

밤의 저장중 지방질 조성의 변화

나영아 · 양차범*

서울보건전문대학 전통조리학과, *한양대학교 식품영양학과

Changes of Lipids in Chestnut during Storage

Young-Ah Nha and Cha-Bum Yang*

Department of Culinary Science, Seoul Junior Health College,

*Department of Food and Nutrition, Hanyang University

Abstract

Studies were carried out to investigate the changes of lipids in chestnut (*Castanea crenata* Sieb. et Zucc) during storage at 20°C for 9 weeks and 1°C for 15 weeks. Lipid composition of fresh chestnuts were 43.4% of nonpolar lipid (NPL), 26.5% of glycolipid (GL) and 30.1% of phospholipid (PL) in total lipid (TL). Nonpolar lipid was composed of triglyceride (TG), 1,2-diglyceride (1,2-DG), 1,3-diglyceride (1,3-DG), sterolester (SE), sterol (S) and free fatty acid (FFA). Main constituents of glycolipid were digalactosyldiglyceride (DGDG), monogalactosyldiglyceride (MGDG), steryl glycoside (SG), and acylsteryl glycoside (ASG). Main constituents of phospholipid were phosphatidylcholine (PC), phosphatidylethanolamine (PE) and phosphatidylinositol (PI). The content of nonpolar lipid was decreased after 5 weeks of storage, and glycolipid content was increased during 7 weeks and then decreased. Phospholipid was the most increased lipid during storage at 20°C and 1°C. The contents of TG, SE, S, DGDG and MGDG were increased during storage at 20°C and 1°C. The major fatty acids were linoleic acid, oleic acid, palmitic acid and linolenic acid in TL, NPL, GL, PL, TG, DG, ASG, PC and PE. The content of palmitic acid was relatively higher in the PL. Linoleic acid among them was increased during storage at 20°C and 1°C, while oleic acid was decreased.

Key words: chestnut, storage temperature, storage time, lipid composition, fatty acid composition

서 론

지질은 생리기능상 저장지질과 기능성지질(인지질, 당지질 등)로 분류된다. 종자와 콩類에는 지질함량이 많으나 대부분은 저장지질로서의 중성지질이며, 한편 果實, 蔬菜에서는 지질함량은 적으나 당지질, 인지질의 점유율이 높으며, 이러한 지질은 생체내에서 주로 생체막의 구성성분으로 막의 선택적 투과성, 능동수송 등의 중요한 생리활성을 나타낸다고 알려져 있다⁽¹⁾.

밤의 지질에 관한 연구로는 하 등⁽²⁾이 밤菓를 동결 건조시키어 생밤菓, 동결건조 밤菓별로 총지질, 중성지질, 당지질 및 인지질의 지방산 조성을 분석, 보고하였으며, 이 등^(3,4)은 밤菓肉을 外果肉과 内果肉으로 나누어 유리지질과 결합지질을 정량하고, 그중 중성지질, 당지질 및 인지질의 각 구성지질 및 구성지방산을

분석, 보고하였다. 그러나 지금까지 저장온도와 저장기간에 따른 밤의 지질성분 변화에 대한 보고는 찾아볼 수 없다.

따라서 본 연구에서는 밤菓를 냉장(1°C) 및 20°C에서 저장하면서 지질 및 지방산 조성의 변화를 측정하여 보고하는 바이다.

재료 및 방법

재료 및 시료의 조제

본 실험에 사용한 밤은 1992년 10월에 경남 산청에서 수확한 銀奇(*Castanea crenata* Sieb. et Zucc.) 품종으로 밤의 저장방법 및 시료의 조제는 전보⁽⁵⁾에서와 같이 행하였다.

총지질의 추출

총지질(total lipid, TL)의 추출은 Folch 등⁽⁶⁾의 방법에 준하여 행하였다. 즉 분말시료에 1.5배의 냉 chloro-

Corresponding author: Cha-Bum Yang, Department of Food and Nutrition, Hanyang University, 17 Haengdang-dong, Seongdong-gu, Seoul 133-791, Korea

form: methanol 혼합액(2:1, v/v)을 가하여 waring blender로 마쇄하고, 하룻밤 방치후 흡인여과하였다. 잔사에 다시 냉 chloroform: methanol 혼합액(1:1, v/v)을 가하여 마쇄, 흡인여과하였다. 이 조작을 3회 반복하여 모은 여액을 분액 깔때기에 옮겨 소량의 냉수를 가한 다음 진탕하여 잘 혼합하고 방치한 후 chloroform층과 물층으로 분리하였다. 물층을 다시 냉 chloroform으로 2회 씻은 후 chloroform층을 모두 합하여 25°C에서 rotary evaporator로 감압건조시킨후 P₂O₅를 넣은 감압 desiccator중에서 항량을 구하여 TL량으로 하였다. TL은 10 mL의 chloroform에 녹여 질소가스로 증진후 냉동보관하면서 분석에 사용하였다.

중성지질, 당지질, 및 인지질의 분획 및 정량

추출한 총지질은 Rouser 등⁽⁷⁾의 방법에 따라 silicic acid column chromatography (SACC)에 의하여 중성지질(nonpolar lipid, NPL), 당지질(glycolipid, GL) 및 인지질(phospholipid, PL)로 각각 분획하였다. 즉 Mallinckrodt's silicic acid (100 mesh, Merk제)를 소량의 chloroform에 녹여 column (3.0×40 cm)에 충전하고, 여기에 chloroform에 녹인 총지질(200~300 mg)을 주입한 후 질소가스를 통과시켜 1분 동안에 약 1 mL의 용매가 흐르도록 압력을 조절하면서 중성지질은 chloroform 400 mL로, 당지질은 acetone 600 mL로, 그리고 인지질은 acetone:methanol 혼합액(1:1, v/v) 300 mL와 methanol 300 mL로 각각 용출하였다. 이와 같이 얻어진 각 용출획분은 질소기류하에서 감압건조시키고 항량을 구하여 NPL, GL 및 PL의 함량으로 하였다.

분획지방질의 구성성분의 동정 및 정량

SACC에 의하여 분획된 중성지질, 당지질 및 인지질의 획분은 TLC에 의하여 그들의 구성성분을 분리 확인하였다. 이때 silicagel 60 G를 입힌 TLC plate를 사용하였고 중성지질의 분리는 上田 등⁽⁸⁾의 3重 展開法에 따라 1차 전개용매는 n-hexane: benzene (3:1, v/v)으로, 2차 전개용매는 petroleum ether: ethyl ether: acetic acid (90:10:4, v/v/v)로, 3차 전개용매는 petroleum ether: ethyl ether: acetic acid (90:20:1, v/v/v)로 전개하고 각 spot의 동정은 1% I₂ methanol용액을 분무, 발색시켜 표준품의 Rf값 및 문헌상의 Rf값과 비교하여 동정하였다. 그리고 sterol 함유지질인 sterol (S)과 sterol ester (SE)의 동정은 50% H₂SO₄로 분무, 확인하였다.

당지질은 chloroform: methanol: water (65:25:4, v/v/v)와 chloroform: methanol: acetic acid: water (70:20:2:2, v/v/v/v)⁽⁹⁾의 혼합용매로 전개하였으며, anthrone시약⁽¹⁰⁾

을 분무하여, 발색시켜 표준당질의 Rf치와 비교 확인하였다. 그리고 steryl glycoside (SG)와 acylsteryl glycoside (ASG)는 Elatkis시약⁽¹¹⁾을 분무하여 확인하였다.

인지질의 분리는 당지질과 같은 용매로 전개하였으며 Dittmer시약⁽¹²⁾으로, choline 함유 인지질은 Dragen-dorff시약⁽¹³⁾으로, 아미노기를 함유한 인지질은 ninhydrin시약⁽¹⁴⁾으로, phosphatidylinositol (PI)은 ammonia성 질산은을 사용하여 확인하였다. 이와같이 TLC에 의하여 분리 확인된 각 지방질의 spot을 포집 추출 정량하였다. 이때 중성지질의 구성성분들은 각 spot부분을 긁어 모은 박층분말을 시험관에 넣고 petroleum ether로 추출하고 증발건조시킨 후 K₂Cr₂O₇: H₂SO₄용액(0.25 g K₂Cr₂O₇ in 100 mL conc.H₂SO₄)을 가하여 잘 혼합하고, 항온수조에서 45분간 가열한 후 10~15시간 방치후 그 상등액을 취해서 spectrophotometer (Shimazu UV200)을 사용하여 350 nm에서 흡광도를 측정하였다⁽¹⁵⁾.

당지질의 정량은 TLC상의 spot를 포집하여 chloroform: methanol (2:1, v/v)용매로 수회 추출하고, 감압건조시킨 후 anthrone시약을 가하고 항온수조에서 가열하고 일정시간 냉각시킨 후 625 nm에서 흡광도를 측정하여 galactose를 이용한 표준곡선과 비교하였다.

인지질의 정량⁽¹⁶⁾은 TLC에 의하여 분리한 인지질의 각 spot를 포집, 추출하고 증발건조시킨 후 60% HClO₄ 수용액을 가하여 회화시킨 후 8.3% ammonium molybdate용액과 amido시약을 가하고 방치한 후 720 nm에서 흡광도를 측정하여 potassium phosphate의 표준곡선과 비교, 인(P)의 양을 구하였다.

지방산 분석

총지질과 SACC에 의하여 분리한 중성지질, 당지질 및 인지질들을 BF₃-methanol로 Metcalfe 등⁽¹⁷⁾의 방법에 따라 methyl ester화시킨 다음 gas chromatography (GC)에 의하여 분석하였다. 이때 GC기종은 Varian Aerograph 1400 GC이고 이때 사용한 column은 Chromosorb W (60~80 mesh)상에 5% DEGS를 충전시킨 glass column (3 m × 1/8 inch)을 사용하였고, column, detector (FID) 및 injector의 온도는 각각 180°C, 270°C, 및 220°C이었으며, carrier gas는 He (15 mL/min), Air (300 mL/min) 및 H₂ (20 mL/min)이었다.

결과 및 고찰

중성지질, 당지질 및 인지질의 함량변화

생밤 및 저장한 밤과실에서 추출한 총지질을 SACC

에 의하여 중성지질, 당지질 및 인지질로 분획하여 그 함량을 정량한 결과는 Table 1과 같다. 먼저 생밤 100 g 중에는 총지질이 514.1 mg 함유되었고 그 중 중성지질이 43.4% 차지하였고 당지질과 인지질은 각각 26.5%와 30.1%로 비슷하게 함유되었다.

하 등⁽²⁾은 밤의 과육부중 총지질을 구성하는 중성지질, 당지질 및 인지질이 각각 34.6%, 38.6% 및 26.8% 함유된다고 하여 본 실험 결과와 다르게 나타났다. 이는 기후풍토와 밤의 생산년도, 수확시기 그리고 지질의 추출방법 등의 차이때문이라 생각된다. 특히 본 실험에서는 chloroform-methanol로 추출하였기 때문에 밤중의 결합지질이 많이 추출되었다고 본다⁽¹⁸⁾. 이 등⁽²⁾은 밤의 지질성분의 분석에서 총지질에 대한 백분율로 중성지질이 43.5%, 당지질이 39.0%, 인지질이 17.4% 함유된다고 하여 당지질과 인지질의 조성비는 본 실험 결과와 다르게 나타났다. 그런데 밤의 지질성분을 보면 고구마의 총지질중 중성지질이 42.1%, 당지질이 30.8%, 인지질이 27.1%라는 Walter 등⁽¹⁹⁾의 보고와 밀가루중에는 중성지질이 50.9%, 당지질이 26.4%, 인지질이 22.7%라는 MacMurry 등⁽²⁰⁾의 보고, 그리고 감자에서는 중성지질이 21.0%, 당지질 31.6%, 인지질 47.4%라는 Galliard⁽²¹⁾의 보고와 비교하면 밤의 지질 조성은 고구마나 밀가루와는 가까우나 감자와는 크게 다름을 알 수 있었다.

밤의 저장기간에 따른 각 지질의 함량변화를 보면 Table 1과 같이 총지질은 저장온도 20°C에서 5주까지 크게 증가되어 당초에 비해 45.5%나 증가되었으며 1°C에서는 저장 7주까지 53.9% 증가되었고 그 이후에

는 별다른 변화가 없었다.

중성지질은 20°C온도구에서는 큰 변화가 없었으나 1°C온도구에서는 감소되어 3주째에 21.6%, 9주째에 21.8%, 15주째에 26.6%의 감소율을 보였다. 당지질은 저장 7주후까지 현저하게 증가되어 20°C에서는 76.4%나, 1°C에서는 100%나 크게 증가되었고 그 이후는 양온도구에서 약간씩 감소되었다. 인지질도 당지질과 같은 양상으로 저장기간에 따라 현저하게 증가되어 5주째에 가서 20°C온도구에서는 86.2%나, 1°C에서는 109.4%나 큰 증가를 보였다.

생밤중에는 NPL이 TL중의 약 43%를 차지하고 GL과 PL은 약 30%정도씩 차지하였는데 저장 5주 이후에 가서는 그 비율이 크게 변화되어 20°C, 1°C 양온도 모두 PL이 차지하는 비율이 가장 높아 38~43%의 범위로 함유되었다.

木村 등⁽²²⁾은 사과(Starking Delicious) 냉장중 총지질은 저장 2개월후에 10.2%, 4개월후에 13.3% 증가되고 중성지질은 저장 2개월후에 31.6% 증가되다가 그 이후 감소된다고 하였으며, 다른 사과 품종(국광)에서는 총지질이 저장 2개월후에 15% 감소를 보이다가 그 이후 증가되고 중성지질은 저장 2개월후에 50% 감소되다가 그 이후 증가되어 4개월후에는 2.6배나 증가된다고 하여 본 밤시료와는 다른 양상을 나타내었다.

小槻⁽²³⁾은 감자저장실험에서 총지질은 20°C 저장온도구에서는 약간의 발아가 보이는 2주후에 약간 감소하다가 4주후에는 약 20%, 6주후에 약 33% 증가되며 발아가 많이 나타난 8주후에는 다시 감소된다고 하였으며 또 한편 5°C 저장구에서는 20°C구와는 반대로 저장 2주후에 약간 증가되다가 그 이후 감소된다고 하였으며 그리고 중성지질은 20°C에서는 6주후까지 증가하여 약 2.7배에 달하다가 그 이후 감소되었고 5°C구에서는 2주후에 2.4배로 크게 증가하다가 그 이후 급격히 감소된다고 하여 본 밤시료와는 다른 경향을 보였다.

Table 1. Changes in content of total lipid, nonpolar lipid, glycolipid, and phospholipid of chestnut during storage at 20°C and 1°C (mg/100 g f.w.)

Storage temp.	Storage weeks	TL	NPL	GL	PL
20°C	0	514.1	223.1	136.3	154.8
	3	641.1	200.1	196.1	245.2
	5	748.2	251.6	208.3	288.3
	7	695.3	190.0	240.4	264.9
	9	736.2	231.3	214.1	290.8
1°C	3	638.5	174.8	212.3	251.4
	5	787.8	219.8	243.8	324.2
	7	791.1	204.2	273.8	313.1
	9	736.5	174.5	246.9	315.1
	12	752.3	179.4	276.4	296.5
	15	734.3	163.8	266.5	304.1

TL: total lipid, NPL: nonpolar lipid, GL: glycolipid, PL: phospholipid.

밤의 저장중 TL, NPL, GL 및 PL의 지방산 조성 변화

밤을 20°C와 1°C온도에서 3~15주간 저장하면서 TL의 지방산 조성변화를 보면 Table 2와 같다. 생밤중 TL의 지방산 조성을 보면 linoleic acid가 가장 많아 39.9%를 차지하였으며 그 다음으로 oleic acid와 palmitic acid가 각각 21%씩, 그리고 linolenic acid가 약 9% 함유되었다. 저장기간에 따른 이들 지방산의 조성변화를 보면 linoleic acid는 20°C와 1°C 모두에서 증가되어 9주후에는 1.3배나 되었다. 반면에 mono 불포화지방산인 palmitoleic acid와 oleic acid는 양온도구에서 감

Table 2. Changes in fatty acid composition of total lipid in chestnut during storage at 20°C and 1°C (%)

Storage temp.	Storage weeks	C _{14:0}	C _{16:0}	C _{16:1}	C _{18:0}	C _{18:1}	C _{18:2}	C _{18:3}	UFA/SFA ¹⁾
20°C	0	1.4	20.7	6.5	1.5	21.4	39.9	8.6	3.2
	3	0.5	22.2	1.3	0.6	20.8	46.1	8.5	3.3
	5	0.7	20.8	1.2	-	19.7	46.8	10.8	3.7
	7	0.5	23.9	0.7	-	14.0	52.2	8.7	3.1
	9	0.5	20.9	1.5	0.9	14.1	50.8	11.3	3.5
1°C	3	0.3	20.5	1.2	0.6	17.8	50.2	9.4	3.7
	5	0.4	21.2	1.2	0.6	14.5	51.1	11.0	3.5
	7	0.5	20.0	1.2	0.3	16.6	50.7	10.7	3.8
	9	0.4	20.5	1.5	0.8	11.3	52.9	12.6	3.6
	12	0.3	20.3	1.3	0.2	13.2	53.1	11.6	3.8
	15	0.3	20.5	1.0	0.6	10.4	55.3	11.9	3.7

¹⁾The ratio of unsaturated fatty acid to saturated fatty acid

Table 3. Changes in fatty acid composition of nonpolar lipid in chestnut during storage at 20°C and 1°C (%)

Storage temp.	Storage weeks	C _{14:0}	C _{16:0}	C _{16:1}	C _{18:0}	C _{18:1}	C _{18:2}	C _{18:3}	UFA/SFA
20°C	0	1.1	18.7	4.7	1.2	25.7	37.9	10.7	3.8
	3	1.3	19.4	2.0	0.2	27.8	38.7	10.6	3.8
	5	0.8	17.8	2.0	1.1	26.5	39.3	12.5	4.1
	7	3.2	20.4	2.9	2.5	19.6	39.3	12.1	2.8
	9	1.6	19.5	2.7	1.0	19.5	43.6	12.1	3.5
1°C	3	1.9	17.8	6.0	2.2	28.1	34.0	10.0	3.6
	5	0.9	20.0	2.1	1.5	27.6	38.3	9.6	3.5
	7	1.3	18.4	1.8	0.2	29.9	38.7	9.7	4.0
	9	1.5	18.8	2.5	1.0	19.9	44.0	12.3	3.7
	12	1.0	17.4	2.6	1.3	22.8	42.8	12.1	4.1
	15	0.7	18.4	1.8	0.5	17.6	49.9	11.1	4.1

소되었다.

중성지질중의 지방산 조성변화를 보면 Table 3과 같이 생밤중에서는 TL과 유사하게 linoleic acid가 38%, oleic acid가 26%, palmitic acid 19%의 순으로 함유되었다. 저장기간에 따른 변화를 보면 20°C, 1°C 양온도 구에서 linoleic acid는 약간 증가되는 경향이었으나, oleic acid는 저장 7주후부터 감소되어 9주후에는 당초의 3/4으로 되었다.

木村 등⁽²²⁾은 수확직후 國光의 중성지질의 구성지방산은 linoleic acid가 대부분(68.7%)이고 그 다음 palmitic acid (16.5%)라고 하였으며 0°C, 2개월 저장하였을 때 linoleic acid의 조성비가 69.8%로서 당초보다 1.6% 증가되다가 그 이후 크게 감소되어 저장 4개월째에 그 조성비가 22.3%로서 68%나 크게 감소되었으며 반면에 포화지방산인 lauric acid, myristic acid, palmitic acid는 저장기간에 따라 크게 증가되어 lauric

acid는 저장 2개월후에 16.2%, 4개월후에 43.4%나 증가되었고 palmitic acid는 저장 2개월째는 44%나 감소하다가 저장 4개월째에는 2.0배나 증가된다고 하여 본 밤시료와는 현저히 다른 양상을 나타내었다.

중성지질의 지방산조성에서 UFA/SFA의 비는 큰 변화없이 일정하였다. 사과와 냉장중 구성지방산 조성변화에서⁽²²⁾ 수확 직후 전지방산에 대한 불포화지방산의 백분율이 83.0%이던 것이 0°C에서 저장 2개월째에 75.6%, 4개월째에 22.3%로 감소되며 이는 사과 저장중 불포화지방산은 감소하는 반면, lauric acid, myristic acid 및 palmitic acid 등 포화지방산은 증가됨을 나타내어 본 밤시료와는 다른 경향을 보였다.

당지질중의 지방산조성의 변화를 보면 Table 4와 같다. 중성지질에서와는 달리 linoleic acid가 48.7%나 차지하였고 그 다음 palmitic acid가 19.9% 함유되었다. 저장에 따른 당지질의 지방산 조성변화를 보면 20°C

Table 4. Changes in fatty acid composition of glycolipid in chestnut during storage at 20°C and 1°C (%)

Storage temp.	Storage weeks	C _{14:0}	C _{16:0}	C _{16:1}	C _{18:0}	C _{18:1}	C _{18:2}	C _{18:3}
20°C	0	5.2	19.9	2.0	0.9	13.1	48.7	10.2
	3	1.5	16.4	0.9	0.9	11.6	58.3	10.4
	5	1.0	14.9	0.8	0.2	11.5	60.6	11.0
	7	2.6	18.1	1.9	1.0	11.3	53.6	11.5
	9	1.6	15.7	2.6	0.8	10.7	57.4	11.2
1°C	3	1.1	17.1	0.7	0.9	11.6	54.2	14.4
	5	2.5	16.0	1.5	0.4	9.2	52.9	17.5
	7	2.1	15.8	1.0	0.6	11.9	53.1	15.5
	9	0.7	16.6	2.0	0.6	9.0	54.5	16.6
	12	0.2	17.5	1.2	0.4	9.5	55.5	15.7
	15	0.1	16.2	0.9	0.6	8.5	57.2	16.5

Table 5. Changes in fatty acid composition of phospholipid in chestnut during storage at 20°C and 1°C (%)

Storage temp.	Storage weeks	C _{14:0}	C _{16:0}	C _{16:1}	C _{18:0}	C _{18:1}	C _{18:2}	C _{18:3}
20°C	0	4.7	39.4	0.5	0.1	28.2	26.6	0.5
	3	2.3	26.1	0.8	1.0	19.9	44.1	5.8
	5	0.3	26.6	0.7	0.7	17.2	49.0	5.5
	7	0.9	25.9	1.4	0.9	13.5	50.4	7.0
	9	0.9	28.1	1.5	2.5	11.0	51.3	6.7
1°C	3	1.6	24.7	0.5	0.2	12.7	54.6	5.7
	5	0.8	24.5	0.8	1.0	9.6	55.7	7.6
	7	0.8	25.5	0.7	-	7.9	57.6	7.5
	9	0.9	26.8	1.3	0.8	8.1	54.4	7.7
	12	0.1	27.2	0.6	0.4	7.8	57.6	6.3
	15	0.1	26.5	0.6	0.2	8.1	56.6	7.9

및 1°C 양온도구에서 저장 3주후 linoleic acid는 약간 증가하는 반면, myristic acid와 palmitic acid는 감소하였다. 또한 1°C저장에서도 oleic acid의 감소와 linolenic acid의 증가가 인정되었다.

밤의 저장중 PL의 지방산 조성변화를 보면 Table 5와 같이, 중성지질, 당지질에서와는 현저하게 다른 양상을 보이었다. 즉 생밤중 PL에서는 palmitic acid가 39.4%로 가장 많이 함유되었고 그 다음 oleic acid와 linoleic acid가 모두 다 30%가까이 함유되었으며 linolenic acid는 0.5%밖에 함유되지 않았다. 밤의 저장중 이들 지방산의 변화를 보면 linoleic acid, linolenic acid는 저장기간에 따라 크게 증가되었으나 반면 oleic acid와 palmitic acid는 크게 감소되었다.

밤의 저장중 NPL, GL 및 PL을 구성하는 각 지방질의 함량변화

밤의 저장중 NPL, GL 및 PL을 구성하는 각 지방질

의 조성 및 함량변화는 Table 6과 같다. 먼저 NPL의 구성지질로는 triglyceride(TG), 1,2-diglyceride(1,2-DG), 1,3-diglyceride(1,3-DG), sterol ester(SE), sterol(S) 및 free fatty acid(FFA)의 6종이었으며, 이중 TG가 가장 많아 전체 NPL의 44%를 차지하였으며 그 다음으로 DG가 25%, sterol류가 약 21%, FFA가 약 10% 정도 함유되었다.

이 등⁽³⁾은 밤 內果肉중의 유리지질중에서 1,2-DG, 1,3-DG, FS (free sterol), FFA, TG, ES (ester sterol) 등 6개의 spot을 확인하여 본 실험결과와 일치하였으며 이들의 함량은 TG가 41.8%로 제일 많고 그 다음 FS 및 ES가 16~17% 함유된다고 하였다.

밤의 저장중 이들 지방질 성분의 변화를 보면 (Table 6) TG는 20°C와 1°C 저장구 모두에서 9주까지 계속 증가되어 20°C에서는 당초의 2.8배, 1°C에서는 2.1배나 증가되었으며 그 이후에는 감소되는 경향을 보였다. 1,2-DG는 20°C와 1°C의 양온도구에서 일정한

Table 6. Changes in constituent components of nonpolar lipid¹⁾, glycolipid²⁾, and phospholipid³⁾ in chestnut during storage at 20°C and 1°C

Lipid	Storage time (weeks)										
	20°C					1°C					
	0	3	5	7	9	3	5	7	9	12	15
TG	65.4	102.7	136.8	158.6	180.9	92.7	119.3	128.1	138.9	109.6	112.8
1,2-DG	23.4	13.0	19.5	24.2	27.6	15.7	18.7	23.3	23.9	19.0	16.0
1,3-DG	13.7	12.2	22.1	20.5	25.7	11.2	16.0	20.1	17.2	12.4	15.1
SE	19.0	19.9	28.8	34.7	36.4	17.7	29.8	26.3	26.6	23.6	26.3
S	13.0	21.4	27.6	26.4	31.9	19.8	28.4	28.7	33.8	27.0	29.0
FFA	14.8	11.6	18.3	18.0	22.7	10.9	20.2	19.0	15.0	17.8	16.3
DGDG	38.5	52	71	62	54	52	73	66	64	80	63
MGDG	16.3	22	25	22	21	21	27	26	26	28	19
SG	11.7	11	15	14	14	12	14	12	13	10	4
ASG	9.9	10	12	12	10	9	13	13	12	11	10
PC	2.7	2.4	2.1	-	1.7	1.4	1.8	1.3	1.4	0.7	1.5
PE	1.5	1.2	1.0	-	1.1	1.1	2.2	2.1	2.1	1.1	1.6
PI	0.8	0.6	0.8	-	0.7	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	0.5

¹⁾mg/100 g f.w. TG=triglyceride, DG=diglyceride, SE=sterolester, S=sterol, FFA=free fatty acid.

²⁾galactose mg/100 g f.w. DGDG=digalactosyldiglyceride, MGDG=monogalactosyldiglyceride, SG=sterylglycoside, ASG=acylsterylglycoside.

³⁾P mg/100 g f.w. PC=phosphatidylcholine, PE=phosphatidylethanolamine, PI=phosphatidylinositol.

변화 양상을 보이지 않았고 1,3-DG와 FFA는 20°C 온도구에서 3주 이후부터 증가되는 경향이었으나, 1°C 온도구에서는 7주 이후부터 감소를 보였다. SE와 S는 20°C에서는 저장기간에 따라 증가되는 경향이었으나, 1°C에서는 5주까지 증가되다가 그 이후 큰 변화가 없었다. GL의 구성지질에서 보면 DGDG는 20°C, 1°C 온도 모두에서 저장기간에 따라 5주까지는 증가하다가 그 이후는 별다른 변화를 보이지 않았다. MGDG는 3주째 약간 증가되었으나 그 이후 별 변화 없었고 SE와 ASG도 저장기간에 따라 큰 변화를 보이지 않았다.

PL을 구성하는 지질로는 PC, PE, PI 등이 적은 량 함유되었고 저장기간에 따른 큰 변화는 없었다.

한 등⁽²⁴⁾은 울무가루의 중성지질 중에는 TG가 90%를 차지하며 5°C저장에서는 2개월 후에는 2%, 6개월 후에는 14% 감소되고 35°C 저장에서도 각각 10%와 32%나 감소되며 반대로 FFA와 DG는 저장기간에 따라 계속 증가되었고 그리고 당지질인 DGDG와 MGDG가 각각 36.2%, 22.2% 함유되었으며 35°C 2개월 저장에서 둘다 7%정도 감소된다고 하여 본 밤시료와는 다른 양상을 나타내었다.

小机⁽²⁵⁾는 저장 감자의 발아에 따른 인지질의 변화에서 PC는 20°C구에서 발아와 함께 급격히 감소하여 6주 후에는 당초의 7%까지 감소되다가 8주 후에는 급

증하며, PE는 20°C 저장에서는 PC와 같은 경향이었으나 5°C 저장에서는 6주후에 당초의 약 42%까지 감소하다가 8주 후에는 당초와 비슷한 양으로 증가하였다. PI는 20°C, 5°C 양온도구에서 4주까지 점점 감소하다가 그 이후 변화를 보이지 않았다고 하여 본 밤시료와는 다른 양상을 보였다.

밤의 저장중 NPL, GL 및 PL을 구성하는 각 지질의 지방산 조성 변화

밤의 저장기간에 따라 NPL의 약 1/2을 차지하는 TG의 지방산 조성 변화를 보면 Table 7과 같다. 생밤 중에는 linoleic acid가 33.9%, oleic acid가 31.4%, palmitic acid 21.3%의 순으로 함유되었으며 밤의 저장중에서는 20°C, 1°C의 양온도구에서 저장기간 3~7주후 oleic acid는 감소한 반면 linoleic acid와 linolenic acid는 약간 증가하였다.

GL을 구성하는 주요지질인 DGDG의 지방산 조성 변화를 보면 Table 8과 같다. 생밤중에서는 DGDG의 지방산 조성이 linoleic acid가 53.5%, palmitic acid가 24.4%의 순으로 함유되었으며 저장기간에 따라 이들 지방산 조성 변화를 보면 20°C 저장에서는 3주후 palmitic acid가 당초의 56%로 감소하다가 그 이후부터는 증가하였다. 반면에 linoleic acid는 3주째 가서 당초의 1.2배로 증가하다가 그 이후는 감소하였다. 1°C 저

Table 7. Changes in fatty acid composition of triglyceride in chestnut during storage at 20°C and 1°C (%)

Storage temp.	Storage weeks	C _{14:0}	C _{16:0}	C _{16:1}	C _{18:0}	C _{18:1}	C _{18:2}	C _{18:3}	UFA/SFA
20°C	0	2.1	21.3	2.7	-	31.4	33.9	8.6	3.3
	3	0.9	19.2	2.7	-	30.9	36.1	10.1	4.7
	5	0.3	22.0	1.8	1.0	28.5	37.9	8.5	3.3
	7	1.5	27.3	2.9	3.6	20.3	35.0	9.4	2.1
	9	1.0	21.6	2.7	1.6	23.5	38.8	10.9	3.1
1°C	3	0.5	22.3	4.7	2.5	32.1	30.4	7.5	3.0
	5	0.8	20.5	2.1	-	30.9	36.5	9.3	3.7
	7	2.8	22.6	2.4	1.5	32.8	34.1	6.6	3.1
	9	0.4	19.1	2.9	1.3	23.6	41.2	11.4	3.8
	12	0.9	16.8	2.8	-	25.6	42.9	11.0	4.7
	15	0.6	17.8	2.0	1.1	18.8	48.0	11.7	4.1

Table 8. Changes in fatty acid composition of digalactosyldiglyceride in chestnut during storage at 20°C and 1°C (%)

Storage temp.	Storage weeks	C _{14:0}	C _{16:0}	C _{16:1}	C _{18:0}	C _{18:1}	C _{18:2}	C _{18:3}
20°C	0	1.5	24.4	1.0	1.1	10.2	53.5	8.3
	3	0.4	13.7	1.0	-	9.2	64.8	10.9
	5	-	19.7	0.7	1.1	11.7	58.6	8.2
	7	1.8	24.7	1.6	1.4	11.2	51.6	7.7
	9	1.6	27.2	1.2	2.7	10.3	48.8	8.2
1°C	3	0.2	21.3	1.2	0.8	9.7	55.5	11.3
	5	0.4	21.8	1.1	1.0	10.4	53.2	12.1
	7	1.7	22.7	1.7	1.0	10.7	51.1	11.1
	9	1.3	24.1	1.7	3.0	10.0	48.2	11.7
	12	0.7	25.5	2.0	2.0	11.5	46.8	11.5
	15	0.3	25.4	1.2	1.1	9.8	50.0	12.2

Table 9. Changes in fatty acid composition of acylsterylglycoside in chestnut during storage at 20°C and 1°C (%)

Storage temp.	Storage weeks	C _{14:0}	C _{16:0}	C _{16:1}	C _{18:0}	C _{18:1}	C _{18:2}	C _{18:3}
20°C	0	1.5	19.6	5.7	-	32.9	35.7	4.6
	3	3.1	25.0	4.6	0.1	21.4	42.1	3.7
	5	5.6	24.2	3.1	-	20.3	42.4	4.4
	7	0.5	33.0	6.3	1.0	29.1	29.3	0.8
	9	1.4	27.0	5.9	5.5	16.0	36.6	7.6
1°C	3	2.7	20.4	3.1	0.9	21.6	47.1	4.2
	5	4.1	18.6	2.4	0.1	13.9	55.9	5.0
	7	5.3	20.3	7.2	4.4	15.2	38.0	9.6
	9	4.5	19.4	4.1	3.4	12.0	48.8	7.8
	12	7.0	25.4	4.7	3.0	9.1	39.8	11.0
	15	7.8	22.2	3.6	7.0	2.5	47.5	9.4

장에서는 별다른 변화가 없었다.

ASG의 지방산 조성의 변화를 보면 Table 9와 같이 생밤중에는 oleic acid와 linoleic acid가 가장 많이 함유되어 양자가 전체의 약 70%를 차지하였으며, 저장

3주후에 palmitic acid와 linoleic acid는 증가되는 경향이 있었으나 oleic acid는 저장기간에 따라 감소되었으며 1°C에서 더 크게 나타났다.

PL을 구성하는 주요지질인 PC의 지방산 조성 변화

Table 10. Changes in fatty acid composition of phosphatidylcholine in chestnut during storage at 20°C and 1°C (%)

Storage temp.	Storage weeks	C _{14:0}	C _{16:0}	C _{16:1}	C _{18:0}	C _{18:1}	C _{18:2}	C _{18:3}
20°C	0	8.9	45.8	3.7	0.3	26.4	14.9	-
	3	0.4	29.5	0.6	-	25.3	40.3	3.9
	5	0.1	30.6	0.1	-	18.9	45.7	4.6
	7	1.7	22.6	2.9	2.3	16.1	45.1	9.3
	9	0.7	36.2	1.0	1.4	13.6	47.1	-
1°C	3	0.3	23.0	1.1	-	20.7	50.6	4.3
	5	0.7	27.1	0.8	1.0	11.3	53.1	6.0
	7	0.6	29.0	0.5	1.8	14.8	44.8	6.5
	9	0.9	29.4	1.9	1.7	9.2	49.5	7.4
	12	1.2	31.5	2.7	1.7	8.7	48.6	5.6
	15	0.3	33.4	0.9	1.0	8.6	49.2	6.6

Table 11. Changes in fatty acid composition of phosphatidylethanolamine in chestnut during storage at 20°C and 1°C (%)

Storage temp.	Storage weeks	C _{14:0}	C _{16:0}	C _{16:1}	C _{18:0}	C _{18:1}	C _{18:2}	C _{18:3}
20°C	0	9.6	35.3	2.7	2.3	19.4	21.9	8.8
	3	0.5	31.4	0.8	0.7	15.2	47.9	3.5
	5	0.9	27.3	-	-	11.2	58.5	2.1
	7	0.6	21.4	1.5	2.0	10.9	57.4	6.3
	9	1.5	24.4	1.9	1.9	9.6	53.7	7.0
1°C	3	1.2	28.3	1.0	-	17.2	48.4	3.9
	5	0.2	21.7	1.0	0.4	5.0	65.8	5.9
	7	0.5	24.3	3.6	0.5	4.2	58.6	8.3
	9	0.8	24.3	1.3	1.7	5.2	59.0	7.7
	12	1.0	29.7	1.1	0.7	3.7	58.1	5.7
	15	2.1	32.1	1.1	0.8	4.1	54.8	5.0

를 보면 Table 10과 같다. 생밤에서의 PC의 지방산 조성을 보면 palmitic acid, oleic acid, linoleic acid의 순으로 함유되었으며, 일반적으로 최소한 myristic acid를 10% 가까이 함유된 것이 특징적이었다.

저장중 이들 지방산의 변화를 보면 20°C와 1°C 양온도구에서의 저장동안 palmitic acid, oleic acid 및 myristic acid 등은 감소한 반면 linoleic acid는 크게 증가하여 저장 9주 후에는 당초 함량의 3.3배나 되었다. 또한 생밤중에 없던 linolenic acid가 저장 3주후부터 나타났다.

木村 등⁽²²⁾은 사과(국광)를 0°C에서 저장할 때 PC의 지방산 조성 변화는 저장초에 75%를 차지하던 linoleic acid가 저장 2개월후에 70.6%로서 6% 감소율을 보이며, palmitic acid는 저장 2개월째 27%, 저장 4개월째에 3.2배나 크게 증가된다고 하여 본 밤시료에서와는 반대 경향을 보이었다.

小机⁽²⁵⁾은 저장동안에 발아가 일어난 감자의 인지질 변화에 관한 연구보고에서 PC의 주요 지방산으로는 linoleic acid와 palmitic acid인데 저장동안에 palmitic acid는 감소하는데 반하여 linoleic acid는 증가된다고 하여 본 밤시료에서와 같은 경향이였다.

본 실험에서 PE의 지방산 조성 변화를 보면 Table 11과 같다. 먼저 생밤중 PE의 지방산 조성은 palmitic acid, linoleic acid, oleic acid의 순으로 함유되었으며 저장기간에 따라서는 20°C 및 1°C 모두에서 저장 7주째에는 myristic acid는 90%이상, palmitic acid는 60%, oleic acid는 56%나 감소하였으며 반대로 linoleic acid는 2.6배나 증가하였다.

小机⁽²⁵⁾은 감자의 인지질중 PE에는 주요 지방산으로 linoleic acid, palmitic acid인데, 저장중 palmitic acid는 변화가 없으나 linoleic acid, linolenic acid는 2주후에 급증하고 4~6주후에 감소하다가 8주후에는 다시 급증

하며 oleic acid는 현저히 감소한다고 하여 본 밤시료와 유사한 경향을 보이었다.

요 약

밤을 20°C에서 9주동안, 1°C에서 15주동안 저장하면서 저장중 지방질의 변화를 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다. 밤의 총지질중에는 중성지질이 43.4%, 당지질이 26.5%, 인지질이 30.1% 함유되었으며 밤의 저장 동안에 이들의 함량이 증가되었다. 중성지질의 구성지질성분으로는 triglyceride (TG), 1,2-diglyceride (1,2-DG), 1,3-diglyceride (1,3-DG), sterolester (SE), sterol (S) 및 free fatty acid(FFA) 등 6종이었으며, 당지질의 구성지질성분으로는 digalactosyldiglyceride (DGDG), monogalactosyl diglyceride (MGDG), sterylglucoside (SG) 및 acylsterylglucoside (ASG) 등 4종이었고 인지질의 주요 구성지질로는 phosphatidylcholine (PC), phosphatidylethanolamine (PE), phosphatidylinositol (PI) 등이었다. 저장중의 지질의 변화를 보면 중성지질의 함량은 저장 5주후에 감소되었고, 당지질은 7주까지는 증가되다가 그 이후 감소되었으며 인지질은 20°C 및 1°C 양온도구에서 저장기간동안 가장 많이 증가되었다. 그리고 TG, SE, S, DGDG, MGDG의 함량은 20°C 및 1°C 양온도구에서 저장기간에 따라 증가되었다. 총지질, 중성지질, 당지질 및 인지질, 그리고 TG, DG, ASG, PC 및 PE의 주요 지방산으로는 linoleic acid, oleic acid, palmitic acid 및 linolenic acid 등이었으며 저장기간에 따라서는 20°C 및 1°C 양온도에서 linoleic acid는 증가하는 반면에, oleic acid는 감소하였다.

문 헌

1. Lyons, J.M., Wheaton, T.A. and Pratt, H.K.: Relationship between the physical nature of mitochondrial membranes and chilling sensitivity in plants. *Plant Physiol.*, **39**, 262 (1964)
2. 하봉석, 배명숙, 정대명, 성낙주, 손량욱 : 밤(栗)의 동결 건조에 의한 성분변화에 관한 연구. *한국식품과학회지*, **14**(2), 97 (1982)
3. 이종욱, 김재욱 : 밤 지질성분의 분석. (제1보) 內果肉 및 外果肉의 지질조성. *한국농화학회지*, **25**(4), 239 (1982)
4. 이종욱, 김은선, 김동연 : 밤지질성분의 분석. (제2보) 구성지질 및 구성지방산의 조성. *한국농화학회지*, **26**(1), 19 (1983)
5. 나영아, 양차범 : 밤의 저장중 성분변화. *한국식품과학회지*, **28**(6), 1164 (1996)
6. Folch, J., Lees, M. and Sloane-Stanley, G.H.: A simple method for the isolation and purification of total lipids

- from animal tissues. *J. Biol. Chem.*, **226**, 497 (1957)
7. Rouser, G., Kritchevsky, G., Simons, 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**(1), 37 (1967)
8. 上田悦範, 南出隆久, 緒方邦安, 釜田英雄 : 果實蔬菜における含有脂質とその役割に関する研究. *日本食品工業學會誌*, **17**, 49 (1970)
9. 平山修, 松田英幸 : 米の脂質成分と組織内分布. *日農化*, **47**(6), 371 (1973)
10. Yamakawa, T., Irie, R. and Iwanaga, M.: Chemistry of the lipid of posthemolytic residue or stroma of erythrocytes. 9. Silicic acid chromatography of mammalian stroma glycolipids. *J. Biochem.*, **48**, 490 (1960)
11. Hitchok, C. and Nicolas, B.W.: *Plant Lipid Biochemistry*, Academic Press, London and New York (1971)
12. 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)
13. Wheelodon, L.W. and Collins, F.D.: Phospholipids III. Determination of choline. *Biochem. J.*, **70**, 43 (1958)
14. Skipski, V.P., Peterson, R.F. and Barclay, M.: Quantitative analysis of phospholipids by thin-layer chromatography. *Biochem. J.*, **90**, 374 (1964)
15. Amenta, J.S.: A rapid chemical method for quantification of lipids separated by thin-layer chromatography. *J. Lipid Res.*, **5**, 270 (1964)
16. Bartlett, G.R.: Phosphorus assay in column chromatography. *J. Biol. Chem.*, **234**, 446 (1959)
17. Metcalfe, L.D., Schmitz, A.A. and Pelka, J.R.: Rapid preparation of fatty acid esters from lipids for gas chromatographic analysis. *Anal. Chem.*, **38**, 514 (1966)
18. 신효선, 이민웅 : 인삼의 지방질성분에 관한 연구. *한국식품과학회지* **12**(3), 185 (1980)
19. Walter, F.M., Hansen, A.P. and Purcell, A.E.: Lipids of cured centennial sweet potatoes. *J. Food Sci.*, **36**, 795 (1971)
20. MacMurry, T.A. and Morrison, W.R.: Composition of wheat flour lipids. *J. Sci. Food Agric.*, **21**, 520 (1970)
21. Galliard, T.: Aspects of lipid metabolism in high plants-I. Identification and quantitative determination of the lipids in potato tubers. *Phytochemistry*, **7**, 1907 (1968)
22. 木村繁昭, 岡本辰夫, 原田順厚, 目黒正則 : リンゴの冷蔵中における各脂質成分の構成脂肪酸の變化. *日本食品工業學會誌*, **26**(4), 162 (1979)
23. 小机あつ子 : 貯藏ジャガイモの發芽に伴う脂質の變動について (第 1 報) - 中性脂質量ならびに脂肪酸組成について -. *賢明女子學院 短期大學研究紀要*, **15**, 71 (1980)
24. 한지숙, 이숙희, 최홍식 : 울무가루 저장중 지방질 조성의 변화. *한국식품과학회지*, **20**(5), 691 (1988)
25. 小机あつ子 : 貯藏ジャガイモの發芽に伴う脂質の變動について (第 2 報) - リン脂質量ならびに脂肪酸組成について -. *賢明女子學院 短期大學研究紀要*, **16**, 43 (1981)