

유지류의 Shortening 기능

연세대학교 식생활과

손 경 희 · 오 혜 숙

I. 서 론

유지류는 밀가루 반죽내에서 다양한 기능을 함으로써 식품의 품질에 중요한 영향을 미친다. 이러한 기능은 유지류가 갖는 연화 작용(shortening or tenderizing effect), 가소성(pasticity), 크림성(cream ability) 및 유화와 분산 능력에 기인된다^{1,2)}.

제빵, 제과시 사용되는 유지류는 제품의 종류에 따라 각기 다른 성상의 것이 사용되며, 그 예로써 고급 식빵이나 roll 류에는 풍미가 좋은 butter 나 margarine 이, pie 와 Danish pastries 등에는 적당한 가소성을 갖는 유지류가, filling 용으로는 열에 의한 변성이 잘 안되고 풍미가 좋은 제품이 바람직하다³⁾. 이러한 유지류 중 식품 제조시 주로 이용되는 것으로는 butter 와 margarine, lard, 그리고 shortening 을 들 수 있다. 현재에 들어와서 baked product 제조에서 가장 널리 그리고 빈번히 사용되는 유지류가 shortening 이다. 과거에는 각 제품의 특성을 최대로 하기 위해 butter, lard, chicken fat 등이 적절히 사용되었고 shortening 의 용도는 극히 제한되었다^{4,5)}. 그러나 현재에 이르러 제조 공정의 개발 및 발전에 힘입어 각 용도에 맞는 다양한 종류의 shortening 이 개발되고 있는 실정이다. 주요 제조공정은 다음과 같다^{2,4,5)}.

· Hydrogenation……고체화시키는 과정으로 가소성을 증가시키고 용점을 조절할 수 있다.

· Centrifugation……유지를 구성하는 지방산의 종류에 따라 heavy fraction 과 light fraction 으로 분리하는 과정으로 유지류의 경도와 용점을 증감시킬 수 있다. 冬油(winterized oil)는 heavy fraction 을 제거하여 용점을 낮춤으로써 냉장 온도에서도 고체화되지 않도록 한 것으로서 salad oil 용으로 사용할 수 있다.

· Interesterification……유지류의 분자 구조를 재배열하는 과정이며, 크림성과 가소성을 조절하는 것이 주목적이다.

· 기타 공정……포백, 탈색, 탈취 및 향신료나 향산화제의 첨가 과정 등이 속한다.

또한 계면 활성제(surfactant)의 첨가로 새로운 유형의 제품이 계속 개발되고 있으며 나아가 계면활성제를 사용함으로써 고체 지방 대신 액체유의 이용에 대한 연구가 경제성 및 작업성의 증가 등의 측면에서 광범위하게 진행되고 있다⁶⁻⁸⁾. 아울러 encapsulated shortening powder 가 개발되어 반죽성, 기타 다른 재료의 안정성 및 분산 능력 그리고 지방산의 산화 방지 효과를 향상시켜 cake 의 품질을 개선하려는 노력도 있어 왔다⁹⁾.

II. Shortening 의 일반적 성질

Shortening 은 특히 baked product 의 하나의 기본 재료로서 다음과 같은 성질을 갖는다^{1,2,6)}.

1) 연화 작용(Shortness or Tenderizing effect)

밀가루 반죽의 망상 구조를 끊어 주거나 형성을 억제하는 성질로 대개 유지류를 사용하여 만든 제품의 breaking strength 를 측정하여 나타낸다. 천연 고체 지방중에서는 일반적으로 lard 가 가장 좋은 shortening 가(價)를 갖는데 이는 lard 의 지방 결정 구조의 특징 때문이다. 반면 액체유는 그의 표면 장력에 의해 구형의 입자를 형성하기 때문에 서로 연결되지 못하고 따라서 shortening 효과는 떨어진다.

2) 가소성(Plasticity)

가소성이란 고체 지방이 어느 정도 이상의 힘을 받으면 그 energy 를 흡수하여 마치 액체와 같이 변형하는 성질로서, 이러한 성질은 유지에 적당한 비율로 고체상과 액체상이 공존하며, 특히 고체상은 유지입자끼리의 응집력에 의해 서로 결합하여 큰 덩어리를 이

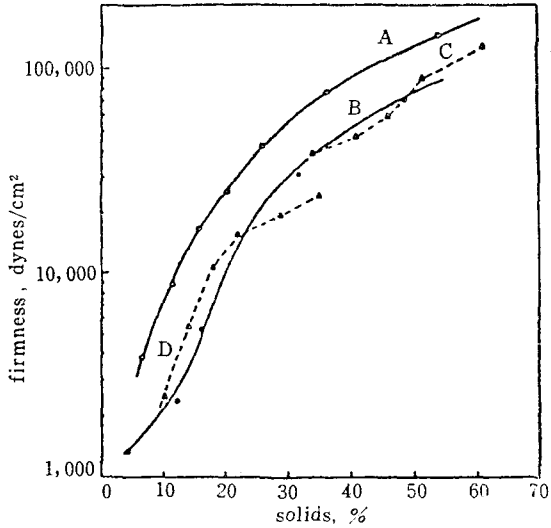


Fig. 1. Relationship Between Firmness and Solids Content of Plastic Fats
 A-Blend of two fats differing greatly in hardness, at 16°C. B-Same samples at 28°C. C-Blend of two fats differing little in hardness, at 16°C. D-Same samples at 28°C

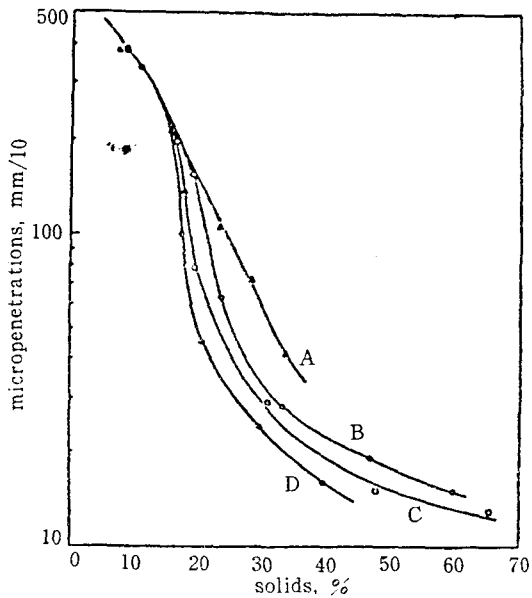


Fig. 2. Micropenetration of Fats as a Function of Solids Content
 A-Lard. B-Partially hydrogenated oil. C-Oleo oil. D-Shortening.

루지 않고 미세한 입자로 분산되어 있을 때 갖게 된다. 따라서 가소성은 유지 중 고체 지방 함량이 15~25%

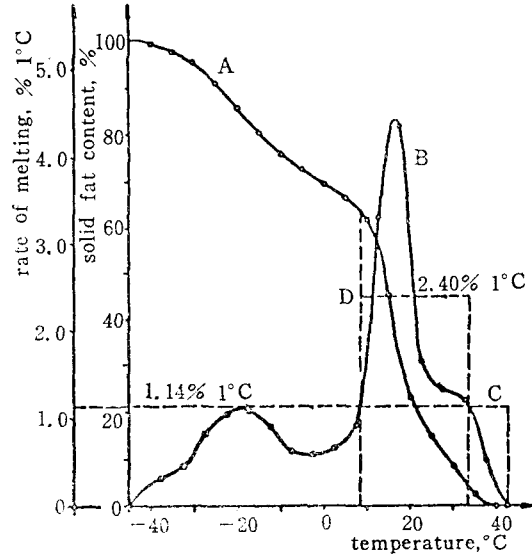


Fig. 3. Melting Behavior of Winter Milkfat
 A-Solid fat content. B-Rate of melting in percent per °C. C-Average rate of melting. D-Above-average rate of melting.

Table 1. Bakery Shortening Profiles

	High stability	All purpose
SFI	50 F	38~42
	70 F	24~28
	80 F	20~24
	92 F	8~12
	104 F	4~7
Melting point(F)	109	119

정도일 때 가장 바람직하며 너무 적으면 액체와 같은 유동성을 띠고, 40~50% 이상이 되면 딱딱한 고체 형태를 취하여 외부에서 힘을 가할 때 부서지게 된다. 유지는 온도 상승시 액체로 변하므로 고체 지방의 함량은 온도에 따라 달라지며 이러한 고체 지방과 온도와의 관계를 나타낸 것이 solid fat index (SFI)이다¹⁰⁾. 이의 측정은 일반적으로 penetration 기법을 이용하게 된다¹⁰⁾. 그림 1~3과 표 1은 위와 같은 일련의 관계를 나타낸 것이다. 또한 유지 특히 고체지방의 입자 크기도 가소성에 영향주는 요소로서 입자의 크기가 작을수록 가소성이 커진다. 따라서 고체 지방 함량이 적당히 높고 입자의 크기를 작게 할수록 유지의 consistency가 증가하고 그 결과 가소성이 증가되는 것이다.

3) 크림성(Cream ability)

크림성이란 지방이 공기를 함유하는 능력을 의미하며 이의 크기는 cream 價로 표시한다. Cream 가란 지방과 기포를 포집하여 cream 으로 된 후의 용적비(比)나 지방 100 g 중에 함유된 공기의 부피(ml)로 나타낸다. Cream 형성능력은 유지의 조성 지방의 결정 상태, tempering 여부에 따라 달라진다. 유지 조성이 단순한 것 보다는 다양할수록 consistency 가 증가하고 결정의 크기가 미세할수록(β' -crystal) 기포 보유능력이 커진다. Tempering 이란 유지의 지방 결정 배열을 변화시켜 결정 구조를 안정시키는 조작으로 27°C 정도에서 숙성시키므로써 저 융점 결정(low-melting particle)을 액체로 만든 후 다시 방냉 과정에서 고 융점(high-melting) 결정핵에 흡착시키는데 이렇게 하여 형성된 구조는 내부의 결정핵 부위가 단단하며 외부는 부드럽고 안정한 결정체가 된다(그림 4). 미세한 β' 형의 결정도 tempering 과정이 없으면 결정 구조가 불안정하여 크림 형성 능력은 떨어진다.

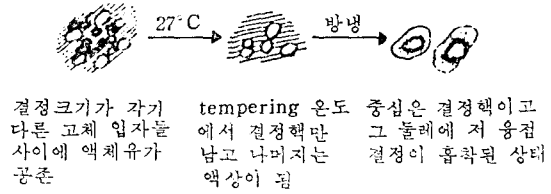


Fig. 4. Tempering 시의 변화

III. Shortened Cake 과 Pastry 에서의 Shortening 기능-Shortening Power^{2, 5, 11)}

유지류의 연화 작용은 shortened cake 이나 pastry 에서 중요한 특징으로 설탕도 이러한 효과를 갖는다⁵⁾. 그러나 두 성분의 작용 기전은 전혀 다른 것으로 설탕의 경우에는 그 자체의 흡습성 때문에 밀가루 단백질과 물에 대해 경쟁함으로써 단백질의 수화를 억제하고 따라서 gluten 형성이 저해되며, 또한 굽는 동안에도 밀가루 단백질과 달걀 단백질의 응고온도를 높임으로써 연화 작용을 나타낸다. 이에 반해 유지류는 반죽시 gluten 형성을 방해함으로써 연화 효과를 갖는데 이는 gluten 표면에 유지가 흡수되어 얇은 막을 형성하면서 그 결과 gluten 의 수화 정도를 감소시키고 결국 gluten 망상 구조의 형성을 억제하는 것이다^{5, 11)}.

Shortening power 는 유지류의 종류에 따라 매우 다르며 밀가루 표면에 분산되는 정도가 클수록 증가한다. 유지류의 분산능력은 유지류 자체의 특성 뿐 아니라 사용량, 사용시의 온도 및 반죽 정도에 따라서 영향 받는다.

우선 유지류 자체의 특성으로는 극성의 크기(polarity)와 가소성을 들 수 있는데 일반적으로 인산염이나 이중 결합등의 존재로 극성이 큰 유지일수록 밀가루 단백질이나 전분과 잘 결합할 수 있으며 그러므로 유지에 의해 포위되는 면적도 넓어지게 된다. 또한 지

Table 2. Practices Found to Affect Breaking Strength of Pastry

	Breaking Strength of Pastries Made With:	
	Prime Steam-Rendered Lard (Ounces)	Hydrogenated Lard (Ounces)
Time of maxing fat and flour(minutes)		
2.5	8.44	11.15
3.0	7.88	11.01
3.5	7.93	10.04
Time of mixing water with fat-flour(seconds)		
15	7.34	9.01
30	8.68	13.77
45	9.10	12.21
Time after mixing before rolled		
Immediately	8.10	
30 minutes	9.77	
2 hours	11.12	
24 hours	10.54	
Age of pastry before testing (hours)		
1/2	8.34	10.32
1	8.38	11.79
2	8.60	11.92
4	8.56	12.60
24	8.26	11.34

방의 사용량이 증가할수록 연화 효과는 크며 제품내 지방의 함량이 충분히 많다면 유지의 특성에 따른 차이는 나타나지 않게 된다. 매개의 plastic fat 에는 액상과 고상이 동시에 들어 있으며 고온에서 사용할 경우 고체상이 용해되어 가소성이 증가하게 되고 결과적으로 밀가루에 고루 분산되기 쉬워진다. 고 융점지

방이 많은 유지류는 연화 효과가 적은데 이는 지방이 분산되기 이전에 gluten이 물을 흡수하여 이미 망상구조를 형성하기 때문이다. 한편 plastic fat은 creaming, cutting, stirring 등의 조작에 의해 부드러워지고 퍼짐성 역시 증가하는데 이러한 과정은 반죽하는 동안 개입되는 작업이다. 따라서 유지류의 연화 작용은 반죽 과정에 의해 상당한 정도 영향받게 되는데 반죽 정도가 적당하고, 액체성분 첨가 후 적게 저어줄수록 그리고 반죽을 rolling 할 때까지의 시간 경과가 짧을수록 증가한다. 그러나 모든 재료의 온도를 실온까지 높인 상태에서 액체 성분을 가하면 유지류의 가소성이 증가되어 있기 때문에 mixing 시간이 길어져도 연화 효과는 거의 영향 받지 않는다(표 2)¹¹⁾.

IV. Shortening Power의 측정

Shortened cake, cookie, pastry에서는 tenderness가 가장 중요한 특성이며 이는 첨가되는 유지류의 gluten형성을 억제하는 기능, 즉 shortening 효과로서 나타난다. 여러 연구에서는 그 연구 목적에 따라 객관적인 평가 방법과 관능적 평가법등 각기 다른 방법을 사용하여 tenderness 정도를 판단하고 있다. 객관적 평가시에는 Instron, Texturometer, Warner-Bratzler shear tester 및 shortometer 등의 기구를 통해 breaking strength를 재고 이 값으로부터 tenderness를 비교 평가하게 된다. 이들 중 shortometer는 1934년 Baily가 고안해 낸 것으로 측정법이 간단하고 Kramer shear 등 다른 기계적 측정치나 관능검사 결과와 높은 상관 관계를 보이므로 흔히 사용된다^{10,11)}. 한편 유지류의 연화 효과는 굽기 전의 반죽의 물성을 통해서도 평가될 수 있는데 Olewnik 등¹²⁾은 Brabender Farinograph를 이용하여 cookie dough의 consistency가 낮음은 gluten형성이 억제된데 기인한다고 해석하였다.

V. 제빵시의 Shortening 기능

제빵시에는 대개 shortened cake이나 pastry보다 훨씬 적은 양의 유지를 사용하며 따라서 유지류의 기능 역시 연화 작용 이외의 효과를 내게 된다^{11,13)}. 즉 유지류의 기능은 gluten의 신장을 용이하게 하여 탄성과 기계적 내성을 보유하는 한편, gluten의 gas보유력을 증가시켜 빵의 부피를 크게 하고, 전분 벽에 부착되어 촉감을 부드럽게 하며 빵의 질감을 고르게

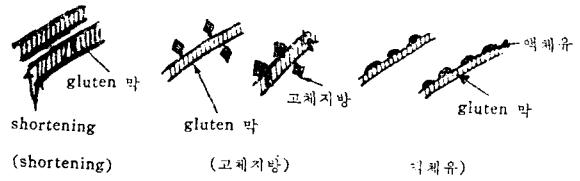


Fig. 5. 유지류의 분산 상태

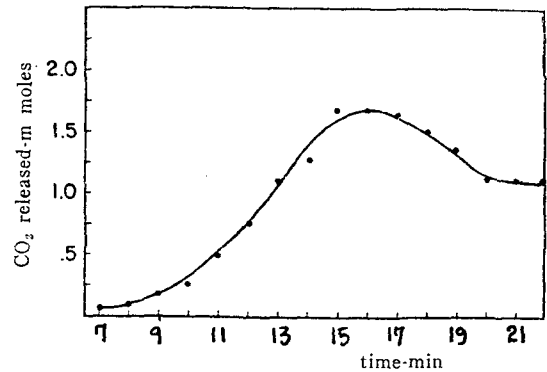


Fig. 6. Release of CO₂ as a Function of Time in the Conventional Oven Baking Procedure. The curve was the same for doughs with or without shortening.

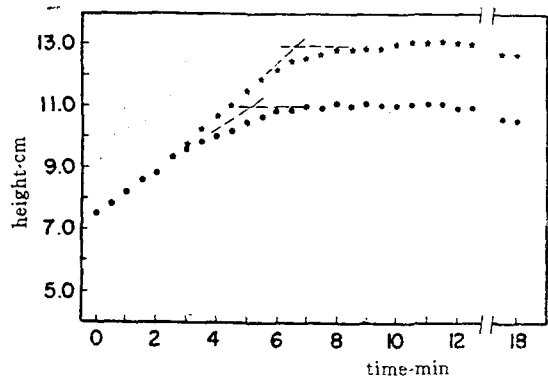


Fig. 7. Dough Height as a Function of Baking Time in the Electric Resistance oven. ★ = with 3% shortening. ● = with-out shortening.

할 뿐만 아니라 수분의 증발을 억제하여 노화를 지연시킨다. 따라서 제빵시 사용되는 유지류는 잘 퍼질 수 있는 가소성이 필요하며 대개 비가소성인 고체 지방이나 액체유 보다는(그림 5) 반죽 온도에서 적당한 SFI (25~28°C에서 15~25%)를 갖는 shortening이 사용된다.

Junge 등¹⁴⁾은 제빵시 shortening 첨가 효과가 빵의 부

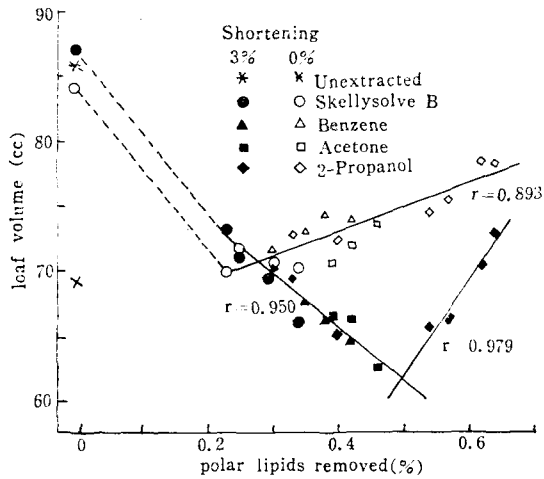


Fig. 8. The Effect of Removal of Polar Lipids on Loaf Volume of Bread Baked from Defatted Flour (containing almost no residual nonpolar lipids) with no Shortening and with 3% Shortening. The closed and open circles at 0% removal of polar lipids represent LV of breads baked with or without shortening, respectively, from flour defatted by Skellysolve B at 30°C and then reconstituted with the extracted polar lipids to the original level. The line connecting these circles is dotted because no data exist for the intermediate levels of polar lipid removal.

피의 증가로 나타나며 이는 굽는 과정 중 shortening에 의해 CO₂ gas의 손실이 억제된다는 종래의 생각을 반복할 근거를 제시하였다. 즉 빵 반죽을 재래식 oven과 electric resistance oven에서 구웠을 때 CO₂ 손실율은 shortening 첨가 여부와 무관하게 동일하였고(그림 6), 반죽 전체를 통해 균일하게 열이 전달되어 표면의 과열로 인한 수분 및 gas 증발 가능성을 배제한 electric resistance oven을 이용한 결과 반죽 자체는 굽는 동안 CO₂를 투과시키지 않았으나 다만 shortening 첨가 군에서는 고온에서도 계속 팽창됨(그림 7)을 발견하였다. 이러한 결과를 근거로 shortening의 빵의 부피 증대 기능은 전분의 호화 온도를 높여 주기 때문에 나타날 수 있다고 제안하였다. 한편 제빵시 shortening 효과는 밀가루 자체의 지방질과 밀접한 상관 관계가 있다¹⁵⁾. 즉 shortening을 가하여 빵의 품질을 향상시키고자 할 때는 밀가루 원래의 지방질이 필요하며, 특히 밀가루의 극성 지방은 필수적이다(그림 8). 또한

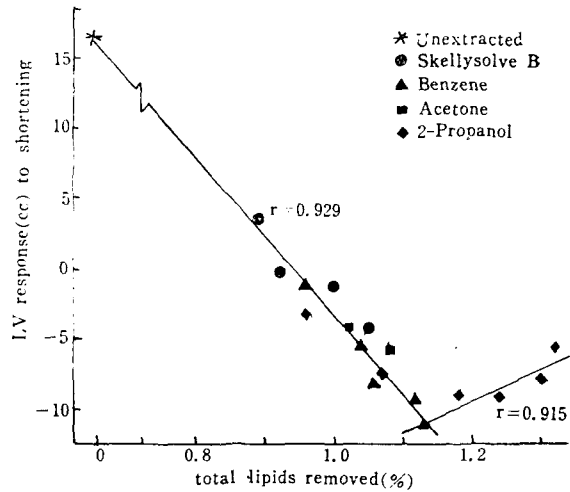


Fig. 9. The Effect of Total Lipid Removal on Loaf Volume (LV) Response to Shortening. LV response to shortening was calculated by subtracting the LV of bread baked without shortening from the LV of bread baked with shortening for comparably defatted flours.

밀가루에서 원 지방질을 많이 제거할수록 shortening 역할은 저해된다(그림 9).¹⁶⁾

VI. 요약

1. 밀가루 반죽 내에서 유지류는 gluten의 수화를 감소시키고 따라서 gluten의 망상 구조 형성을 방해함으로써 연화작용을 하게 된다. 이 결과 pastry와 biscuit, cracker류의 crispness를 증가시키고, shortened cake에 tenderness를 부여한다.
2. 유지류의 shortening power는 가소성이 커서 밀가루에 잘 분산될수록, 유지의 사용량이 많을수록, 반죽 정도가 적당할 때, 반죽을 섞는 과정에서 액체 성분 첨가 후의 짓는 정도가 적을수록 커진다.
3. Yeast-raised baked food에서 shortening 등 유지류의 역할은 빵의 용적, 탄성 및 기계적 내성을 증가시키고 노화를 지연시키며 질감을 좋게한다. 이러한 shortening의 기능은 밀가루 자체의 지방질과도 밀접한 상관 관계가 있다.

VII. 참 고 문 헌

1. 은영곤, Shortening의 특성과 품질 향상 효과, 식품 과학, 14(2), 1981, pp. 42~46.
2. 문수재, 손경희, 식품학 및 조리 원리, 수학사, 1984, pp. 154~155., pp. 179~184.
3. 崔相勛, 安在錄, 제빵 원료의 선택과 품질, 식품 과학, 18(2), 1985, pp. 21~26.
4. M.L. Duns, Palm oil in Margarine and Shortening, J. Am. Oil Chem. Soci., 62(2), 1985, pp.408~410.
5. L.H. Kotschevar, Standards, Principles, and Techniques in Quantity Food Production, 3rd ed., The Maple Press Company, York, Pennsylvania, 1974, pp. 40~407.
6. W.H. Knightly, Shortening Systems: Fats, Oils, and Surface-Active Agents—Present and Future, Cereal Chem., 58(3), 1981, pp.171~174.
7. B.L. Bruinsma and K.F. Finney, Various Oils, Surfactants, and Their Blends as Replacements for Shortening in Breadmaking, Cereal Chem., 61(4), 1984, pp. 279~281.
8. 池成圭: 제빵을 위한 첨가제의 역할과 문제점, 식품 과학, 18(2), 1985, pp. 27~33.
9. G.W. Baker, L.A. Johnson, E.W. Lusas and L.W. Rooney, Shortenings Encapsulated with Oilseed Proteins, Cereal Chem., 57(4), 1980, pp. 257~261.
10. J.M. DeMan, P.W. Voisey, V.F. Rasper and D.W. Stanley, Rheology and Texture in Food Quality, The AVI Publishing Company, Westport, Connecticut, 1976, pp. 355~381.
11. P.C. Paul and H.H. Palmer, Food Theory and Applications, John Wiley & Sons, Inc., New York, 1972, pp. 236~244.
12. M.C. Olewnik and K. Kulp, The Effect of Mixing Time and Ingredient Variation on Farinograms of Cookie Doughs, Cereal Chem., 61(6), 1984, pp. 532~537.
13. T.R. Bessler and F.T. Orthoefer, Providing Lubricity in Food Fat System, J. Am. Oil Chem. Soci, 60(10), 1983, pp. 1765~1768.
14. R.C. Junge and R.C. Hosenev, A Mechanism by Which Shortening and Certain Surfactants Improve Loaf Volume in Bread, Cereal Chem. 58(5), 1981, pp. 408~412.
15. 정옥경, 제빵 과정에 있어서 밀가루 지방질, 손트닝 및 유화제의 역할, 한국식품 과학회지, 13(1), 1981, pp. 74~89.
16. O.K. Chung, Y. Pormeranz, K.F. Finney, M. D. Shogren and D. Carville, Defatted and Reconstituted Wheat Flours. V. Bread-Making Response to Flour Differentially Defatted by Varying Solvent and Temperature, Cereal Chem., 57(2), 1980, pp. 106~110.