

보리와麥芽의 脂肪質 成分에 관한 比較 연구

第 1 報 : 中性脂質의 組成

辛 孝善 · 李 康賢 · 李 相榮*
東國大學校 工科大學 食品工學科
*江原大學校 農科大學 食品工學科
(1980년 11월 26일)

A Comparative Study on the Lipid Components of Barley and Malt

I. Composition of Neutral Lipids

Hyo-Sun Shin, Kang-Hyon Lee and Sang-Young Lee*

Department of Food Technology, Dongguk University, Seoul 100

*Department of Food Technology, Kangwon National University, Chuncheon 200

(Received November 26, 1980)

Abstract

Neutral lipids of the total lipid extracted from 4 representative varieties of barley grown in Korea and their corresponding malt were studied. Total lipids of barley and malt were solvent extracted with chloroform:methanol:water (1.0 : 1.0 : 0.9, v/v). The total lipids were fractionated into neutral and polar lipids by silicic acid column chromatography, and neutral lipids fraction was separated by thin layer chromatography and quantitated by TLC scanner. The fatty acid compositions was determined by gas liquid chromatography. The average content of total lipid in the 4 barleys and their malts were 3.3 and 2.9%, and average of neutral lipids content in the barley and malt lipids were 73.8 and 68.5%, respectively. Among the neutral lipids, triglycerides and free fatty acids were the major components, and triglycerides content decreased and free fatty acids content increased during malting. Sterol esters, free sterols, 1,3- and 1,2-diglycerides were the minor components of the neutral lipids, and contents of those components showed increasing tendency during malting. The major fatty acid composition of the total lipids were linoleic, palmitic and oleic acids, and in general, the malts had lower amounts of unsaturated fatty acids and high amounts of saturated fatty acids. Fatty acid composition of neutral lipids was of almost the same pattern as that of the total lipids.

서 론

보리는 우리 나라에서 쌀 다음가는 主穀으로서 널리

이용되어 온 중요한 식량이다. 그러나 최근 우리 나라에서는 여러가지 원인에 의하여 보리의 소비가 감소되는 경향을 보이고 있으나, 세계 식량사정을 생각할 때

보리의 생산과 이용에 관한 연구는 지속적으로 이루어져야 할 것이다.

보리는 그 품종에 따라 차이는 있으나 그의 일반성분은 약 65%의 건분, 약 10%의 단백질, 2% 내외의 지방질과 2.5%의 섬유질로 되어 있다. 이와같이 보리는 건분과 단백질이 식품영양학적으로 중요한 성분으로 이의 함량 및 특성에 대하여는 보리 그 자체 뿐만 아니라 보리를 이용한 각종 간편식품, 즉석 식품 및 맥아를 이용한 식품들에서 많은 연구가 이루어지고 있다. 한편, 보리중 그 함량이 적은 지방질 성분에 관하여는 그 연구가 비교적 적은 편이다. 그러나 보리의 지방질 성분은 보리 및 맥아의 저장중 변질의 원인이 되고, 특히 맥아중의 지방질 성분은 맥주의 맛, 거품 안정 및 젖산균의 발육을 억제하는 동시에 생물학적인 안정성의 증진 등⁽¹⁻³⁾에 관여함을 고려할 때 보리 및 맥아의 지방질 성분에 관한 연구는 중요한 의의가 있다고 할 수 있다.

그리하여 Sedlmeyer⁽⁴⁾는 최초로 보리중의 총지방질의 함량을 정량함과 동시에 그 지방질에 대한 몇 가지 이화학적 항수분 측정하여 보고하였고, 그 후 MacLeod⁽⁵⁾ 및 Lindberg⁽⁶⁾ 등이 보리 지방질의 지방산 조성에 대하여 분석 보고하였으며, 최근 Price 등⁽⁷⁾은 6가지 보리 품종에 대하여 또 Parsons 등⁽⁸⁾은 지방질 함량이 높은 보리에 대하여 각각 지방산 조성을 정량함과 동시에 중성지방과 극성지방의 구성분율, 아민산 크로마토그래피로 분리하는 등 비교적 보리의 지방질에 대하여 체계적으로 연구하였으나 이들의 각 성분을 정량하지는 않았다.

한편, Täufel 등⁽⁹⁾과 MacLeod 등⁽⁵⁾은 보리의 발아 과정중 총지방질의 함량 및 지방산의 변화에 대하여, 또 Walsh 등⁽¹⁰⁾은 보리와 맥아의 지방질을 아민산 크로마토그래피에 의하여 4가지획분으로 분리하고 그 함량을 정량 보고하였다. 그 외에 MacLeod 등⁽¹¹⁾은 보리중의 lipase 특성과 그활성도 및 발아과정중 lipase 활성도의 변화에 대하여, Frank 등⁽¹²⁾은 보리중의 lipoxidase에 대하여, 또 보리와 맥아의 phospholipase에 대하여는 Acker 등^(13,14)에 의한 효소학적인 연구가 각각 보고되고 있다.

그러나 이상의 여러 연구에서는 보리와 맥아의 지방질 성분을 체계적으로 정성 및 정량하지는 않았으며, 또한 우리나라산 보리의 지방질 성분에 관한 연구는 거의 없는 실정이다. 특히 최근 우리나라에서는 보리가루를 첨가한 복합분을 제빵에 이용하고 있는데^(15,16), 일반적으로 밀가루의 지방질 성분은 제빵특성에 큰 영향을 미치는 것으로^(17,18) 알려져 있다. 따라서 우리나라산 보리의 지방질 성분을 체계적으로 분석 연구한

은 복합분의 이용면에서도 그 의의가 있다고 생각되며, 또한 보리의 지방질 성분이 제맥(malting)과정중 어떻게 변화 되는가를 관찰함은 생화학적인 면에서도 매우 의의가 있다고 생각된다. 그리하여 본 연구는 우리나라산 보리와 그 맥아의 지방질 성분중 주로 중성지방의 조성에 대하여 연구한 것으로 그 결과를 보고한다.

재료 및 방법

재 료

본 실험에 사용한 보리는 모두 6줄짜리(six-row)으로 1979년 5월 우리나라 농촌진흥청 맥류연구소에서 재배 수확한 겉보리(皮麥, covered barley) 중 울보리와 강보리의 2 품종과 전남 농촌진흥청 작물시험장에서 재배 수확한 쌀보리(裸麥, naked barley) 등 맥아과 세도하다가의 2 품종을 각각 사용하였다.

방 법

가. 맥아제조

위의 4 가지 보리를 정선한 후 選粒하여 각각 1% H₂O₂의 물에 상온에서 24시간 침지시킨 후, 온도 20°C, 상대습도 80%를 유지하면서 Germinator(Cleland International Co., model 1000 FAATR)에서 6일간 발아시킨 맥아를 수분함량이 약 11% 되게 건조하여 사용하였다.

나. 지방질의 추출 및 정량

건조된 보리와 맥아를 Wiley mill로 분쇄한 후 20 메쉬의 체를 통과한 것을 클로로포름:메탄올:물(1.0:1.0:0.9, v/v)의 용매로 Bligh 등의 방법⁽¹⁹⁾에 따라 총지방질을 추출하였다. 즉 시료에 대하여 20배의 용매를 넣고 Waring blender로 균질화한 후 분쇄칼대에 옮겨 때때로 흔들고 저어 주면서 48시간 동안 정지한 후 클로로포름층만을 따로 분리하고, 그 찌꺼기에 다시 용매를 넣고 같은 조작을 하여 클로로포름층을 다시 분리하였다. 이와같은 조작을 3번 되풀이하여 모든 클로로포름층을 vacuum rotary evaporator로 용매를 제거한 후 그 양을 칭량하여 총지방질의 함량을 정량하였다. 추출한 총지방질은 에틸 에테르에 녹여 질소 기체로 증진한 후 냉동고에 보관하면서 지방질의 분석시료로 사용하였다.

다. 중성지방의 분리 및 정량

보리와 맥아에서 추출한 총지방질을 Rouser 등의 방법⁽²⁰⁾에 따라 silicic acid column chromatography(SACC)에 의하여 중성지방을 분리 하였다. 즉, silicic acid(Bio-Rad HA-325 mesh, Bio-Rad, Richmond, CA, USA) 10g을 직경 2.0 cm의 유리관에 충전하고

시료 지방질(0.5~1.0 g)을 2ml의 에틸 에테르에 녹여 관에 주입한 후 질소기체로 1분동안에 약 3 ml의 용매가 흘러 내리도록 압력을 조절하면서 에틸 에테르 250 ml로 용리하여 중성지방을 분리하였다. 중성지방 획득량의 용매는 rotary vacuum evaporator로 제거한 후 증량법에 의하여 그 함량을 계산하였다.

라. 중성지방의 분별 및 정량

SACC에 의하여 분획한 중성지방 획득물은 얇은막 크로마토그래피(TLC)에 의하여 그의 조성을 분별 확인하였다.

즉, 유리판(20×20 cm)에 silica gel G(E. Merck 회사제)로 0.25 mm의 얇은막을 입힌 다음 110°C에서 1시간 활성화 시킨것을 석유에테르:에틸 에테르:아세트산(90:10:1, v/v)의 전개용매^(7,8)로 상승 일차원법에 의하여 전개 시킨후 40%황산을 뿌려 130~140°C에서 탄화시켜 표준 중성지방의 R_f 값과 비교하여 그 종류를 확인하였다. 표준 중성지방으로는 Sigma 회사(St. Louis, Mo.) 제품의 triolein, linolenic acid, 1,3-dipalmitin, 1,2-dipalmitin의 혼합물과 cholesteryl palmitate, triolein, linolenic acid, cholesterol의 혼합물을 사용하였다.

위와같이 TLC에 의하여 분리 확인된 반점은 Shimadzu dual-wave length TLC scanner (CS-900)에 의하여 그 함량을 정량하였으며, 이때의 정량조건은 주동⁽²¹⁾의 경우와 같았다.

마. 지방산분석

총지방질과 SACC에 의하여 분획한 중성지방 획득물의 지방산조성은 기체-액체 크로마토그래피(GLC)에 의하여 분리 정량하였다. 지방산의 메틸 에스테르는 1.25% BF₃-methanol을 사용하여 Metcalfe 법⁽²²⁾에 의하여 만들었으며, 표준지방산의 메틸 에스테르는 일본 東京化成工業社의 GLC용 시약을 사용하였다. GLC의 분석조건은 Varian model 2100(FID)을 사용하여 스텐레스 관(6'×1/8"OD×2 m ID)에 8.3% DEGS로 coating된 100~120 메쉬 Chromosorb G로 충전하고 관은 180°C에서 질소를 운반기체로 하여 1분간 30 ml 속도로 용출 하였으며, 도표지의 속도는 1분당 25인치로 하였다. 각 크로마토그램의 면적은 半値幅法에 의하여 구한 다음 상대적인 백분율로 표시하였다.

결과 및 고찰

총지방질의 함량

본 실험에 사용한 4가지 품종의 보리와 그 맥아중의 총지방질의 함량을 정량하여 비교한 결과는 Table 1과

같다. 즉, 4가지 품종의 보리중 총지방질의 함량은 평균 3.3%로서 품종간에 거의 차이가 없었으며, 이와같은 결과는 보리중의 총지방질의 함량을 정량 보고한 여러 연구결과들^(11,12)과 일치하였다. 한편, 이들 맥아중의 총지방질의 함량은 품종간에 다소 차이가 있었는데 이는 보리의 발아과정중 품종에 따라 그 대사에 차이가 있기 때문이라 생각되며, 맥아중의 총지방질의 평균함량은 2.9%로서 보리중의 지방질이 맥아에서는 평균 12.2%가 감소되었다.

본 실험결과에서 보는바와 같은 맥아중의 총지방질의 감소량은 보리중의 총지방질이 맥아에서 30% 감소

Table 1. Content of total lipid in barley and malt(%)*

Variety	Barley	Malt	Loss	% Change
Covered barley				
<i>Gangbori</i>	3.5	3.0	0.5	14.3
<i>Olbori</i>	3.4	3.1	0.3	8.8
Naked barley				
<i>Sedohadaga</i>	3.1	2.6	0.5	16.6
<i>Baegdong</i>	3.3	3.0	0.3	9.1
Means	3.3	2.9	0.4	12.2

*As a percentage of dry weight basis in 11.5% of moisture content, and lipid extracted by Bligh and Dyer method⁽¹⁸⁾ with chloroform: methanol: water(1.0:1.0:0.9, v/v).

Table 2. Content of neutral lipid in barley and malt lipids (%)*

Variety	Barley	Malt	Difference	% Change
<i>Gangbori</i>	75.3	69.1	-6.2	8.2
<i>Olbori</i>	72.8	67.9	-4.9	6.7
<i>Sedohadaga</i>	71.1	66.9	-4.2	5.9
<i>Baegdong</i>	75.9	70.0	-5.9	7.8
Means	73.8	68.5	-5.3	7.2

*Neutral lipid was separated by silicic acid column chromatography and quantitated by gravimetric measurement.

하였다는 Sedlmeyer⁽⁴⁾, 12%가 감소하였다는 Täufel 등⁽⁹⁾, 4~40%가 감소한다는 MacLeod 등⁽⁵⁾, 그리고 발아 8일까지는 변화하지 않고 그후에 급히 감소된다는 Deleano⁽²⁴⁾의 보고들과는 차이가 있는데, 이것은 보리의 품종 및 발아조건에 차이가 때문이라 생각된다. 이와같은 보리의 발아중 총지방질의 함량이 감소되는 경향은 대두^(25,26), 해바라기⁽²⁷⁾, 수박씨⁽²⁸⁾ 등의 발아 때와 같으며, 이런 현상은 종자중의 지방질이 발아과

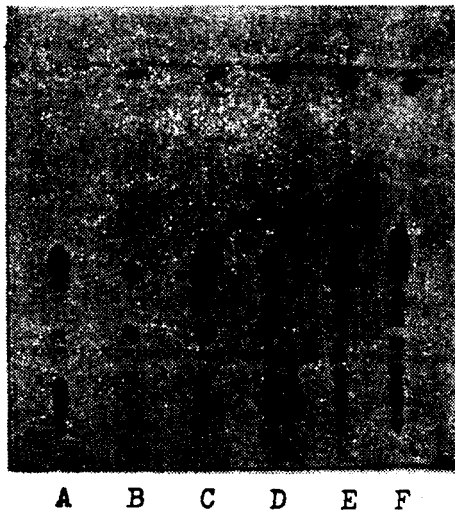


Fig. 1. Thin layer chromatogram of neutral lipids in barley and malt lipids Plate: Silica gel G (thickness: 0.25mm), Solvent system: petroleum ether:diethyl ether:acetic acid=90:10:1(v/v), Visualization: Charring by heating with 40% H₂SO₄. A, Standard mixture of triolein, linolenic acid, 1,3-dipalmitin and 1,2-dipalmitin; B, Standard mixture of cholesteryl palmitate, triolein, linolenic acid and cholesterol; C and D, *Gangbori* and its malt; E and F, *Baegdong* and its malt. The neutral lipid spots were identified as follows: 1, Origin; 2, 1,2-diglycerides(1,2-DG); 3, 1,3-diglycerides(1,3-DG); 4, Free sterols(FS); 5, Free fatty acids(FFA); 6, Triglycerides(TG); 7, Sterol esters(SE).

정에서 성장을 위한 에너지 공급과 다른 성분의 합성에 이용되기 때문이라 추측 된다.

중성지질의 함량

4 가지 품종의 보리와 이들 맥아의 총지방질중 중성지질을 SACC 에 의하여 분리한 후 그 함량을 정량하여 비교한 결과는 Table 2 와 같다. 즉, 보리의 총지방질중 중성지질의 함량은 평균 73.8%로 이는 Price 등⁽⁷⁾과 Parsons 등⁽⁸⁾의 결과와 대체로 비슷하였다. 이와 같은 보리중의 중성지질의 함량은 51%의 중성지질을 함유하고 있는 밀⁽²⁸⁾보다는 그 함량이 많고 92%의 중성지질을 함유하고 있는 옥수수^(30,31) 보다는 매우 적은편이며, 귀리와 라이맥중의⁽²³⁾ 중성지질 함량과는 비슷한 정도였다.

한편, 맥아중의 중성지질의 평균함량은 68.5%로 보리중의 중성지질이 평균 5.3% 손실되어 보리중의 중

성지질의 약 7.2%가 감소 되었다. 이와같이 맥아중의 중성지질의 함량이 감소되는것은 보리의 중성지질 중 주로 트리-글리세리드가 발아과정중 lipase 에 의하여 분해되기 때문이라 추측된다.

중성지질의 조성

보리와 맥아중의 총지방질을 SACC 에 의하여 분획한 중성지질의 획분을 TLC 에 의하여 분리한 크로마토그램은 Fig. 1과 같고 이것을 TLC scanner 에 의하여 정량하여 비교한 결과는 Table 3과 같다.

즉, 보리에는 중성지질중의 평균 57.5%가 트리-글리세리드로 가장 그 함량이 많았고, 다음으로 유리지방산이 평균 15.4%이고 sterol ester와 free sterol 이 각각 9.4% 및 8.3%, 1,3-과 1,2-diglyceride 가 각각 4.0% 및 5.3%였다. 이와같은 결과는 보리중의 중성지질을 분리 정량한 Holmberg 등⁽³²⁾ 및 Walsh 등⁽¹⁰⁾의 보고와 차이가 있는데 이는 보리의 품종및 실험방법의 차이 때문이라 생각된다.

한편, 맥아중의 트리-글리세리드의 평균 함량은 중성지질의 36.5%로 보리중의 트리-글리세리드가 평균 36.5%가 감소 되었는데 반하여 맥아중의 유리지방산의 함량은 보리에서 보다 52.5%가 증가 하였다, 이와같이 맥아에서 보리중의 트리-글리세리드 함량이 감소하고 유리지방산의 함량이 증가되는 것은 Täufel 등⁽⁹⁾ 및 MacLeod 등⁽⁵⁾에 의해서도 지적된바 있다. 이러한 현상은 보리중의 lipase 활성도가 발아 과정중에 증가되어 트리-글리세리드를 가수분해하기 때문이며^(11,33), 그 외에 결합지질(bound lipid) 중의 lipoprotein 과 lipocarbohydrate 에 작용하는 가수분해 효소들⁽¹²⁻¹⁴⁾의 작용도 관여하리라 생각된다. 또 맥아중의 1,3- 및 1,2-diglyceride 의 함량도 보리에서 보다 증가하였으며, sterol ester 및 free sterol 의 함량도 같은 경향이었는데 sterol 과 같은 비비누화물의 함량이 맥아에서 증가한다는 사실은 Rinke⁽²⁾에 의하여 보고된바 있다. 이와같이 보리에 비하여 맥아에서 neutral non-triglyceride fraction(NNTF)의 함량이 증가하는것은 매우 발아중 NNTF 가 증가하는 경향^(25,26)과 같으며, 이것은 보리의 발아 과정중 트리-글리세리드의 분해로 생성된 유리지방산의 일부가 NNTF 의 합성에 이용되기 때문인것으로 추측된다.

지방산 조성

보리와 맥아중의 총지방질의 지방산 조성을 GLC 에 의하여 분리 정량한 결과는 Table 4와 같다. 즉, 보리의 총지방질의 지방산조성은 평균적으로 리놀레산이 53.3%로 가장 많았고, 그다음이 팔미트산으로 26.4%, 올레산이 18.4%, 리놀렌산이 4.6%였으며, 그외에 미리스탄산과 스테아르산이 각각 소량씩 함유되어 있었

Table 3. Percent composition of neutral lipids in barley and malt lipids

Lipids*	Source	Gangbori	Olbori	Sedohadaga	Baegdong	Means
TG	Barley	56.3	56.5	61.2	56.3	57.5
	Malt	34.7	35.4	38.8	37.2	36.5
	Difference	-21.7	-21.1	-22.4	-19.1	-21.0
	% Change	38.5	37.3	36.6	33.9	36.5
FFA	Barley	15.8	16.0	13.7	16.0	15.4
	Malt	23.5	24.4	23.2	22.3	23.4
	Difference	+ 7.7	+ 8.4	+ 9.5	+ 6.3	+ 8.0
	% Change	48.7	52.5	69.3	39.4	52.5
1,3-DG	Barley	4.2	3.8	3.9	4.0	4.0
	Malt	9.3	8.8	8.4	8.6	8.8
	Difference	+ 5.1	+ 5.0	+ 4.5	+ 4.6	+ 4.8
	% Change	121.4	131.6	115.4	115.0	120.0
1,2-DG	Barley	5.5	5.4	5.2	5.3	5.3
	Malt	8.3	7.6	7.3	6.9	7.5
	Difference	+ 2.8	+ 2.2	+ 2.1	+ 1.6	+ 2.2
	% Change	50.9	40.7	40.1	30.2	41.5
SE	Barley	9.1	9.5	9.9	9.3	9.4
	Malt	10.8	11.0	11.7	10.8	11.1
	Difference	+ 1.7	+ 1.5	+ 1.8	+ 1.5	+ 1.7
	% Change	18.7	15.8	18.2	16.1	18.1
FS	Barley	9.1	8.9	6.2	9.2	8.3
	Malt	13.3	12.9	10.6	14.2	12.8
	Difference	+ 4.2	+ 4.0	+ 4.4	+ 5.0	+ 4.5
	% Change	46.2	44.9	70.9	54.3	54.2

*Component of neutral lipids were separated by TLC as in Fig. 1 and quantitated by TLC scanner. Abbreviations are the same as in Fig. 1.

Table 4. Fatty acid composition in the total lipid of barley and malt lipids*

Fatty acids	Barley	Malt	Difference	% Change
14:0	1.5	2.3	+ 0.8	53.3
16:0	20.4	31.2	+10.8	52.9
18:0	1.8	3.4	+ 1.6	88.9
18:1	18.4	10.9	- 7.5	40.8
18:2	53.3	47.9	- 5.4	10.1
18:3	4.6	4.1	- 0.5	10.9

*Values represent the average of the four varieties. Expressed as mole percent and calculated from peak areas of the gas chromatograms. Fatty acids are expressed as number of carbon : number of double bond.

Table 5. Fatty acid composition in the neutral lipids of barley and malt lipids

Fatty acids	Barley	Malt	Difference	% Change
14:0	1.7	2.8	+ 1.1	64.7
16:0	21.3	32.9	+11.6	54.5
18:0	1.9	3.0	+ 1.1	57.9
18:1	19.5	12.6	- 6.9	35.4
18:2	50.7	44.6	- 6.1	12.0
18:3	4.9	4.1	- 0.8	16.3

다. 이와같은 결과는 보리의 총지방질의 지방산조성을 보고한 여러 연구결과들^(7,8,23)과 대체로 비슷한 경향이였다.

한편, 맥아의 총지방질의 주요 지방산도 보리와 같이 리놀레산, 팔미트산 및 올레산이나 그 함량은 크게 변

화하였다. 즉 맥아는 보리에서 보다 일반적으로 불포화 지방산의 함량은 감소하는 경향이었고 포화 지방산은 증가하는 경향이였다. 이와같이 맥아에서 불포화 지방산의 함량이 감소되는 현상은 MacLeod 등⁽⁶⁾ 및 Walsh 등⁽¹⁰⁾의 연구에서도 지적된바 있다. 이런 현상은 증자중에 존재하는 lipoxygenase 에 의하여 불포화 지방산의 메틸렌 결합이 우선적으로 산화 분해되기 때문인것으로^(34,35) 추측되며, Franke 등⁽¹²⁾은 보리와 맥아중의 lipoxygenase 가 oleate dehydrogenase 와 linoleate dehydrogenase 등과 같은 fatty acid dehydrogenase 활성도의 promotor 로 작용한다고 보고한 바 있다.

그리고 보리와 맥아의 총지방질에서 분획한 증성지질획분의 지방산 조성을 정량한 결과는 Table 5와 같은데, 이것은 보리와 맥아의 총지방질의 지방산 조성 및 그 변화 양상의 패턴과 거의 같았다.

요 약

우리 나라에서 재배된 4가지 품종의 보리와 이들의 맥아를 클로로포름-메탄올-물로 추출한 총지방질중 증성지질의 조성을 관, 얇은막 및 기체-액체 크로마토그래피로 분석한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 4가지 품종의 보리와 이들 맥아중의 총지방질의 평균함량은 각각 3.3% 및 2.9%였으며, 보리중의 총지방질은 맥아에서 평균 12.2%가 감소되었다.

2. 보리와 맥아중의 총지방질중 증성지질의 평균함량은 각각 73.8% 및 68.5%였으며, 보리중의 증성지질은 맥아에서 평균 7.2%가 감소 되었다.

3. 보리의 증성지질중 트리-글리세리드와 유리지방산의 평균함량은 각각 57.5% 및 15.4%였으나 맥아에서 트리-글리세리드의 양은 감소하였으나 유리지방산의 양은 증가하였다. 그 외에 sterol ester, free sterol, 1,3- 및 1,2-diglyceride 가 보리와 맥아의 증성지질중 부성분으로 함유되어 있었으며, 맥아중의 이들 neutral non-triglyceride fraction 의 함량은 보리에서 보다 증가하는 경향이였다.

4. 보리와 맥아의 총지방질의 주된 지방산은 리놀레산, 팔미트산 및 올레산이었으며, 맥아는 보리보다 포화지방산의 함량은 증가하는데 반하여 불포화 지방산의 함량은 감소하는 경향이였다.

리는 바이다.

문 헌

1. Banasik, O. J. and Gilles, K. A. : *Cereal Sci. Today*, **11**, 98 (1966)
2. Rinke, W. : *Brewers Digest*, **39**, 58 (1964)
3. Blum, P. H. : *Brewers Digest*, **44**, 58 (1969)
4. Sedlmeyer, J. : *Zeit. ges. Brau.*, **41**, 191 (1921)
5. MacLeod, A. M. and White, H. B. : *J. Inst. Brew.*, **57**, 182 (1961)
6. Lindberg, P., Tanhuanpää, E., Nilson, G. and Wass, L. : *Acta Agric. Scand.*, **14**, 297 (1964)
7. Price, P. B. and Parsons, J. G. : *Lipids*, **9**, 560 (1974)
8. Parsons, J. G. and Price, P. B. : *Lipids*, **9**, 804 (1974)
9. Täufel, K. and Rusch, M. : *Biochem. Z.*, **209**, 55 (1929)
10. Walsch, D. E., Banasik, O. J. and Gilles, K. A. : *J. Chromatog.*, **17**, 278 (1965)
11. MacLeod, A. M. and White, H. B. : *J. Inst. Brew.*, **68**, 487 (1962)
12. Franke, W., Frehse, H. and Heinen, W. : *Getreide Mehl.*, **8**, 81 (1958)
13. Acker, L. and Ernst, G. : *Biochem. Z.*, **325**, 253 (1954)
14. Acker, L. : *Getreide Mehl.*, **6**, 109 (1956)
15. 張在善, 韓刑柱, 金圭植 : 農事試驗研究報告(農村振興廳), **7**, 241 (1964)
16. 金燮洙, 金鏞揮, 禹昌命, 李瑞來 : 한국식품과학회지, **5**, 16 (1973)
17. Pomeranz, Y. : *Adv. Food Res.*, **20**, 162 (1973)
18. Pomeranz, Y., Rubenthaler, G. and Finney, K. F. : *Food Technol.*, **19**, 1724 (1965)
19. Bligh, E. G. and Dyer, W. J. : *Can. J. Biochem. Phys.*, **37**, 911 (1959)
20. Rouser, G., Kritchevsky, G., Simon, G. and Nelson, G. J. : *Lipids*, **2**, 37 (1967)
21. 李相榮, 辛孝善 : 한국식품과학회지, **11**, 298(1979)
22. Metcalfe, L. D., Schmitz, A. A. and Pelka, J. R. : *Anal. Chem.*, **38**, 514 (1966)
23. Price, P. B. and Parsons, J. G. : *J. Am. Oil Chemists' Soc.*, **52**, 490 (1975)
24. Deleano, N. T. : *Zentralbl. Bakt.*, **115**, 24 (1909)

謝 意

본 연구는 1980년도 產學協同財團 學術 研究費의 지원에 의하여 이룩된 것으로 同財團에 깊은 謝意를 드

25. Brown, B. E., Meade, E. M. and Butterfield, J. R. : *J. Am. Oil Chemists' Soc.*, **39**, 327 (1960)
26. 辛孝善 : 한국농화학회지, **17**, 240 (1974)
27. Miller, E. C. : *Ann. Bot.*, **26**, 889 (1912)
28. Crombie, M. W. and Cromber, R. : *J. Exp. Bot.*, **7**, 166 (1956)
29. Lin, M. J. Y. L., Youngs, V. L. and D'Appolonia, B. L. : *Cereal Chem.*, **51**, 17 (1974)
30. Weber, E. J. : *J. Am. Oil Chemists' Soc.*, **46**, 485 (1969)
31. Weber, E. J. : *J. Am. Chemists' Soc.*, **47**, 340 (1969)
32. Holmberg, J. and Sellmann-Persson, G. : *Proc. Europ. Brew. Conv.*, p. 213 (1967)
33. Rothe, U. : *Getreide Mehl.*, **11**, 138 (1961)
34. Sumner, J. B. and Myrback, K. : *The Enzymes, Chemistry and Mechanism of Action*, Academic Press Inc., New York, Vol. 2, Part 1, p.559 (1951)
35. Kenneth, S. : *Plant Physiol.*, **38**, 65 (1963)