

라아드의 크림성 향상에 대한 에스테르교환의 효과

임혜경·김명애

동덕여자대학교 식품영양학과

Effect of Interesterification for Increasing Creaming Power in Lard

Hye-Kyoung Lim and Myoung-Ae Kim

Department of Food and Nutrition, Dongduck Women's University

Abstract

This study was performed in order to clarify whether the creaming power of lard could be improved by random interesterification. The physicochemical properties, solid fat content, consistency, and creaming power of fat, and sensory evaluation on cream were investigated. The temperature of SFC 5~30 showed the wider range from 10°C to 33°C in random interesterified lard than that from 16°C to 30°C in lard. The consistency of random interesterified lard was gradually decreased as temperature was increased, and was about 2000g per cm² at low temperature level below 10°C. The sensory evaluation at maximum over run indicated that texture, polish and solubility of the cream made with random interesterified lard was slightly lower than that with lard, but random interesterified lard greatly improved the viscosity and firmness of cream. As the result of this study, the creaming power of lard was increased by random interesterification. Especially, the random interesterified lard could be considered as the better fat materials used in winter cream.

Key words: lard, interesterified lard, cream, creaming power, solid fat content

서 론

유지의 원료영역의 확대를 위하여 수소첨가, 분별결정, 에스테르교환 반응 등이 응용되고 있다. 특히 에스테르교환 반응은 라아드의 개질을 위한 수단으로 1950년부터 이용되기 시작하였다⁽¹⁾. 라아드는 대표적인 가소성 천연 유지의 하나로서, 특이한 트리글리세리드(이하, TG)조성으로 인해 결정형이 β형으로 이행하기 쉽다. 즉, 구성 지방산 중 palmitic acid는 전부 글리세롤의 2위에 위치하고 있어 라아드 TG의 26%를 차지하는 S₂U(disaturated-mono-unsaturated)는 전부 SPU(stearic-palmitic-unsaturated) 형태이다. 이 SPU는 라아드 고체부의 대부분을 형성하고 있으므로 결정성장이 쉬워서 입상조질을 가지며 크림성이 불량하다. 그러나 무작위 에스테르교환(이하, 에스테르교환)라아드의 TG S₂U의 함량비율은 25%로써 변화가 거의 없으나, 이 가운데 SPU는 3.4%로 크게 저하되고 SUP(stearic-unsaturated-palmitic)의 함량이 증가함으로써 라아드의 결정형은 β'형으로 된다. 식용고체지는 다형현상(多形現象, polymorphism)을 가지며, 결정의 크기에 따라 α, β, intermeditate, β'형으로

존재한다. β형은 결정크기가 보통 20~30 μm로서 신전성이 우수한 반면, β'형은 1 μm 이하의 미세한 결정으로서 특히 크림성이 우수하다. 에스테르교환 라아드는 지방산의 재배열 때문에 외관, 크림성이 향상된다고 한다^(2,3). 이미 보고된 바와 같이 라아드는 에스테르교환에 의하여 TG 분자종이 변화함에 따라 결정형이 미세해져서 신전성이 상실되는 반면에 크림성이 향상된다. 김⁽⁴⁾에 따르면, 라아드는 에스테르교환에 의하여 신전성이 감소됨으로써 파이 반죽의 충형성이 불량해서 파이의 팽화율이 낮았다고 한다. 국외에서는 유지의 개질을 위하여 에스테르교환이 실용화된지 오래지만, 국내에서는 이에 대한 연구가 거의 이루어지고 있지 않은 실정이다. 따라서, 본 연구는, 라아드, 에스테르교환 라아드, 쇼트닝, 마가린과 버터에 대하여 물리 화학적 특성, 고체지 함량, consistency, 크림성 등을 분석하고, 각 유지로 제조된 크림의 관능검사를 비교함으로써, 에스테르교환에 따른 라아드의 크림성 향상을 검토하여 크림용 원료유지로서의 활용을 모색하고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험에 사용한 가소성 유지 원료인 라아드, 쇼트닝, 마가린(夏季用)은 (주) 롯데삼강으로부터 입수하였으며,

Corresponding author: Hye-Kyoung Lim, Department of Food and Nutrition, Dongduck Women's University, Hwa-wolgok-dong, Sungbuk-gu, Seoul 136-714, Korea

버터(서울우유)는 시판하는 것을 구입하여 사용하였다.

에스테르교환 라아드의 제조

라아드에 대한 에스테르교환은 Wada와 Koizumi⁽⁶⁾, Park 등⁽⁶⁾의 방법에 따라 28% sodium methoxide/methanol을 시료에 대해 0.5% 촉매로 하여 이루어졌다. 라아드를 반응조에 취하여 85°C를 유지하며 촉매를 가하여 30분간 반응시킨 후 용매추출 하였다. 이어서 탈색과 탈취공정을 거친 후 시료로 이용하였다.

시료유지의 이화학적 분석

유지에 대한 이화학적 분석은 일본기준유지분석법에 준하여 실험하였다. 라아드, 에스테르교환 라아드, 쇼트닝은 가열용융하여 사용하였다. 마가린과 버터는 가열용융후, 유지부분에 대하여 실시하였다.

시료유지의 지방산 조성 및 트리글리세리드 조성

시료유지의 지방산 조성은 methanolysis 후에 GLC (Hewlett Packed 5890 series II)로 분석하였다. GC분석은 Supelco WAXTM 10이 충전된 column(30m, 직경 0.32 mm)을 사용하여, column oven temp. 170°C, inj. temp. 260°C, det. temp. 280°C, carrier gas(N₂) 25 ml/min의 조건으로 분석하였다. TG조성은 TG내에 총탄소수(carbon number, CN)에 의해 GLC(Shimadzu 9GA)로 분석되었다. Column(0.5m, 직경 0.3 cm)의 충전제로 Dia-solid Z.T. 80~100 mesh를 사용하였다. Column oven temperature를 220~335°C에서 5°C/min 가온하며, inj. temp. 350°C, det. temp. 350°C, carrier gas(N₂) 50 ml/min로 분석하였다.

라아드와 에스테르교환 라아드의 냉각곡선

라아드와 에스테르교환 라아드의 물리적 성질을 비교하기 위하여 냉각곡선을 측정비교 하였다. 완전히 용해시킨 시료를 Shukoff관(직경 19 mm, 시료관 30 mm)에 취하여 5°C의 수욕 상에서 냉각되어지는 유지의 품온을 측정하였다⁽⁷⁾.

시료유지의 고체지 함량

각 시료유지의 고체지 함량(solid fat content, SFC)⁽⁸⁾은 Minispec PC 120 NMR(Bruker, West Germany)장치를 이용하였다. 시료 유지를 NMR관에 취하여 60°C에서 30분간 용융시킨 다음, 0°C에서 1시간 aging 하였다. 이것을 각 측정온도에서 30분간 aging 한 후 NMR Pulse법으로 분석하여 그 백분율을 SFC로 나타내었다. 각 시료유지의 SFC는 10~45°C의 온도범위에서 5°C 간격으로 측정하였다.

시료유지의 consistency

가열용융한 시료유지를 20°C에서 aging하여 각 측정온도에서 1시간씩 숙성한 후 consistency를 측정하였다.

다. Texturometer(CR-150 Sun Rheometer)에 corn 모양의 plunger(직경 2 cm, 높이 1.7 cm)를 장착하여, table speed 60 mm/min, chart speed 1 mm/min, maximum graph size 15,000g의 범위에서 consistency를 측정 비교하였다⁽¹⁰⁾.

시료유지별 크림의 제조

라아드와 에스테르교환 라아드는 10°C 수욕상에서 유동상이 될때까지 균일하게 저어준 다음 -20°C에서 급속 냉동시켰다. 이후 상온에서 24시간 tempering하여 크림 제조에 이용하였다. 기타 각 시료유지는 제품화된 상태이므로 그대로 이용하였다. 준비된 각 시료유지를 500g 취하여 Kenmix(Major, England)의 speed 4로 크림을 제조하였다.

시료유지의 크림성과 크림의 비중

Over run은 원뿔형의 용기에 크림을 취해서 그 무게로부터 다음과 같이 산출하여 크림성의 경향과 최대 크림성에 요하는 시간을 비교하였다. 시간별 각 크림의 품온은 크림제조 0분부터 5분 간격으로 크림의 중심부에 온도계를 꽂아 측정하였다. 크림의 비중은 각 시료유지의 최대 over run일 때의 크림을 길게 일정한 용기에 취해 무게를 측정하여 산출하였다.

$$\text{Over run}(\%) = \frac{A - B}{B} \times 100$$

- A : 일정용적의 시료의 무게
- B : 동용적의 크림의 중량

크림에 대한 관능검사

각 크림에 대한 관능 검사는 각 유지에 대하여 최대 over run의 상태로 크림을 제조하여 약 24°C에서 1일 보관후 실시하였다. 훈련된 8명의 관능검사원을 통하여 크림의 조직, 광택, 끈기, 굳기, 구용성(口溶性) 등에 대해 비교분석하였다. 각 항목에 대해 아주좋다 5, 좋다 4, 보통 3, 나쁘다 2, 아주 나쁘다 1의 점수로 평가비교하였다. 각 항목의 관능평가결과에 대한 시료간의 차이를 검정하기 위하여 통계처리하는 분산분석(ANOVA)을 하였다.

Table 1. Physicochemical property of several fats

Fat	Acid value (KOHmg/g)	Peroxide value (meg/kg)	Iodine value (g/100g)	Melting point(°C)	
				SPT ⁽²⁾	RPT ⁽³⁾
Lard	0.03	4.4	58.7	26.7	32.2
RI-Lard ⁽¹⁾	0.04	0.7	60.0	29.8	31.1
Shortening	0.06	0.7	62.2	29.3	37.1
Margarine	0.24	1.5	68.1	35.0	38.7
Butter	1.12	0	34.4	23.1	32.4

¹Random interesterified lard

²Slipping point

³Open tubed melting point

결과 및 고찰

시료유지의 이화학적 성질

각 시료 유지의 이화학적 분석 결과는 Table 1에 나타난 바와 같다. 유지의 물리적 특성을 나타내는 융점의 경우, Slipping point(이하, SPT)는 라아드 26.7°C, 에스테르교환 라아드는 29.8°C로 3.1°C 상승된 반면, 상승융점(Open tubed melting point, 일명 RPT)는 라아드 32.2°C와 31.1°C로 에스테르교환 라아드가 1.1°C 감소하였다. 연구보고된 바에 따르면 라아드는 에스테르교환으로 SPT와 RPT가 상승되었다고 하는데, 본 실험의 경우 SPT 측정에서만 상승을 보여 뚜렷한 경향을 나타내지는 않았다. 한편 융점을 Fig. 2의 SFC와 비교해 볼때, RPT 보다는 SPT가 시료간에 있어 유사한 상관관계가 있는 것으로 나타났다.

시료유지의 지방산 조성 및 트리글리세리드 조성

시료유지의 주요지방산은 oleic acid와 palmitic acid였다. 에스테르교환 라아드의 지방산 조성은 C12 : 0 2.5%, C14 : 0 0.9%, C16 : 0 24.3%, C16 : 1 2.0%, C18 : 0 11.9%, C18 : 1 43.2%, C18 : 2 9.3%로, C18 : 0, C18 : 1, C18 : 2의 함량은 총지방산중 64.4%이었으며, 에스테르교환에 따른 지방산 조성에는 차이를 보이지 않았다(Table 2).

에스테르교환 라아드의 주요 TG조성은 CN48 8.2%, CN50 14.7%, CN52 28.8%, CN54 20.2%로 이들 함량은 총 TG의 71.9%를 차지하였다(Table 3). CN48과 CN50의 구성비합과 CN52와 CN54의 구성비합을 비교해 보면

22.9%와 49%로서 CN52와 CN54의 구성비합이 약 2배에 달하였다. 에스테르교환에 의한 라아드의 TG조성은 큰 차이를 보이지 않는다고 보고되었다⁽⁴⁾. 그러나, 본 실험에서 CN52의 경우 라아드 52.1%에서 에스테르교환 라아드 28.8%로 약 1/2로 감소되었으며, CN52와 CN54를 제외한 기타 CN들의 TG 구성비는 증가하였다. 그러므로 에스테르교환 라아드의 TG 조성에서 가장 비율이 높았던 CN52가 크게 감소하고 기타 다른 TG의 비율이 증가됨으로써, 에스테르교환에 따른 지방산의 무작위화가 일어났음을 알 수 있다. 이와 같은 지방산의 재배열에 의해 SPT, RPT, SFC, 냉각곡선, consistency 등의 측

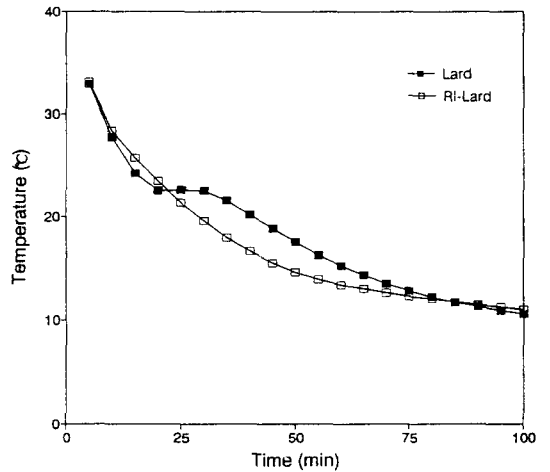


Fig. 1. Cooling curve of lard and interesterified lard

Table 2. Fatty acid composition of several fats

Fat	Fatty acid														
	6:0	8:0	10:0	12:0	14:0	16:0	16:1	17:0	17:1	18:0	18:1	18:2	18:3	20:0	20:1
Lard	0.4	0.4	2.7	2.4	0.1	24.3	1.9	0.4	0.3	11.9	43.1	9.4	0.2	0.2	0.7
RI-Lard ¹⁾	0.4	0.4	2.7	2.5	0.1	24.3	2.0	0.4	0.3	11.9	43.2	9.3	0.2	0.2	0.7
Shortening	0.2	0.1	1.2	2.0	0.2	25.9	1.1	0.5	0.2	9.8	40.9	14.0	1.1	0.4	0.4
Margarine	0.1	0.1	0.8	3.1	0.1	26.9	2.4	0.2	0.1	8.3	33.5	12.6	0.1	1.3	2.3
Butter	1.1	2.8	3.5	11.1	1.0	29.9	1.5	0.6	0.2	12.4	26.1	3.0	0.2	0.2	0.2

¹⁾Random interesterified lard

Table 3. Triacylglycerol composition of several fats

Fat	Carbon number																	
	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62
Lard			0.9	1.3	2.1	1.5	0.7	0.5	0.5	0.8	2.9	14.1	52.1	22.1	0.2			
RI-Lard ¹⁾			1.1	2.1	5.9	6.1	0.9	1.5	2.7	4.8	8.2	14.7	28.8	20.2	2.5			
Shortening			0.4	0.7	1.3	1.1	0.3	0.2	0.2	1.0	5.1	19.7	36.1	33.7				
Margarine			0.4	0.6	1.7	1.5	0.4	0.3	0.6	1.6	4.8	18.3	31.2	25.5	6.3	3.8	2.1	0.9
Butter	0.7	1.2	2.5	5.7	10.7	13.1	10.7	7.0	6.2	6.7	8.2	10.8	10.6	5.8				

¹⁾Random interesterified lard

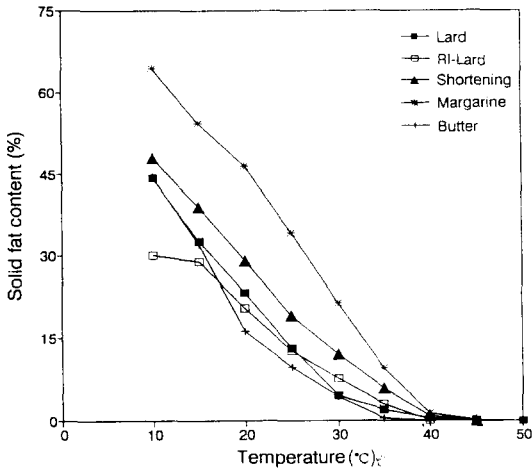


Fig. 2. Change on solid fat content of several fats at temperature level

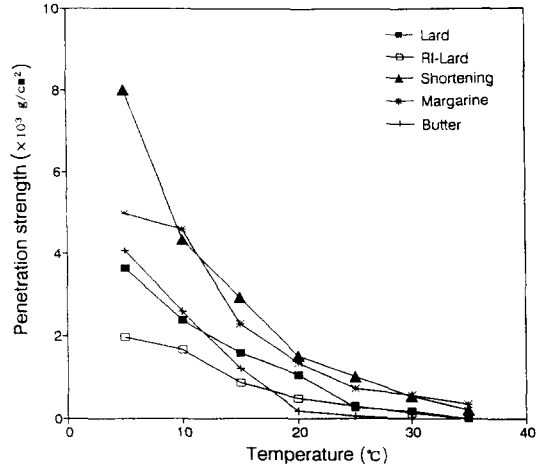


Fig. 3. Change on consistency of several fats at different temperature

정결과에 있어서도 에스테르교환 라이드는 라이드와는 다른 물리적 특성을 나타내었다.

라이드와 에스테르교환 라이드의 냉각곡선

라이드와 에스테르교환 라이드에 대한 냉각곡선은 Fig. 1과 같다. 라이드는 냉각처리에 따라 온도가 감소하지만 22.4°C 에서 다시 상승하여 냉각곡선에 피크를 형성하였다. 반면에 에스테르교환 라이드는 이러한 특이한 피크가 없이 냉각에 따라 온도가 저하하는 경향을 나타냈다. 냉각곡선의 결과는 이미 보고된 연구결과와 일치하였으며, 라이드에 에스테르교환이 일어났음을 시사하였다.

시료유지의 고체지 함량

에스테르교환 라이드 및 각 유지의 SFC는 Fig. 2와 같았다. 각 시료유지는 온도의 상승에 따라 SFC가 저하하였다¹⁴⁾. 상온 20°C 에서 라이드, 에스테르교환 라이드, 쇼트닝, 버터의 SFC는 16~30의 범위에 존재하지만, 마가린은 SFC 40으로 높은 함량을 보였다. 고체유지의 작업성은 SFC 15~25일 때 가장 좋으며, 각 시료유지의 SFC 15~25°C 의 온도범위는 라이드가 19~24°C, 에스테르교환 라이드 17.5~23.5°C, 쇼트닝 22~27.5°C, 마가린 28.5~32.5°C, 버터 17.5~21°C 로서 라이드, 에스테르교환 라이드, 버터는 상온에서 그 작업성이 좋았으나, 쇼트닝과 마가린은 이 보다 높은온도 범위로서 하계용 유지에 적합할 것으로 판단되어진다. TG 분석 결과에서 나타난 바와 같이, 라이드는 에스테르교환에 의해 TG 구성비가 변화함으로써 온도별 SFC에 큰 영향을 주었다. 에스테르교환 라이드는 25°C 이하를 전후하여 그 이상의 온도에서는 SFC가 라이드보다 높아서 온도의 변화에 따른 SFC의 변화가 라이드보다 작았다. 즉, 반고체상을 유지하면서 작업성이 양호하다고 판단

되는 SFC 5~30을 기준으로 하여 이에 해당하는 온도 범위를 비교해 보면, 라이드 16~30°C, 에스테르교환 라이드 10~33°C 로서 저온부와 고온부가 각각 6°C, 3°C 씩 증가하였다. 가소성이 좋은 유지는 쇼트닝성과 크림성이 향상된다. 에스테르교환에 의해 라이드는 가소성범위가 증대되었으며, 특히 저온에서의 SFC가 낮아짐으로써 겨울철 사용이 편리할 것으로 판단되었다.

시료유지의 consistency의 변화

consistency는 SFC, 고체지결정의 크기와 성질, 고체지중 액상부의 점도, tempering의 유무에 따라 크게 영향을 받는다¹²⁾. 즉, 고융점의 유지가 배합되면 저융점의 유지일때 보다 consistency가 커지며, 동일한 TG 구성의 유지라도 tempering으로 고체지결정이 β'형이 되거나 고체지 결정이 미세할수록 consistency는 커진다. 시료유지에 대한 온도별 consistency는 Fig. 3과 같다. 에스테르교환 라이드는 라이드에 비하여 각 온도별 consistency가 낮았으며 감소경향도 완만하였다. 이것은 에스테르교환에 의해 라이드의 SFC가 감소되는데 기인한다고 볼 수 있다. SFC 40~50에서는 유지가 가소성을 상실하게 되는데, SFC 30일 경우 시료유지의 consistency를 비교해 보면 라이드 1200, 에스테르교환 라이드 1650, 쇼트닝 1650, 마가린 600, 버터 1100(g/cm²)이었다. 에스테르교환 라이드는 5°C 에서도 1970(g/cm²)로서 비교적 낮았으며, 이는 약 12.5°C 라이드의 consistency에 해당된다. 따라서 에스테르교환 라이드는 라이드에 비하여 온도의 변화에 따른 유지의 경연(硬軟)의 변화가 작을 뿐만 아니라, 특히, 저온에서의 가소성범위가 증대됨으로써 겨울철용 유지원료로서의 활용도가 기대된다.

각 시료유지의 크림성과 크림의 비중

각 유지에 대한 크림성은 over run으로 측정하여 나

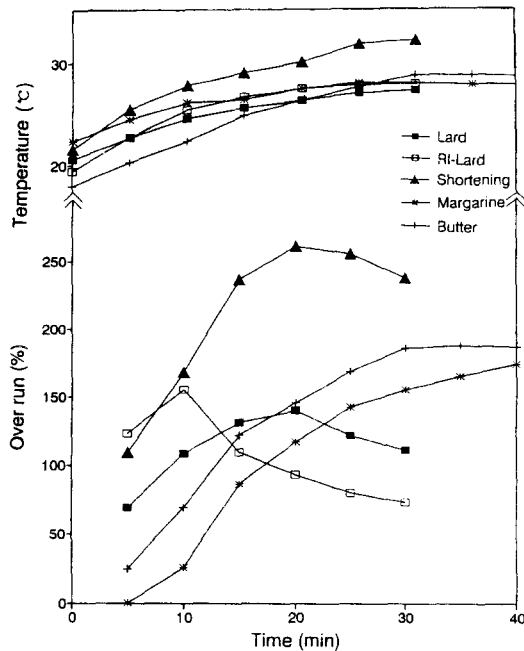


Fig. 4. Change on over run in several fats at different time

타내었다(Fig. 4). 크림용 유지는 200% 이상의 over run을 나타낼때 우수한 것으로 평가하고 있다. 각 시료유지의 최대 over run에 이르는 시간과 크림성을 비교해 보면, 라이드 20 min. 140%, 에스테르교환 라이드 10 min. 155%, 쇼트닝 20 min. 260%, 마가린 40 min. 174%, 버터 35 min. 188%로서 쇼트닝이 가장 우수하였으나, 라이드와 에스테르교환 라이드는 over run이 우수하지는 못하였다. 그러나 에스테르교환 라이드는 다른 유지에 비해 쉽게 최대 over run에 도달하였다. 라이드는 에스테르교환에 의해 최대 over run이 크고, 그 시간도 1/2로 단축됨으로써, 크림성이 향상된 것으로 나타났다. 이는 결정형이 β 형에서 β' 형으로 그 결정이 작아지고 조도는 증가하였기 때문에 크림성이 좋아진 것으로 볼 수 있다⁽¹²⁾. 성분이 유사한 라이드, 에스테르교환 라이드, 쇼트닝의 경우 최대 over run에 해당하는 품온에서 SFC는 각각 10.5%, 11%, 11%로 비슷한 함량을 보였다. 이것은 시료유지가 상당부분 고체상에서 유동상으로 전환하는 시점에서 크림의 최대 over run이 나타나는 것으로 생각되어진다.

크림성과 관련하여 크림의 비중은 icing value라는 명칭으로서 흔히 크림의 양·불량을 판단하는 기준이 된다. 각 시료유지의 최대 over run에서 측정된 비중은 라이드 0.4, 에스테르교환 라이드 0.3, 쇼트닝 0.3, 마가린 0.6, 버터 0.4(g/cm^3)이었다. 비중이 작을수록 양호한 icing value로서 판단되는데 비중 0.72이상은 크림으로써 부적합하다. 따라서, 본 실험에 사용된 모든 시료유지는

Table 4. Sensory evaluation on several characteristics for cream made with fats

Characteristics	Lard	RI-Lard ¹⁾	Shortening	Margarine	Butter
Texture	4.50 ^{a2)}	3.00 ^b	4.00 ^a	2.00 ^c	3.14 ^b
Polish	4.75 ^a	3.13 ^b	2.88 ^b	1.50 ^c	3.14 ^b
Viscosity	1.57 ^c	2.50 ^b	2.50 ^b	4.25 ^a	4.00 ^a
Firmness	1.38 ^d	2.63 ^c	3.57 ^b	4.88 ^a	3.50 ^b
Solubility	3.83 ^a	2.88 ^b	2.88 ^b	2.14 ^b	4.13 ^a

¹⁾Random interesterified lard

²⁾Same letters within same row represent non-significant different at 5% level.

양호한 icing value를 가져 크림용으로 적합하였다.

크림에 대한 관능검사

각 시료유지를 최대 over run상태로 크림을 제조하여, 조직, 광택, 끈기, 굵기, 구용성에 대하여 조사한 결과는 Table 4와 같다. 굵기와 구용성은 시료유지의 SFC에 영향을 받는 것으로 나타났다. 채운부근에서 SFC가 낮은 라이드나 버터는 구용성이 좋았던 반면, 에스테르교환 라이드, 쇼트닝, 마가린은 다소 떨어졌다. 버터의 경우, 크림제조 완성온도인 25~30°C의 SFC가 라이드 보다 낮음에도 불구하고 굵기가 라이드 보다 양호한 것은 끈기가 우수했기때문으로 생각된다. 모든 조사항목에 있어서 비교적 좋은 평가를 받은 유지는 쇼트닝과 버터였다. 라이드로 제조한 크림은 조직, 광택, 구용성에서는 우수하였으나, 크림의 끈기와 특히 굵기면에서는 아주 불량하였다. 그러나 에스테르교환 라이드로 제조한 크림은 라이드의 크림보다 조직, 광택, 구용성이 다소 떨어졌으나 끈기, 굵기가 향상됨으로써, 각 항목별 관능검사 결과가 라이드의 크림보다 전반적으로 균등하게 평가되었다. 에스테르교환에 의하여 라이드의 고체지결성이 미세해지고, 고온부의 SFC가 라이드보다 다소 증가됨으로써 끈기와 굵기가 향상된 것으로 판단된다.

요 약

라이드의 크림성 향상에 대한 에스테르교환의 효과를 검토하기 위하여 시료유지의 이화학적 성질, 고체지 함량, consistency, 크림성을 측정하고, 크림에 대한 관능검사를 실시하였다.

에스테르교환 라이드는 SFC 5-30의 온도범위가 10~33°C로서 라이드 16~30°C에 비하여, 저온부와 고온부가 각각 6°C, 3°C씩 증가하였다. 에스테르교환 라이드는 라이드에 비해 각 온도별 consistency가 낮았으며, 10°C 이하의 저온에서도 약 2000 g/cm^3 로서 급격한 증가가 없었다. 에스테르교환 라이드의 크림성은 155%로서 라이드 140%보다 증가했으며, 최대 over run의 소요시간이 1/2로 단축되어 크림성이 향상되었다. 최대 over run에서

크림의 관능평가 결과, 에스테르교환 라이드로 제조한 크림은 라이드의 크림보다 조직, 광택, 구용성은 다소 떨어졌으나, 굳기, 굳기가 개선되었다.

이상의 결과로 볼때, 라이드는 에스테르교환에 의해 크림성이 향상되었으며, 특히 저온부의 가소성 범위가 증대됨으로써 겨울철 크림용 가공원료유지에 더욱 적합할 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구를 수행함에 있어서 많은 도움을 주신 고려대학교 대학원 식품공학과 식품화학 실험실과 (주)롯데삼강 품질관리과 여러분께 감사드립니다.

문 헌

1. 松井宣也：エステル交換反應とその食用油脂工業への利用. 油化學, **28**, 680(1979)
2. Filler, L.J., Jr., F.H. Mattson and Fomon, S.T.: Triglyceride configuration and fat absorption by the human infant!. *J. Nutr.*, **99**, 293(1969)
3. 阿部芳郎：油脂・油糧ハンドブック. 幸書房, 東京, pp.

- 424-427(1983)
4. 김명애：에스테르화 라이드가 파이 껍질 제조에 미치는 영향. 한국식품과학회지, **24**(6), 251(1992)
5. Wada, S. and Koizumi, C.: Influence of the position of unsaturated fatty acid esterified glycerol on the oxidation rate of triglyceride. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **60**(6), 1105(1983)
6. Park, D.K., Terao, J. and Matsushita, S.: Influence of interesterification on the autoxidative stability of vegetable oils. *Agric. Biol. Chem.*, **47**(1), 121(1983)
7. 日本油化學協會：基準油脂分析試驗法, 2.3.5.2-71, 東京(1977)
8. 柳原昌一：食用固型油脂. 建帛社, pp.38-39(1981)
9. British Standard Institute Method. No. BS 684 (1976)
10. Kim, M.A., Uenaka, Y., Kamishikiryo, H., Matoba, T. and Hasegawa, K.: Relationship between the physical properties of cookie and the consistency of oil used. *日本家庭學會誌*, **39**, 1255(1985)
11. Young, F.V.K.: Palm kernel and coconut oils: Analytical characteristic process technology and uses. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **60**(2), 374(1983)
12. 柳原昌一：食用固型油脂. 建帛社, pp.21-26, p.98(1981)

(1993년 9월 16일 접수)