

염소처리가 밀가루의 지방질 조성에 미치는 영향

한명규 · 신효선

동국대학교 식품공학과

Effect of Chlorine Treatment on the Lipid Composition of Wheat Flour

Myung-Kyu Han and Hyo-Sun Shin

Department of Food Science and Technology, Dongguk University, Seoul

Abstract

The effects of chlorine treatment on the lipid composition of wheat flour were studied by treating flour with different amounts (1, 2 and 4 ounces per 100 pounds of flour) of liquidized chlorine gas. The contents of free lipid increased slightly while those of the bound lipid decreased at all levels of chlorine used. The contents of neutral lipid in the free lipid decreased while those in the bound lipid increased as the level of chlorine increased. The contents of triglycerides in the free and bound lipids decreased as the level of chlorine increased. As the level of chlorine increased, digalactosyl diglycerides in the bound lipid decreased, whereas those in the free lipid increased within the range of 1 to 2 oz of chlorine. The phosphatidylcholine content in the free and bound lipids decreased while the lysophosphatidylcholine increased in both free and bound lipids as the level of chlorine increased. The content of saturated fatty acids increased while that of unsaturated ones decreased as the level of chlorine increased.

Key words: wheat flour, chlorine treatment, lipid composition

서 론

밀가루의 표백속성제는 밀가루를 제분 즉시 균일하게 표백하고 제빵적성을 개선하기 위하여 사용된다⁽¹⁾. 표백속성제로 사용되는 염소는 밀가루의 색소, 단백질, 전분, 아밀라제, 아미노산, 지방질과 직접적으로 상호작용을 하며⁽²⁾, 이로 인하여 밀가루의 각종 기능적 특성이 변화되게 된다⁽³⁻⁵⁾.

염소는 밀가루 중의 중성지방질과 반응하여 염소유도체를 형성하며 이것이 제빵적성을 개선하는데 효과가 있는 것으로 보고되고 있다⁽⁵⁾. 그리고 전분입자의 표면은 염소처리에 의하여 활성화되어 전분-단백질 복합물 형성을 용이하게 하여 굽는 과정에서 반죽을 안정화시키며, 전분과의 이러한 상호작용은 지방질의 변형의 결과^(5,6)로 생길 수 있다고 한다. 또한 염소처리에 의하여 밀가루 지방질의 불포화도가 감소하여 linoleic acid와 linolenic acid 등의 필수지방산이 감소된다고 보고되고 있다^(7,8). 그러나 현재까지 염소처리가 밀가루 지방질 성분의 변화에 대해 체계적으로 연구된 보고는 드문 편이다. 그리하여 본 연구에서는 밀가루 지방질 성분에 대한 염소처리의 영향을 알아보기 위하여 밀가루를 염소처리하

지 않은 것과 처리한 것, 그리고 염소처리량을 달리 하였을 때 밀가루의 유리 및 결합지방질 중 중성, 당, 인지지방질의 함량, 지방산 조성 등의 변화를 각각 비교 연구한 결과를 보고하고자 한다.

재료 및 방법

시료 및 염소처리

본 실험에 사용한 시료 밀가루와 염소처리 방법은 전보의 방법⁽⁹⁾을 사용했다.

유리 및 결합지방질의 추출과 정제

시료중의 유리 지방질은 Soxhlet 장치에 의하여 디에틸에테르로 16시간 동안 추출한 후 정량하였다. 결합지방질은 Daniels 등의 방법⁽¹⁰⁾에 의하여 추출한 후 정량하였다. 추출한 유리 및 결합 지방질은 Wüthier법⁽¹¹⁾에 따라 정제한 후 각종 지방질의 분석시료로 사용하였다.

중성 지방질과 극성 지방질의 분리 및 정량

정제한 지방질을 Hirsch 등의 방법⁽¹²⁾에 따라 silicic acid column chromatography(SACC)에 의하여 중성, 당 및 인지지방질로 각각 분리하였고 중량법에 의하여 정량하였다. 분리한 지방질의 획분을 얇은 막 크로마토그래피(TLC)에 의하여 그 조성을 각각 분별 확인하였다.

즉 중성 지방질을 silica gel G(E. Merk)로 0.25 mm의

Corresponding author: Hyo-Sun Shin, Department of Food Science and Technology, Dongguk University, Jung-gu, Pil-dong, Seoul 100-715, Korea

얇은 막을 입힌 유리판에 spotting한 후 n-헥산-디에틸 에테르-아세트산(80 : 20 : 1, v/v)의 전개용매로 전개하고 40% 황산용액으로 도포하여 탄화시킨 다음 표준 중성 지방질의 R_f값과 비교하여 그 종류를 확인하였다. 당지방질 획분은 silica gel H(E. Merk)로 0.5 mm의 얇은 막을 입힌 유리판에 spotting한 후 클로로포름-메탄올-물(65 : 25 : 4, v/v)의 전개용매⁽¹³⁾로 전개한 후 황산용액으로 도포하여 탄화시킨 다음 표준 당지방질의 R_f값과 비교하였고, 또 당지방질의 확인을 위하여 α-naphtol 시약⁽¹⁴⁾을 도포하였다. 인지지방질은 당지방질 때와 동일한 흡착제로 얇은 막을 만들어 클로로포름-메탄올-물-28% 암모니아수(80 : 20 : 2 : 0.2, v/v)의 전개용매로 전개한 후 탄화시킨 다음 표준 인지지방질의 R_f값과 비교하였고, 인지지방질의 확인을 위하여 Dittmer 시약⁽¹⁵⁾을 도포하였다. TLC에 의하여 분리 확인된 각 지방질의 반점은 TLC scanner(Shimadzu dual wavelength, CS-900, Japan)에 의하여 그 함량을 각각 정량하였다⁽¹⁶⁾.

지방산의 분석

지방산 조성은 가스-액체 크로마토그래프(GLC ; Hewlett-Packard, 5793A, USA)에 의하여 분리 정량하였다. 지방산의 메틸에스테르는 12.5% BF₃-MeOH를 사용하여 Morrison 등의 순서⁽¹⁷⁾에 따라 만들었다. GLC 분석조건은 FID를 사용하여 유리컬럼(6 ft×2 mm)에 10% DEGS를 입힌 100~120 mesh Chromosorb WHP로 충전하여 사용하였고 관의 온도는 190°C에서 질소를 운반

Table 1. Effect of chlorine on the free and bound lipids distribution of wheat flour¹⁾

Cl ₂ -treatment level (oz/cwt)	Free lipid ²⁾ (wt.%)	Bound lipid ³⁾ (wt.%)
0	0.94	0.34
1	1.00	0.22
2	0.99	0.22
4	1.01	0.23

¹⁾Expressed on a 13.45±0.35% moisture basis.
²⁾Extracted with diethyl ether(DE) on a Soxhlet.
³⁾Extracted with the mixture of chloroform/methanol/water(1.0 : 1.0 : 0.8, v/v) in a Waring blender at room temperature after DE-extraction.

Table 2. Effect of chlorine on the polar and nonpolar lipids distribution in free and bound lipids of wheat flour

Cl ₂ -treatment level(oz/cwt)	Free lipid (wt.%)			Recovery yield(%)	Bound lipid (wt.%)			Recovery yield(%)
	NL ¹⁾	GL ¹⁾	PL ¹⁾		NL	GL	PL	
0	58.6	33.6	7.8	99.2	12.9	45.2	41.9	99.0
1	58.1	33.4	8.5	98.9	14.8	39.1	46.1	99.4
2	55.6	35.7	8.7	99.4	15.2	35.8	49.0	99.6
4	49.1	41.7	9.2	99.1	16.8	33.6	49.6	98.9

¹⁾NL; neutral lipid, GL; glycolipid, PL; phospholipid.

기체로 하여 1분당 40 ml의 속도로 용출하였다.

결과 및 고찰

유리 및 결합지방질의 함량

염소처리하지 않은 밀가루와 염소처리한 밀가루 중의 유리 및 결합 지방질의 함량을 정량한 결과는 Table 1과 같다. 즉, 염소처리에 의해 극히 적은 양 이지만 유리 지방질 함량은 증가한 반면 결합지방질은 상대적으로 감소하였다. 그러나 염소처리량 증가에 따른 유리 및 결합지방질의 함량변화는 거의 없었다. 이 결과는 염소처리한 박력분이 처리하지 않은 박력분에 비하여 유리 지방질이 극히 적은 양이었지만 증가하였음을 보고한 Kissell 등⁽¹⁸⁾과 Donelson 등⁽¹⁹⁾의 결과와 잘 일치하였다.

극성 및 비극성 지방질의 함량

염소처리하지 않은 밀가루와 염소처리한 밀가루의 유리 및 결합지방질 중의 중성, 당 및 인지지방질을 분리한 후 그 함량을 정량한 결과는 Table 2와 같다. 유리지방질 중 중성 지방질은 염소처리량 증가에 따라 그 함량이 감소하는 반면, 결합지방질 중 중성 지방질의 함량은 증가하는 경향이였다. 한편 유리 및 결합지방질 중 인지지방질은 염소처리량 증가에 따라 모두 그 함량이 증가하는 경향이였으나, 당지방질의 함량은 유리지방질에서는 그 함량이 증가한 반면에 결합지방질에서는 감소하는 경향을 나타냈다.

밀가루의 염소처리는 밀가루 중의 여러 성분들이 산화분해반응을 일으키는 것으로 보고되고 있다^(2,20,21). 따라서 염소가 밀가루의 지방질 성분을 산화 분해시킬 것으로 추측된다. 또한 염소처리에 의해 전분내 C₂와 C₃ 사이의 포도당 잔기의 산화와 전분의 α-1,4 결합의 산화적 분해에 따른 당류의 생성^(22,23), 그리고 전분의 해중합반응에 의한 aldehyde, ketone 및 carboxyl기⁽²⁴⁻²⁷⁾ 등의 carbonyl 화합물과 alcohol⁽²⁷⁾이 생성된다. 따라서 이들 분해물질들과 염소처리에 의해 생성된 지방질 분해산물들 즉, 에스테르화합물은 transesterification에 의하여, carbonyl 화합물의 경우에는 carbonyl addition mechanism에 의한 interesterification에 의해서 각 지방질 획분간에 함량의 증감이 일어날 수 있을 것으로 생각된다.

Table 3. Effect of chlorine on the composition in free lipids of wheat flour¹⁾

Lipid class ²⁾		Cl ₂ -treatment level (oz/cwt)			
		0	1	2	4
Neutral lipids	MG	1.1	1.0	1.2	1.4
	1,3-DG	1.5	1.5	1.5	1.8
	1,2-DG	0.6	0.7	0.9	1.0
	FS	1.9	2.0	2.4	3.1
	Unknown	0.7	1.3	1.6	2.1
	FFA	3.9	3.6	3.5	3.0
	TG	40.7	38.8	34.3	23.0
	WE	-	-	-	-
	SE/HC	8.2	9.2	10.2	13.7
		58.6	58.1	55.6	49.1
Glycolipids	SL	-	-	-	-
	DGDG	14.6	16.0	16.9	13.5
	CB/SG	4.4	4.4	4.9	6.4
	MGDG	4.6	5.5	6.3	7.8
	ESG	3.0	2.8	3.0	6.5
	Unknown	7.0	4.7	4.6	7.5
	33.6	33.4	35.7	41.7	
Phospholipids	LPC	11	1.6	1.9	2.0
	PI/PS	0.4	0.5	0.5	0.5
	PC	1.2	1.2	0.9	0.9
	LPE	1.5	1.3	1.2	1.1
	PE	3.6	3.9	4.2	4.7
		7.8	8.5	8.7	9.2

¹⁾Abbreviations: MG, monoglycerides; 1,3-DG, 1,3-diglycerides; 1,2-DG, 1,2-diglycerides; TG, triglycerides; FS, free sterol; FFA, free fatty acid; WE, wax esters; SE/HC, steryl esters and hydrocarbons; SL, sulfolipids; DGDG, digalactosyl diglycerides; CB/SG, cerebroside and steryl glycoside; MGDG, monogalactosyl diglycerides; ESG, esterified steryl glycosides; LPC, lysophosphatidylcholines; PI/PS, phosphatidylinositols and phosphatidylserines; PE, phosphatidylethanolamines

²⁾g lipid/100g free lipid extracted with diethyl ether(DE) on a Soxhlet

중성·당 및 인지지방질의 조성

염소 처리량에 따라 밀가루의 유리 및 결합지방질 중의 중성, 당 및 인지지방질의 조성의 변화를 분리 정량한 결과 (각 성분간의 상대적인 백분율)는 Table 3 및 4와 같다. 유리 및 결합지방질 중의 triglyceride(TG)의 함량은 염소처리량 증가에 따라 현저하게 감소하였고, 유리지방질 중 steryl esters(SE)와 hydrocarbon(HC)의 함의 함량과 결합지방질 중 free fatty acid(FFA)의 함량이 증가한 것이 가장 특징적이었다. 이와 같은 현상은 염소처리량에 따른 가수분해 또는 산화적 분해반응⁽²⁰⁾과 산화에 의한 지방질의 분해^(28,29) 등에 의하여 TG가 분해되어 그 함량이 감소함에 따라 FFA와 HC의 함량이 증가하는 것으로 추측된다. 그러나 염소처리량 증가에 따라 유리지방질에서 HC가, 결합지방질에서는 FFA가 현저하게 그 함량이 증가한 현상과 그 분해생성물 간의 차이 그리고 염소에 의한 지방질의 산화반응기구에 대

Table 4. Effect of chlorine on the composition in bound lipids of wheat flour¹⁾

Lipid class ²⁾		Cl ₂ -treatment level (oz/cwt)			
		0	1	2	4
Neutral lipids	MG	0.4	1.0	1.2	1.4
	1,3-DG	0.6	0.7	0.7	0.7
	1,2-DG	0.3	0.4	0.4	0.4
	FS	0.6	0.9	1.0	1.3
	Unknown	0.5	0.7	0.8	0.9
	FFA	5.0	6.5	6.8	7.7
	TG	1.7	1.0	1.1	1.1
	WE	0.4	0.5	0.4	0.4
	SE/HC	3.4	3.7	3.7	3.9
		12.9	14.8	15.2	16.8
Glycolipids	SL	6.1	5.1	4.6	3.9
	DGDG	26.9	22.1	19.1	17.5
	CB/SG	7.2	6.2	6.2	6.4
	MGDG	3.1	3.7	3.4	3.3
	ESG	1.9	2.0	2.5	2.5
	Unknown	-	-	-	-
	45.2	39.1	35.8	33.6	
Phospholipids	LPC	11.8	15.6	17.3	18.9
	PI/PS	5.1	8.2	9.2	10.8
	PC	9.2	8.6	8.3	7.3
	LPE	5.5	4.2	4.3	3.9
	PE	10.3	9.5	9.9	8.7
		41.7	46.1	49.0	49.6

¹⁾Abbreviations are the same as in Table 1

²⁾g lipid/100g bound lipid extracted with the mixture of chloroform-methanol-water(1.0 : 1.0 : 0.8, v/v) in a Waring blender at room temperature after DE-extraction

해서는 앞으로 구체적인 연구가 더 이루어져야 할 것이다.

당지방질에서는 digalactosyl diglyceride(DGDG)의 함량이 유리 및 결합지방질에서 염소처리에 의하여 특이하게 변화되었다. 즉, 유리지방질 중의 DGDG 함량은 염소처리량 1 oz와 2 oz 때는 증가하였으나 4 oz 처리 때는 감소하였으며, 결합지방질 중 DGDG의 함량은 염소처리량 증가에 따라 감소하였다. 염소처리에 따른 밀가루 지방질 내의 변화에 의해 생기는 개선효과에 대하여 Gaines 등⁽³⁰⁾은 케이크조성의 향상과 부피증대의 효과가 있다고 설명하였으며, Daftary 등⁽³¹⁾은 극성지방질 중에서 당지방질이 빵의 부피증대에 관여하며 그 중 DGDG가 가장 큰 효과가 있다고 하였다. 또한 염소처리에 있어서 가장 중요한 것은 최적효과를 낼 수 있는 처리량이라고 할 수 있는데 이를 뒷받침할 수 있는 연구는 Kissell 등⁽¹⁸⁾이 염소처리량에 따른 케이크용 밀가루의 유리지방질 효과에 대한 소성실험에서 케이크의 부피가 염소처리량이 1 oz 및 2 oz 처리시까지는 증대되나 4 oz로 과도한 양을 처리할 경우 오히려 감소된다고 하였으며 염소처리시 유리지방질의 효과는 그 처리량이 중요하다고 밝혔다.

Table 5. Effect of chlorine on the fatty acid composition of free and bound lipids in total lipid of wheat flour

	Cl ₂ -treatment level(oz/cwt)	Fatty acid ¹⁾									
		12 : 0	14 : 0	14 : 1	16 : 0	18 : 0	18 : 1	18 : 2	18 : 3	20 : 0	22 : 0
Free lipid	0	0.1	0.1	0.1	21.3	1.0	11.8	61.6	4.0	—	—
	1	0.1	0.2	0.1	26.2	1.3	12.7	55.5	3.9	—	—
	2	0.1	0.2	0.1	28.9	1.4	10.8	54.8	3.7	—	—
	4	0.4	0.3	0.2	38.8	2.3	10.1	44.7	3.2	—	—
Bound lipid	0	—	0.5	0.1	28.1	2.5	7.2	57.7	3.6	0.2	0.1
	1	—	0.5	0.1	29.1	1.6	7.2	57.5	3.4	0.2	0.4
	2	—	0.5	0.1	32.0	2.1	7.1	54.1	3.4	0.3	0.4
	4	—	1.1	0.1	36.1	3.9	7.1	47.7	3.0	0.4	0.6

¹⁾Expressed as weight percent and calculated from peak areas of the gas chromatograms
Fatty acids are expressed as number of carbons: number of double bonds

따라서 본 실험에서 염소처리량에 따른 DGDG의 함량변화를 관련지어 추측해 볼 때 최저 염소처리량인 1~2 oz범위^(2,32)에서 최대의 효과를 나타내는 것은 DGDG의 함량증가에 의한 것으로 추측할 수 있다.

한편 염소처리에 따른 인지지방질 함량변화는 유리 및 결합지방질에서 lysophosphatidylcholine(LPC) 함량은 염소처리량 증가에 따라 증가한 반면, phosphatidylcholine(PC) 함량은 감소한 것이 가장 특이하였다. 이는 염소가 PC의 에스테르결합을 분해하여 그 함량이 감소되고 이에 따라 LPC의 함량이 증가하는 것으로 추측된다. 그리고 유리지방질 중의 phosphatidylinositol(PI)과 phosphatidylserine(PS)는 염소처리에 따라 함량변화가 거의 없었고 결합지방질 중의 PI와 PS는 염소처리량 증가에 따라 다소 그 함량이 증가하는 경향을 나타냈다.

지방산의 조성

염소 처리량에 따른 유리 및 결합지방질 중의 지방산 조성의 변화를 정량한 결과는 Table 5와 같다. 염소 처리량 증가에 따라 유리 및 결합지방질 중 linoleic acid 함량이 현저하게 감소한 반면 상대적으로 palmitic acid 함량이 증가한 것은 가장 특징적이었다. 또한 염소처리에 따라 stearic acid는 증가하는 경향이었고 oleic acid는 다소 감소하였다. 즉, 불포화지방산들의 함량은 감소한 반면에 포화지방산들의 함량은 증가하는 경향을 나타냈다. 이는 Gilles 등⁽³³⁾, Daniels⁽⁶⁾ 및 Daniels 등⁽⁷⁾의 연구결과와 일치되는 현상이었다. 즉, Daniels⁽⁶⁾는 밀가루에 ClO₂와 Cl₂를 처리한 후 저장 중 지방산 변화를 살펴본 결과 염소처리에 의해 linoleic acid는 감소한 반면 palmitic acid는 증가하는 경향을 확인하였으며 또한 Gilles 등⁽³³⁾은 염소처리량 증가에 따라 polyethanoic acid의 불포화도가 감소하는 현상을 요오드 값을 측정하여 확인하였다. 밀가루 지방질의 포화 및 불포화지방산의 함량은 제빵의 품질과 관계가 있으며, 포화지방산보다는 불포화지방산 특히 linoleic acid가 빵의 품질저하와 관계가 있는 것으로 보고되고 있다^(34,35). 그리고 일반적으로

고체지방질은 케이크의 부피증대와 조직을 개선시키는 역할을 하는데 반하여 액체유는 오히려 품질을 저하시키는 역할을 한다^(36,37). 따라서 염소처리에 의한 밀가루의 지방질내의 포화 및 불포화지방산의 함량변화는 제빵특성에 어떤 영향을 미칠 것으로 추측된다.

요 약

밀가루의 지방질 조성에 대한 염소처리의 영향을 연구하기 위하여 밀가루 100파운드당 1, 2 및 4 oz의 액화염소가스를 각각 처리하여 각종 지방질 성분의 변화를 비교하였다. 염소처리에 의해 극히 적은 양이지만 유리 지방질 함량은 증가한 반면 결합지방질은 감소하였다. 중성 지방질함량은 염소처리량 증가에 따라 유리 및 결합지방질에서 모두 증가하였다. 당지방질 함량은 염소처리량 증가에 따라 유리지방질에서는 증가한 반면 결합지방질에서는 감소하는 경향이였다. Triglyceride의 함량은 염소처리량 증가에 따라 유리 및 결합지방질에서 모두 감소하였다. Digalactosyl diglyceride의 함량은 염소처리량 증가에 따라 결합지방질에서는 감소하였으며, 유리지방질에서는 4 oz 처리는 급격히 감소하였다. 유리 및 결합지방질 중 phosphatidylcholine 함량은 염소처리량 증가에 따라 감소한 반면 lysophosphatidylcholine은 증가하였다. 염소처리량 증가에 따라 유리 및 결합지방질에서 포화지방산 함량은 증가하였고 불포화지방산의 함량은 감소하는 경향이였다.

문 헌

1. Fortman, K.L. and Joiner, R.R.: Wheat pigments and flour color. In *Wheat Chemistry and Technology*, ed. by Y. Pomeranz, p.493-516, AACC., St. Paul(1978)
2. Kulp, K.: Some effects of chlorine treatment of soft wheat flour. *The Bakers Digest*, **46**, 26(1972)
3. Grosskreutz, J.C.: A lipoprotein model of wheat gluten structure. *Cereal Chem.*, **38**, 336(1961)

4. Pomeranz, Y.: Interaction between glycolipids and wheat flour macromolecules in breadmaking. *Advan. Food Res.*, 20, 153(1973)
5. Yongguist, R.W., Hughes, D.H. and Smith, J.P.: Effect of chlorine on starch lipid interactions. *Abstract 5, AACC-54th Annual Meeting, Chicago, Illinois(1969)*
6. Sollars, W.H.: Cake and cookie flour fractions affected by chlorine bleaching. *Cereal Chem.*, 38, 487(1961)
7. Daniels, D.G.H.: Changes in the lipids of flour induced by treatment with chlorine dioxide or chlorine, and on storage. *J. Sci. Food Agric.*, 11, 664(1960)
8. Daniels, N.W.R., Eggitt, P.W.R. and Coppack, J.B.M.: Studies on the lipids of flour. *J. Sci. Food Agric.*, 11, 658(1960)
9. 한명규, 장학길, 신호선 : 염소처리가 밀가루의 리올로지 특성에 미치는 영향. *한국식품과학회지*, 24, 127(1992)
10. Daniels, N.W.R., Richmond, J.W., Eggitt, P.W.R. and Coppack, J.B.M.: Studies on the lipids of flour. *J. Sci. Food Agric.*, 17, 20(1966)
11. Wüthier, R.E.: Purification of lipid from nonlipid contaminants on sephadex bead columns. *J. Lipid Res.*, 7, 558(1966)
12. Hirsh, J. and Ahrens, E.H.: The separation of complex lipids mixtures by the use of silicic acid chromatography. *J. Biol. Chem.*, 223, 311(1958)
13. MacMurray, T.A. and Morrison, W.R.: Composition of wheat flour lipids. *J. Sci. Food Agric.*, 21, 520(1970)
14. Siakatos, A.N.: Analytical separation of nonlipid water soluble substances and gangliosides from other lipids by dextran gel column chromatography. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 42, 913(1965)
15. Dittmer, J.C. and Lester, R.L.: A simple, specific spray of the detection of phospholipids on thin-layer chromatograms. *J. Lipid Res.*, 5, 126(1964)
16. 신호선, 이강현, 이상명 : 보리와 맥아의 지방질 성분에 관한 비교 연구. 제 1보 중성지방질의 조성. *한국식품과학회지*, 13, 30(1981)
17. Morrison, W.R. and Smith, L.M.: Preparation of fatty acid methyl esters and dimethylacetals from lipids with boron flouride-methanol. *J. Lipid Res.*, 5, 600(1964)
18. Kissell, L.T., Donelson, J.R. and Clements, R.L.: Functionality in white layer cake of lipids from untreated and chlorinated patent flours. *Cereal Chem.*, 56, 11(1979)
19. Donelson, J.R. Yamazaki, W.T. and Kissell, L.T.: Functionality in white layer cake of lipids from untreated and chlorinated patent flour. *Cereal Chem.*, 61, 88(1984)
20. Tsen, C.C. and Kulp, K.: Effects of chlorine on flour proteins, dough properties, and cake quality. *Cereal Chem.*, 48, 247(1971)
21. Kulp, K. and Tsen, C.C.: Effect of chlorine on the starch component of soft wheat flour. *Cereal Chem.*, 49, 195(1972)
22. Johnson, A.C., Hosney, R.C. and Ghaisi, K.: Chlorine treatment of cake flours. *Cereal Chem.*, 57, 94(1980)
23. Huang, G., Finn, J.W. and Marston, E.V.: Flour chlorination. *Cereal Chem.*, 59, 496(1982)
24. Whistler, R.L. and Schweiger, R.: Oxidation of amylopectin with hypochlorinate at different hydrogen ion concentrations. *J. Am. Chem. Soc.*, 79, 6460(1957)
25. Whistler, R.L. and Pyler, R.E.: Action of chlorine on wheat flour polysaccharides. *Cereal Chem.*, 45, 183(1968)
26. Uchino, N. and Whistler, R.L.: Oxidation of wheat starch with chlorine. *Cereal Chem.*, 39, 477(1962)
27. Cole, E.W.: Note on the reaction of gaseous chlorine with a wheat flour hemicellulose. *Cereal Chem.*, 47, 696(1970)
28. Taylor, P. and Barns, P.: Analysis for vitamine E in edible oils by high performance liquid chromatography. *Chem. and Ind.*, 17, 722(1981)
29. Warwick, M.J., Farrington, W.H.H. and Shearer, G.: Changes in total fatty acids and individual lipid class on prolonged storage of wheat flour. *J. Sci. Food Agric.*, 30, 1131(1979)
30. Gaines, C.S. and Donelson, J.R.: Contribution of chlorinated flour fractions to cake crumb stickiness. *Cereal Chem.*, 59, 378(1982)
31. Daftary, R.D., Pomeranz, Y., Shogren, M. and Finney, K.F.: Functional bread-making properties of wheat flour lipids. *Food Techn.*, 22, 79(1968)
32. Pyler, E.C.: Baking science and Technology, 2nd ed., Sosland Publ., p.900-905(1989)
33. Gilles, K.A., Kaelble, E.F. and Youngs, V.L.: X-ray spectrographic analysis of chlorine in bleached flour and its fractions. *Cereal Chem.*, 41, 412(1964)
34. Chiu, C.M., Pomeranz, Y., Shogren, M. and Finney, K.F.: Lipid binding in wheat flours varying in bread making potential. *Food Techn.*, 22, 107(1968)
35. De Stefanis, V.A. and Ponte, J.G.: Studies on the breadmaking properties of wheat-flour nonpolar lipids. *Cereal Chem.*, 53, 636(1976)
36. Tae, R.P.C. and Pomeranz, Y.: Functional breadmaking properties of wheat flour lipids. *Food Techn.*, 22, 95(1968)
37. Ponte, J.G. and De Stefanis, V.A.: Note on the separation and bread properties of polar and nonpolar wheat flour lipids. *Cereal Chem.*, 46, 325(1969)

(1991년 12월 20일 접수)