상과 같이 TLC에 의하여 분리 확인된 각 지방질의 반점을 scanner(Shimazu dual-wave length TLC scanner, CS-930, Japan)에 의해 정량하였으며 이때의 기기분석조건은 파장 370nm, 스캐닝모드는 reflection-absorption single-wavelength zig-zag method이었다.

지방산의 분석

각 분획된 지방질의 지방산 분석을 藤野 등의 방법⁽¹⁸⁾에 의해 행하였다. 즉, 지방질을 메탄올성 5% 염산으로 methanolysis하여 정제한 지방산 메틸 에스테르를 기체-액체 크로마토그래피로 분석하였다. 다음 크로마토그램에 나타난 각 봉우리는 표준지방산의 메틸 에스테르(Sigma Chemical Co., USA)의 머무름 시간과 비교하여 확인하였으며 이때 사용한 기기의 분석조건은 전보와 같다⁽²⁾.

결과 및 고찰

유리지방질과 결합지방질의 함량

쌀보리 전분의 추출방법에 따른 추출지방질과 정제지방질의 함량은 Table 1과 같다. PE 추출 유리지방질의 함량은 0.04%, 이때의 정제지방질 함량은 0.03%였으며 보리전분을 1차로 PE 추출한 다음 다시 그것을 WSB로 2차 지방질 추출을 행하였을 때 WSB-LT 즉, 저온추출 결합지방질의 함량은 0.25%, 또한 같은 방법으로 2차 추출한 WSB-HT 즉, 고온추출 결합지방질의 함량은 0.47%, 이때의 정제지방질 함량은 0.36%였다. 이것으로 보아 전분속의 지방질은 amylos-

Table 1. Total content of crude and purified lipids in barley starch

	Free lipids	Bound lipids	
		WSB-LT ^{a)}	WSB-HT ^{a)}
Crude lipid	0.04	0.25	0.47
Purified lipid	0.03	0.16	0.36

a) Bound lipids were extracted with water-saturated butanol (WSB) at 25°C(low temperature; LT) or at 95°C(high temperature; HT)

Table 2. Content of each neutral lipids, glycolipids and phospholipids in barely starch

	(%)		
	Free lipids	Bound lipids	
		WSB-LT	WSB-HT
Neutral lipids	69.9	34.9	54.6
Glycolipids	27.3	45.5	30.0
Phospholipids	2.8	19.6	15.4

e-lipid complex의 형태로 강하게 결합되어 있기 때문에 지방질 추출시에는 아주 극성이 강한 용매만을 사용해야 한다는 여러 연구보고^(7,11,19)와 일치하는 경향이 었다.

중성·당·인지지방질의 조성

보리전분을 추출방법에 따라 지방질을 추출한 후 각 지방질을 분획한 결과는 Table 2와 같다. PE 추출 유리지방질에서는 중성, 당, 인지지방질의 함량이 69.9%, 27.3%, 2.8%였으며 WSB-LT 추출 결합지방질에서는 중성, 당, 인지지방질의 함량이 34.9%, 45.5%, 19.6%로 유리지방질에 비해 중성지방질의 함량이 감소한 반면 당, 인지지방질의 함량이 증가하였다. 한편, WSB-HT 추출 결합지방질에서는 중성, 당, 인지지방질의 함량이 54.6%, 30.0%, 15.4%로 그 경향은 WSB-LT 추출 지방질의 함량비와 비슷한 양상을 보였다.

Maningat의 연구보고⁽²⁰⁾에 의하면 이러한 전분지방질의 획분비는 전분조제 방법에 따라 크게 달라질 수 있다고 하는데 즉, 0.2%-NaOH를 사용하여 전분을 조제한 쌀전분 지방질의 경우 중성,당,인지지방질의 함량이 79%, 9%, 12%, sodium dodecyl benzene sulfonate를 사용하여 전분을 분리한 쌀전분 지방질의 경우에는 중성,당,인지지방질의 조성이 30%, 36%, 34%라고 하였다. 또한 정의 연구보고⁽¹⁹⁾에서는 PE로 추출된 밀가루 지방질에는 NL/PL 비가 높은 반면 WSB로 추출된 지방질의 경우에는 NL/PL 비가 낮았는데 이는 용매의 극성도가 높을수록 추출해 내는 PL의 양이 증가하기 때문이라고 하였으며 이와 같은 경향을 본 연구결과와 일치함을 보여준다. 이상과 같이 전분지방질의 중성·당·인지지방질의 획분비는 품종, 전분조제방법, 지방질 추출용매, 추출방법에 의해 크게 영향을 받음을 알 수 있었다.

Table 3. Composition of neutral lipids in barley starch (%)

	Free lipids	Bound lipids	
		WSB-LT	WSB-HT
1,2-diglycerides	trace	trace	trace
1,3-diglycerides	0.2	0.1	trace
Free sterols	0.6	0.2	0.1
Unknown 1	0.3	0.2	0.1
Unknown 2	1.2	0.2	0.1
Free fatty acids	8.4	26.2	16.2
Triglycerides	82.4	70.4	80.4
Esterified Sterols	6.9	2.7	3.1

Table 4. Composition of glycolipids in barley starch (%)

	Free lipids	Bound lipids	
		WSB-LT	WSB-HT
Sulfatides	0.3	0.6	1.1
Digalactosyl - diglycerides	3.6	0.8	4.2
Cerebrosides	1.8	2.4	4.4
Steryl - glycosides	3.2	5.9	3.1
Monogalactosyl - diglycerides	91.1	90.3	87.2

중성지방질 성분의 분별정량

중성지방질을 TLC에 의하여 분별한 다음 각 성분을 TLC-scanner로써 정량한 결과는 Table 3과 같다. 중성지방질 성분 중 대부분을 차지하는 것은 트리글리세리드로서 유리지방질보다는 결합지방질에서의 트리글리세리드 함량이 적었으며 그 중에서도 특히 WSB(저온) 추출 결합지방질의 트리글리세리드 함량이 적었다. 이와는 반대로 유리지방산의 함량은 유리지방질보다 결합지방질에서 그 함량이 월등히 많이 나타났으며 그의 미량의 diglyceride와 free sterol은 유리, 결합지방질간에 거의 차이가 없었다.

당지방질 및 인지지방질 성분의 분별정량

당지방질을 TLC에 의하여 분별한 다음 TLC-scanner로써 정량한 결과는 Table 4와 같다. 유리, 결합지방질 모두 87~91%의 monogalactosyl-diglycerides(MGDG)가 당지방질 성분이 대부분을 차지하고 있었으며, cerebroside는 유리지방질에서보다 결합지

Table 5. Composition of phospholipids in barley starch (%)

	Free lipids	Bound lipids	
		WSB-LT	WSB-HT
Lysophosphatidyl choline	30.8	30.3	26.8
Phosphatidyl choline & Phosphatidyl serine	12.1	17.3	21.2
Phosphatidyl inositol	3.5	3.7	2.2
Phosphatidyl ethanolamine	4.9	5.2	3.4
Phosphatidyl glycerols	8.3	9.9	7.1
Diphosphatidyl glycerols	40.4	33.6	39.3

방질에서 다소 그 함량이 많았고 steryl glycosides의 함량은 거의 비슷한 수준이었다.

쌀전분 지방질에서는 digalactosyl-monoglyceride (DGMG)와 monogalactosyl - monoglyceride (MGMG)가 주요 당지방질 성분으로 보고되어 있으며⁽²⁰⁾ 밀가루 전분에서는 DGMG, DGDG, MGMG의 순으로 당지방질의 성분이 구성되어 있다고 보고되어 있으므로⁽⁷⁾ 곡류전분 지방질 중의 당지방질 성분에는 각각 특성이 있음을 알 수 있었다.

한편, 인지지방질을 TLC에 의하여 분별한 다음 이것을 TLC-scanner로써 정량한 결과는 Table 5와 같다. 보리전분 지방질의 유리, 결합지방질에는 lysophosphatidyl choline(LPC)과 diphosphatidyl glycerols(DPG)이 인지지방질 성분의 대부분을 구성하고 있었다. Phosphatidyl choline & phosphatidyl serine(PC & PS)의 함량은 결합지방질에서 다소 많았으며 phosphatidyl inositol, phosphatidyl ethanolamine, phosphatidyl glycerol의 함량은 유리, 결합지방질에서 모두 비슷한 경향을 나타내고 있었다. Acker의 연구^(21,22)에 의하면 결보리 전분지방질 중에는 lysophosphatidyl choline 62%, lysophosphatidyl ethanolamine 6%, lysophosphatidyl inositol 3%, 유리지방산 4%로 구성되어 있다고 하므로 결보리전분의 총지질 중에는 인지지방질 성분이 월등히 많음을 알 수 있었다. 그러나 본 연구에서는 전분지방질을 각 획분별로 분획하여 살펴보았기 때문에 Acker의 연구와는 차이가 있지만 LPC의 함량이 많

Table 6. Fatty acid composition in neutral lipids of barley starch (%)

Fatty acid	Free lipids	Bound lipids	
		WSB-LT	WSB-HT
14:0	12.9	0.7	3.4
16:0	47.3	20.0	15.2
18:0	3.0	0.4	1.4
18:1	3.4	4.0	5.7
18:2	23.0	68.3	65.9
18:3	trace	6.4	4.6
20:0	10.3	trace	3.8

Table 7. Fatty acid composition in glycolipids of barley starch (%)

Fatty acid	Free lipids	Bound lipids	
		WSB-LT	WSB-HT
14:0	7.1	2.1	1.3
14:1	3.2	0.9	0.3
16:0	39.8	24.4	22.7
18:0	11.0	1.1	2.8
18:1	5.5	3.4	4.9
18:2	30.2	59.7	63.1
18:3	2.7	5.3	4.9
20:4	0.5	trace	trace

은 점에 대해서는 일치하는 경향을 보였다.

분획지방질의 지방산 조성

쌀보리 전분의 유리 및 결합지방질에서 분획한 중성 지방질의 지방산 조성을 정량한 결과는 Table 6과 같다. 중성지방질에서의 주요 지방산은 팔미트산과 리놀레산으로 나타났으며 팔미트산은 유리지방질에 더 많이 함유되어 있는 반면 리놀레산은 결합지방질에 그 함량이 더 많았다. 또한 유리지방질에서는 결합지방질에 비해 미리스트산과 아라키드산의 함량이 많은 경향을 보였으며 그외 소량의 스테아르산, 올레산이 함유되어 있었다. Goering의 연구⁽⁶⁾에 의하면 보리전분 지방질 중의 중성지방질 획분에서 지방산 조성은 리놀레산(59.7%), 팔미트산(25.6%), 올레산(8.9%)인데, 이것을 본 연구결과와 비교해 보면, 리놀레산과 팔미트산이 주요 지방산인 점에 대해서는 거의 일치하는 점을 보이나 올레산의 함량이 다소 낮은 경향을 보이고 있다.

Table 8. Fatty acid composition in phospholipids of barley starch

Fatty acid	Free lipids	Bound lipids	
		WSB-LT	WSB-HT
14:0	15.3	1.3	0.9
16:0	38.0	40.3	49.1
18:0	5.7	0.8	14.8
18:1	5.3	4.6	11.1
18:2	31.2	50.4	24.1
18:3	trace	2.5	trace
20:0	4.4	trace	trace

그리고 당지방질의 지방산 조성을 정량한 결과는 Table 7과 같다. 즉, 유리지방질에서의 주요 지방산은 팔미트산, 리놀레산, 스테아르산 순이었으며 결합지방질에서는 리놀레산, 팔미트산이 주요 지방산이었고 그 외 소량의 리놀레산, 올레산, 미리스트산이 있었다. 이상과 같이 당지방질에서도 중성지방질에서와 마찬가지로 대부분을 구성하는 지방산은 팔미트산과 리놀레산이었다. Melvin의 연구(7)에 의하면 밀가루전분과 옥수수전분 모두에서 리놀레산과 팔미트산이 주요 지방산으로 보고되어 있다.

또한 인지방질의 지방산 조성을 정량한 결과는 Table 8과 같다. 유리지방질에서 인지방질의 지방산 조성은 팔미트산, 리놀레산, 미리스트산 순이었으며, 결합지방질에서는 리놀레산과 팔미트산이 주요 지방산이었다. 특이한 점은 인지방질에서는 당지방질의 지방산 조성고 비교하여 유리지방질에서보다 결합지방질에서 팔미트산의 함량이 많았고, WSB-HT 결합지방질에서는 스테아르산과 올레산의 함량이 다른 지방질획분에 비교하여 그 함량이 많은 경향을 보였다.

요 약

쌀보리 전분에서 유리 및 결합지방질을 추출하여 이들을 중성·당·인지방질 등으로 분획, 정량하고 다시 이 분획된 성분들의 구성지방질들을 분별 정량한 다음 각 지방질들의 지방산 조성을 분석하였다. 유리지방질에서는 중성·당·인지방질의 함량이 각각 69.9%, 27.3%, 2.8%였고, 결합지방질에서는 34.9~54.6%, 30.0~45.5%, 15.4~19.6%였다. 중성지방질 성분 중 대부분을 차지하는 것은 트리글리세리드(70.4~82.4%)이었고 이외 유리지방산(8.4~26.2%) 그리고 소

량의 esterified sterol과 free sterol로 구성되어 있었다. 당지방질에서는 87~91%의 monogalactosyl-diglycerides가 주요 성분이었으며 그외 소량의 digalactosyl-diglycerides(0.8~4.2%), cerebrosides(1.8~4.4%), steryl glycosides(3.1~5.9%)로 구성되어 있었다. 그리고 인지방질 성분에서는 유리, 결합지방질 모두 lysophosphatidyl choline(26.8~30.8%)과 diphosphatidyl glycerols(33.6~40.4%)의 함량이 많았으며, 그외 12.1~21.2%의 phosphatidyl choline & phosphatidyl serine, 7.1~9.9%의 phosphatidyl glycerol로 구성되어 있었다. 중성지방질의 주요 지방산은 팔미트산(15.2~47.3%), 리놀레산(23.0~68.3%)였으며 당지방질에서도 대부분을 구성하는 지방산은 팔미트산(22.7~39.8%)과 리놀레산(30.2~63.1%)이었다. 특히 당지방질의 유리지방질에서는 결합지방질에 비해 미리스트산, 스테아르산의 함량이 많은 것이 특징적이었다. 인지방질의 지방산 조성도 함량면에서는 차이가 나지만 대부분 팔미트산과 리놀레산으로 구성되어 있었다.

감사의 글

본 연구는 한국과학재단 연구비 지원(1985-1986)으로 수행되었으며 이를 깊이 감사드립니다.

문 헌

1. Gunstone, F.D. and Norris, F.A.: *Lipids in foods*, Pergamon Press, Oxford, p.1(1983)
2. 김혜경, 김복남, 최홍식: 쌀보리 결합지방질의 추출과 그 조성에 관한 연구, *한국영양식량학회지*, 18(2) (1989)
3. Morrison, W.: Cereal lipids In *Advances in Cereal Science and Technology*, Pomeranz, Y.(ed). American Association of Cereal Chemists, Vol.2, p. 221(1978)
4. Chung, O.K., Pomeranz, y., Finney, K.F., Shogren, M.D. and Carville, D.: Defatted and reconstituted wheat flours. V. Bread-making response to shortening of flour differentially defatted by varying solvent and temperature. *Cereal Chem.*, 57, 106(1980)
5. Goering, K.J. Jackson, L.L., DeHaas, B.W.: Effect of some nonstarch components in corn and barley starch granules on the viscosity of heated star-

- ch-water suspensions. *Cereal Chem.*, 52, 493(1975)
6. Ghiasi, K., Varriano-Marston, E. and Hoseney, R.C.: Gelatinization of wheat starch. IV. Amylograph viscosity. *Cereal Chem.*, 59, 262(1982)
 7. Melvin, M.A.: The effect of extractable lipid on the viscosity characteristics of corn and wheat starches. *J. Sci. Food Agric.*, 30, 731(1979)
 8. Baisted, D.J.: Starch lipids in barley and malt. In *Lipids in Cereal Technology*, Barnes, P.J.(ed). Academic Press, New York London, p.93(1983)
 9. 정동효, 유태중, 최병규: 도토리 녹말의 이용에 관한 연구(제 1보 도토리 녹말의 특성), 한국농화학회지, 18(2), 102(1975)
 10. A.O.A.C.: *Official Methods of Analysis*, 14th ed., Association of Official Analytic Chemists, Arlington, 166(1984)
 11. Morrison, W.R., Mann, D.L., Soon, W. and Conventry, A.M.: Selective extraction and quantitative analysis of non-starch and starch lipids from wheat flour, *J. Sci. Food Agric.*, 26, 507(1965)
 12. Wuthier, R.E.: Purification of lipids from nonlipid contaminants on sephadex bead columns, *J. Lipid Res.*, 7, 558(1966)
 13. Rouser, G., Kritchevsky, G., Simon, G. and Nelson, G.J.: Quantitative analysis of brain and spinach leaf lipids employing silicic acid column chromatography and acetone for elution of glycolipids, *Lipids*, 2, 37(1967)
 14. Stahl, E.: *Thin Layer Chromatography*, Academic Press, New York, p.1(1969)
 15. Price, P.B. and Parsons, J.G.: Lipids of six cultivated barley(*Hordeum vulgare* L.) varieties, *Lipids*, 9, 560(1974)
 16. Patton, S. and Thomas, A.J.: Composition of lipid foams from swin bladders of two deep ocean fish species, *J. Lipid Res.*, 12, 331(1971)
 17. Dittmer, J.C. and Lester, R.L.: A simple specific spray for the detection of phospholipids on thin layer chromatograms, *J. Lipid Res.*, 5, 126(1964)
 18. 藤野安彦: 生物化學實驗法(9), 脂質分析法入門, 學會出版センター, 東京, 155(1980)
 19. 정옥경: 제빵과정에 있어서 밀가루 지방질, 쇼트닝 및 유화제의 역할, 한국식품과학회지, 13(1), 74(1981)
 20. Maningat, C.C., Juliano, B.O. and Los Banos: Starch lipids and their effect on rice starch properties, *Starch/Stärke*, 32, 76(1980)
 21. Acker, L. and Becker, G.: Neuere untersuchungen über die lipide der getreidestärken, *Stärke*, 23, 419(1971)
 22. Acker, L. and Becker, G.: Über die lipide der getreidestärken. Universität Münster, 275(1972)
- (1989년 5월 4일 접수)