

계면활성제가 저장 중의 밥의 특성에 미치는 영향

김수경 · 이신경 · 신말식
전남대학교 식품영양학과

Effect of Surfactants on the Characteristics of Cooked Rice During Storage

Soo-Kyung Kim, Shin-Kyung Lee and Mal-Shick Shin
Department of Food and Nutrition, Chonnam National University

Abstract

The effects of three surfactants (SSL, Dimodan, and SE1670) on the properties of cooked nonwaxy and waxy rice during storage were investigated by sensory evaluation, instrumental test, and measurement of retrogradation degree. The results of sensory evaluation revealed that the overall quality of cooked rice was affected by textural characteristics. The addition of surfactant decreased the roughness and hardness of cooked rice, however, increased the stickiness and moistness during the storage in the order of SE, SSL, and Dimodan. In instron test, the hardness of surfactant-added cooked rice was significant lower than that of control. The addition of surfactant decreased the degree of retrogradation both in cooked nonwaxy and waxy rices.

Key words: surfactant-added cooked rice, sensory evaluation, instrumental test, degree of retrogradation

I. 서 론

밥맛은 쌀의 품질에 의해 많은 영향을 받을 뿐만 아니라^{1,2)} 밥을 짓는 용기¹⁾나 가수량²⁾, 가열방법³⁾ 등에 의해서도 영향을 받는데, 취반중에 일어나는 변화는 쌀에 물이 가해진 상태에서 가열에 의해 쌀에 함유된 전분이 호화된다. 호화된 전분은 저장 중에 노화되며 전분의 노화는 밥맛에도 많은 영향을 주어 품질저하의 원인이 된다.

빵을 저장할때 나타나는 변화도 staling이라고 하여 이에 관한 연구^{4,5)}가 진행되고 있으며 주원인이 전분의 노화, 글루텐 구조의 변형, 글루텐과 전분에서의 수분의 재분포 등으로 이해되고 있으나 아직 명확한 원인을 확인하지 못하고 있다. 빵이나 밥 등 전분질 식품의 품질의 변화에 전분이 미치는 영향이 크므로 전분의 노화를 억제하여 품질을 유지하려는 시도가 이루어지고 있다. 이러한 전분의 노화를 억제하는 방법으로 Biliaderis⁶⁾는 T_g (유리전이온도)이하의 온도나 T_m (용융온도)이상의 온도에서 보관하는 법, 수분이나 다른 물질로 T_g 를 조절하는 방법, 전분의 구조를 여러방법으로 바꾸는 방법 등을 제시하였다. 그러나 식품에 따라서는 품질을 유지하면서 수분함량을 조절하기 어려

우므로 첨가물을 넣거나 변성과정을 통해서 전분의 구조나 결합능력을 조절하는 것이 바람직하다.

첨가물질에 의한 노화억제 효과에 관한 연구가 일부 보고되고 있는데 전분에 당을 가하면 당이 물의 가소제의 역할을 억제하는 antiplasticizer로 작용하기 때문에 노화가 억제되며, 그 효과는 당의 종류에 따라 달라 자당, 포도당, 과당 순이라고 하였다⁷⁾. 그 밖에 펜토산⁸⁾이나 셀룰로오스⁹⁾ 등도 물에 의해 수화됨으로써 노화를 억제하는 것으로 보고되고 있다.

전분가수분해효소의 작용기전은 정확히 알려지지 않았으나 bacterial α -amylase를 첨가하여 노화를 억제한 빵을 제조하는 방법들이 연구되고 있는데 이는 α -amylase에 의해 생성된 당의 역할이거나 아밀로펙틴으로부터 분해된 저분자량의 branched chain polymer가 아밀로펙틴의 노화능력을 방해하기 때문으로 설명하고 있다¹⁰⁾.

빵의 제조에 지방질이나 유화제, 계면활성제를 첨가하면 이 첨가물이 아밀로오스와 복합체를 형성함으로써¹¹⁻¹³⁾ 아밀로오스의 결정화를 방해하며 같은 방법으로 아밀로펙틴의 긴 바깥사슬과도 복합체를 형성하여 전분의 노화를 억제한다¹⁴⁾.

우리나라에서는 대부분 밥을 주식으로 사용하고 있

으므로 밥맛을 향상시키려는 연구가 활발하게 진행되고 있다. 그러나 주로 쌀의 품종이나 취반조건에 관한 연구이며¹⁵⁻¹⁷⁾, 저장 중에 밥맛의 변화에 관한 연구는 황 등¹⁸⁾, 이 등¹⁹⁾ 및 최와 이²⁰⁾의 연구가 있을 뿐이다. 당이나 효소는 취반시 첨가물로 넣으면 밥맛이 나빠지므로 계면활성제나 지질유도체를 첨가하는 것이 가능하며, 빵의 경우에 소량의 계면활성제는 품질에 영향을 주지 않으면서 노화를 억제하는 것으로 알려져 있다.

그러므로 계면활성제가 저장 중의 밥의 특성에 미치는 영향을 알아보기 위해 멥쌀인 동진벼와 찰쌀인 신선벼에 가수량을 각각 1.4와 1.2배로 조절한 후, 계면활성제인 SSL, SE1670, Dimodan을 쌀 무게의 0.5% 농도로 첨가하여 취반한 다음 저장하면서 관능검사와 기계적 검사 및 노화정도를 측정하여 비교하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험 재료

멥쌀인 동진벼와 찰쌀인 신선벼를 전라남도 농촌진흥원 평동시험장에서 구입하여 사용하였다. 일반성분은 멥쌀이 수분 12.30%, 단백질 5.23%, 조지방 0.43%, 회분 0.49%였으며 찰쌀은 수분 12.80%, 단백질 6.58%, 조지방 0.51%, 회분 0.57%이었다.

2. 취반방법

멥쌀과 찰쌀 300 g을 맑은 물이 나올 때까지 수세하고 상온에서 40분간 물에 담근 후 체에 걸러 물기를 제거하였다. 가수량은 수세전 쌀무게를 기준으로 전보²¹⁾에서 가장 적당하다고 평가된 멥쌀 1.4배와 찰쌀 1.2배로 조절하여 계면활성제인 SSL(sodium stearoyl-2-lactylate, Patco products, U.S.A), SE 1670(sucrose ester 1670, Ryoto Sugar Ester, Mitsubishi-Kasei Food Co. Japan)와 Dimodan(mono/diglyceride, Grinsted products, Inc., U.S.A.)을 쌀무게의 0.5% 가하였다. 조리수에 계면활성제를 미리 분산시킨 다음 쌀을 취반용기에 넣고 전기보온밥솥(금성, RJ-253SB)으로 가열하고 자동소화가 된 후 그대로 20분간 뜸을 들였다. 취반된 시료는 김을 뺀 다음 뚜껑이 있는 용기에 담아 실온(20°C)에서 1일, 3일 동안 저장하였다.

3. 관능검사

전남대학교 식품영양학과 대학원생 중 10명의 평가를 선정하여 이들에게 실험 목적을 설명하고 쌀밥의 냄새, 맛, 텍스처, 외관에 속한 각각의 세부항목에

대해 잘 인지하도록 훈련을 시킨 후 위 항목과 전체적인 선호도에 대하여 느낀 바를 전보²¹⁾와 같은 질문지로 질량묘사분석법(QDA)에 의하여 평가하였다. 시료는 20분간 뜸들인지 1시간 후, 1일, 3일 경과한 것을 일정 그릇에 담아 제공하였다. 각 시료는 한번에 한개씩 제공되었으며 평가가 끝나면 물로 입안을 헹군 다음 반복 실시하였고 오전 10시와 오후 3시에 실시하였으며 각 시료는 3회 반복하여 평가하였다.

얻은 결과는 통계분석용 프로그램인 SAS(Statistical Analysis System)로 분석하였다. 분석방법으로는 평균, 분산분석과 다중검정법(Duncan's multiple range test)으로 유의성을 검정하였다.

4. 기계적 특성 측정

쌀 10 g을 직경 4 cm, 높이 6.8 cm인 용기에 넣고 용기들을 전기 밥솥의 취반용기에 배열한 후, 위와 동일한 방법으로 취반하였다. 밥이 들어 있는 용기를 수분 증발이 없도록 일정기간 저장하면서 만능 텍스처 측정기인 Instron Testing Machine(model No.1140)을 사용하여 텍스처를 측정하였다. 이때 기기조건은 two bite compression test, 직경이 3 cm인 probe, 27% Deformation이었으며 Crosshead speed는 100 mm/min, Chart speed는 200 mm/min, force range는 50 kg full scale이었다.

압착실험 결과 견고성(hardness), 응집성(cohesiveness), 탄력성(elasticity), 껌성(gumminess), 씹힘성(chewiness) 등의 특성치들을 Bourne²²⁾에 의한 식으로 계산하였다. 응집성은 1차 peak와 2차 peak의 면적의 비(A_2/A_1), 껌성은 견고성과 응집성의 곱, 씹힘성은 껌성과 탄력성의 곱으로 계산하였다.

5. 밥의 노화도 측정

계면활성제를 첨가하여 취반된 흰밥과 찰밥을 일정 저장기간별로 취하여 에탄올로 탈수, 풍건하고 마쇄하여 100메쉬체를 통과시켜 시료로 사용하여 Tsuge 등²³⁾의 방법을 변형한 김 등²⁴⁾의 방법으로 노화도를 측정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 관능 검사

가장 선호도가 높았던 흰밥 1.4배와 찰밥 1.2배를 기준으로²¹⁾ 3가지의 다른 형태의 계면활성제인 Dimodan, SSL과 SE를 쌀을 기준으로 0.5%를 물에 유화시켜 첨가하여 지은 밥을 1일, 3일 저장하면서 16가지

요인에 대해 관능검사를 실시한 결과는 Table 1, 2, 3과 같다.

계면활성제를 첨가하지 않은 밥의 경우, 외관은 흰 밥이 찰밥에 비해 색깔이 누렇게 윤기나 풍만성은 좋았으며, 텍스처 측정에서는 거친정도, 견고성이 높았

고 끈기와 접성은 낮았다. 전체적인 선호도는 모두 보통 이상으로 평가되었으며 차이는 없었다.

1일 저장한 밥에서는 거친정도(roughness)와 견고성은 증가하였고 질움성과 응집성은 감소하였으며 전체적인 선호도도 감소하였고, 3일 저장후에는 두 쌀밥에

Table 1. Analysis of variance for sensory evaluation of cooked rices with various surfactants

Attribute	Nonwaxy rice				Waxy rice			
	Control ¹	SE ²	SSL ³	Dimodan ⁴	Control ⁵	SE ²	SSL ³	Dimodan ⁴
Color	7.86 ^a	7.53 ^a	8.01 ^a	7.74 ^a	3.14 ^a	2.71 ^a	2.83 ^a	3.01 ^a
Shininess	6.43 ^b	5.51 ^a	5.87 ^a	4.89 ^a	9.90 ^b	7.71 ^a	7.74 ^a	8.31 ^a
Plumpness	7.02 ^b	6.67 ^a	6.09 ^a	6.14 ^a	9.21 ^a	8.94 ^a	9.00 ^a	9.33 ^a
Roasted nutty odor	7.28 ^a	6.91 ^a	6.93 ^a	7.03 ^a	7.71 ^a	7.16 ^a	7.33 ^a	8.23 ^b
Oldy odor	2.67 ^a	2.41 ^a	2.51 ^a	2.64 ^a	2.93 ^a	3.52 ^a	2.84 ^a	3.31 ^a
Sweety odor	4.01 ^a	3.84 ^a	4.76 ^b	4.05 ^a	4.38 ^a	5.23 ^a	4.84 ^a	5.11 ^a
Roasted nutty taste	6.22 ^a	6.07 ^a	5.98 ^a	6.26 ^a	7.32 ^a	7.68 ^a	6.81 ^a	7.03 ^a
Oldy taste	2.93 ^b	3.41 ^b	3.11 ^b	2.63 ^a	2.97 ^a	2.87 ^a	2.94 ^a	2.24 ^a
Sweety taste	2.98 ^a	4.00 ^b	3.59 ^b	3.65 ^b	4.12 ^a	6.71 ^b	6.97 ^b	6.49 ^b
Roughness	7.20 ^a	6.91 ^a	7.23 ^a	7.12 ^a	3.20 ^a	3.11 ^a	4.11 ^b	4.08 ^b
Hardness	8.31 ^b	7.25 ^a	7.82 ^a	7.31 ^a	4.98 ^b	3.96 ^a	3.73 ^a	4.11 ^a
Stickness	6.52 ^a	6.73 ^a	7.48 ^b	6.37 ^a	9.76 ^b	10.23 ^b	9.25 ^a	9.98 ^b
Moistness	7.83 ^b	6.21 ^a	6.43 ^a	5.41 ^a	8.84 ^a	9.41 ^a	9.24 ^a	8.87 ^a
Overall eating quality	8.22 ^a	10.33 ^b	9.24 ^b	9.23 ^b	8.21 ^a	8.91 ^a	8.87 ^a	8.01 ^a

1: water/rice ratio is 1.4 of nonwaxy rice, 2: 0.5% Sucrose ester added cooked rice, 3: 0.5% Sodium stearyl-2-lactylate added cooked rice, 4: 0.5% Dimodan (mono/diglyceride) added cooked rice, 5: water/rice ratio is 1.2 of waxy rice. Means within rows followed by the same letter are not significantly different at the 5% level.

Table 2. Analysis of variance for sensory evaluation of 1 day stored cooked rices with various surfactants

Attribute	Nonwaxy rice				Waxy rice			
	Control ¹	SE ²	SSL ³	Dimodan ⁴	Control ⁵	SE ²	SSL ³	Dimodan ⁴
Color	6.94 ^a	7.31 ^a	7.54 ^a	7.30 ^a	3.81 ^a	2.21 ^a	3.27 ^a	2.93 ^a
Shininess	5.20 ^a	7.83 ^c	6.21 ^b	6.91 ^b	9.11 ^a	9.86 ^c	8.51 ^a	9.34 ^a
Plumpness	4.94 ^a	6.21 ^b	5.88 ^a	5.34 ^a	6.17 ^a	9.01 ^b	8.77 ^b	8.37 ^b
Roasted nutty odor	6.39 ^a	6.64 ^a	6.73 ^a	7.11 ^a	7.08 ^a	6.73 ^a	7.33 ^a	7.18 ^a
Oldy odor	2.98 ^a	3.71 ^b	2.38 ^a	2.91 ^a	2.36 ^a	2.71 ^a	2.33 ^a	2.93 ^a
Sweety odor	4.37 ^a	4.21 ^a	3.91 ^a	4.88 ^b	4.91 ^a	5.25 ^a	4.31 ^a	4.73 ^a
Roasted nutty taste	6.21 ^b	4.00 ^a	5.23 ^a	5.84 ^a	6.54 ^a	6.27 ^a	7.36 ^b	6.81 ^a
Oldy taste	2.63 ^a	2.97 ^a	3.22 ^a	3.07 ^a	2.93 ^a	2.81 ^a	2.59 ^a	2.14 ^a
Sweety taste	5.41 ^a	4.71 ^a	6.21 ^b	5.03 ^a	4.51 ^a	5.38 ^b	5.17 ^b	5.34 ^b
Roughness	9.64 ^b	7.36 ^a	7.94 ^a	8.27 ^a	5.91 ^b	4.24 ^a	4.31 ^a	4.21 ^a
Hardness	9.92 ^b	7.31 ^a	8.01 ^a	8.96 ^a	6.72 ^b	4.08 ^a	4.78 ^a	5.91 ^a
Stickness	4.28 ^a	4.69 ^a	6.03 ^b	5.21 ^a	10.21 ^a	9.84 ^a	10.00 ^a	9.92 ^a
Moistness	3.91 ^a	4.31 ^a	3.71 ^a	4.09 ^a	7.94 ^a	8.61 ^a	8.23 ^a	8.86 ^a
Overall eating quality	7.14 ^a	8.83 ^b	8.08 ^a	7.38 ^a	6.02 ^a	7.14 ^b	7.05 ^b	6.86 ^b

1: water/rice ratio is 1.4 of nonwaxy rice, 2: 0.5% Sucrose ester added cooked rice, 3: 0.5% Sodium stearyl-2-lactylate added cooked rice, 4: 0.5% Dimodan (mono/diglyceride) added cooked rice, 5: water/rice ratio is 1.2 of waxy rice. Means within rows followed by the same letter are not significantly different at the 5% level.

Table 3. Analysis of variance for sensory evaluation of 3 day stored cooked rices with various surfactants

Attribute	Nonwaxy rice				Waxy rice			
	Control ¹	SE ²	SSL ³	Dimodan ⁴	Control ⁵	SE ²	SSL ³	Dimodan ⁴
Color	6.55 ^a	6.56 ^a	5.84 ^a	6.21 ^a	3.93 ^b	2.37 ^a	2.25 ^a	3.45 ^b
Shininess	5.98 ^a	5.21 ^a	5.21 ^a	4.89 ^a	7.43 ^a	7.41 ^a	6.63 ^a	8.97 ^b
Plumpness	4.53 ^a	4.30 ^a	4.21 ^a	4.95 ^a	5.94 ^a	7.08 ^b	7.33 ^b	6.97 ^b
Roasted nutty odor	5.96 ^a	5.94 ^a	6.34 ^a	6.01 ^a	6.96 ^a	7.07 ^b	6.93 ^a	7.64 ^b
Oldy odor	4.18 ^b	4.20 ^b	4.81 ^b	3.36 ^a	4.11 ^a	4.04 ^a	2.91 ^a	3.97 ^a
Sweety odor	3.24 ^a	4.42 ^b	3.61 ^a	4.11 ^b	2.35 ^a	2.84 ^a	4.23 ^b	3.11 ^a
Roasted nutty taste	5.73 ^a	6.56 ^a	5.84 ^a	6.31 ^a	5.77 ^a	5.67 ^a	5.27 ^a	6.89 ^b
Oldy taste	2.35 ^a	2.82 ^a	3.21 ^a	2.93 ^a	4.93 ^b	5.74 ^b	3.81 ^a	4.24 ^b
Sweety taste	2.19 ^a	4.89 ^b	6.23 ^c	4.00 ^b	2.65 ^a	2.64 ^a	2.24 ^a	3.91 ^b
Roughness	11.67 ^b	8.21 ^a	8.31 ^a	9.68 ^a	8.94 ^b	6.01 ^a	6.28 ^a	6.94 ^a
Hardness	10.95 ^c	7.96 ^a	8.69 ^b	8.99 ^b	9.26 ^c	5.93 ^a	7.02 ^b	7.21 ^b
Stickness	2.66 ^a	4.93 ^b	4.12 ^b	3.44 ^b	8.95 ^b	9.16 ^b	6.21 ^a	9.43 ^b
Moistness	3.96 ^a	5.08 ^a	4.73 ^a	4.23 ^a	7.14 ^a	7.35 ^a	6.36 ^a	6.93 ^a
Overall eating quality	5.26 ^a	7.80 ^c	6.81 ^b	6.65 ^b	4.08 ^a	6.74 ^c	5.78 ^b	5.35 ^b

1: water/rice ratio is 1.4 of nonwaxy rice, 2: 0.5% Sucrose ester added cooked rice, 3: 0.5% Sodium stearoyl-2-lactylate added cooked rice, 4: 0.5% Dimodan (mono/diglyceride) added cooked rice, 5: water/rice ratio is 1.2 of waxy rice. Means within rows followed by the same letter are not significantly different at the 5% level.

서 단맛과 구수한 맛은 감소하고 묵은맛은 증가하였으며, 냄새는 전반적으로 바람직한 향미는 감소하고 불쾌한 면이 증가하였다. 또한, 거친 정도와 견고성은 증가하였고 끈기와 질음성은 감소하였으며, 저장에 따른 전체적인 선호도는 찰밥이 흰밥보다 많은 감소를 보였다. 이는 저장 중에 흰밥과 찰밥의 변화가 다르게 일어나며 밥의 저장중의 변화에 수분의 변화와 전분의 노화가 주를 이룬다고 생각할 때 쌀의 70%를 구성하는 전분의 아밀로오스와 아밀로펙틴의 함유비에 의해 전분의 노화정도가 다르게 일어나고 이것이 밥의 노화에 큰 영향을 미치는 것으로 생각된다. 밥을 저장하면 견고성이 증가하고 이 텍스처 특성과 전분의 노화가 높은 상관을 가진다고 했으며^{24,25)} 빵과는 달리 밥은 쌀과 물이외에 다른 성분의 첨가가 없으므로 쌀을 구성하는 성분의 가열 후의 구조변화와 밀접한 관계가 있을 것으로 생각된다.

본 실험 결과 다른 관능적 특성은 5% 유의수준에서 뚜렷한 차이를 보이지 않았으나 텍스처 특성과 전체적인 선호도는 유의적인 차이를 보이므로 텍스처 특성이 저장 중의 밥의 관능적 특성에 큰 영향을 끼치는 것으로 생각되었다.

계면활성제를 첨가하여 취반한 흰밥의 관능검사 결과, 쌀밥의 경우 계면활성제를 첨가한 밥에서 단맛이 강하게 나타났고 텍스처 특성치 중에는 견고성이 Dimodan을 첨가한 밥이 계면활성제를 첨가하지 않은 밥

과 같은 값을 보였으나 SE와 SSL을 첨가한 밥은 더 낮은 값을 보였다. 질음성, 윤기, 풍만성도 계면활성제를 첨가하면 더 감소하였는데 전체적인 선호도는 SE를 첨가한 밥이 가장 높았고 Dimodan과 SSL을 첨가한 밥, 무첨가밥의 순으로 더운밥에서는 질음성, 윤기와 풍만성이 큰 영향을 주지 않은 것 같다.

저장 1일 이후에는 구수한 맛이 계면활성제를 첨가한 밥에서 모두 낮았으며 거친 정도와 견고성이 현저한 감소를 보였고, 반면 끈기가 증가하였으며 그 순서가 SE, SSL, Dimodan, 무첨가밥의 순이었다.

저장 3일에도 거친 정도와 견고성은 무첨가밥이 훨씬 큰 값을 보였고 SE, SSL, Dimodan 첨가밥의 순이었고, 끈기와 질음성은 SE, SSL, Dimodan, 무첨가밥의 순으로 작은 값을 보였다. 윤기와 풍만성은 SE와 SSL 첨가밥이 더 낮은 값을 보였고 전체적인 선호도는 SE, SSL, Dimodan과 무첨가밥의 순으로 낮았다. 즉, 계면활성제를 첨가한 밥의 선호도는 텍스처의 특성에 의해서 영향을 받으며 거친 정도와 견고성이 낮고 끈기와 질음성이 높은 값을 보인 SE, SSL, Dimodan 첨가밥의 순이었다.

밥을 저장하면 호화 전분이 노화되며 계면활성제는 전분의 노화를 억제시킨다고 알려졌고²⁶⁾ 신 등²⁷⁾에 의하면 빵의 staling에 전분의 노화가 큰 영향을 주고 빵에 계면활성제가 첨가되면 antistaling 효과를 주는데 그 순서는 SE, SSL, Dimodan 순이어서 밥에서와 같은

경향을 보였다.

계면활성제는 특히 전분 중에서 아밀로오스와 결합하여 amylose-surfactant complex를 형성함으로써 전분의 노화를 억제한다고 알려졌으나¹⁰⁾ 그 기전은 아직 명확하지 않다. 밥은 빵보다 전분이 차지하는 비율이 크므로 계면활성제를 첨가함으로써 노화방지에 더 큰 효과를 줄 것으로 생각되며 밀가루당 0.5% 비율은 이미 FDA에서 허용된 범위이므로 청결미에 계면활성제를 첨가하는 방안도 좋은 방법이 될 수 있을 것으로 생각된다.

이에 비해 찰밥의 경우에는 계면활성제 첨가밥이 단맛이 좋았으며 윤기는 무첨가밥이 좋았고 전체적인 선호도에는 큰 차이를 보이지 않았다.

1일 저장한 밥의 경우 거친 정도와 견고성에서 무첨가밥이 높은 값을 보여 흰밥과 같은 경향이였으며 질 음성도 계면활성제 첨가밥이 더 높은 값을 보였으나 끈기는 큰 차이를 보이지 않았다. 풍만성에 있어서 계면활성제 첨가밥이 훨씬 좋게 평가되었으며 전체적인 선호도는 큰 차이는 없으나 SE, SSL, Dimodan 첨가밥, 무첨가밥 순으로 견고성의 감소, 풍만성의 증가 순이었다.

저장 3일된 밥에 있어서는 거친 정도와 견고성에 있

어서 유의차를 보여 SE, SSL, Dimodan 첨가밥, 무첨가밥의 순으로 높은 값을 보였으나 풍만성은 SSL, SE, Dimodan 첨가밥, 무첨가밥의 순이었으며 전체적인 선호도는 SE, SSL, Dimodan 첨가밥, 무첨가밥 순으로 거친 정도나 견고성, 풍만성이 전체적인 선호도에 큰 영향을 미친다고 생각되었다. 계면활성제는 아밀로오스 뿐만 아니라 아밀로펙틴의 긴사슬과도 복합체를 이루며²⁸⁾ 이로 인해 아밀로펙틴만으로 이루어진 찰밥의 노화를 억제시키는 것으로 생각되며 그 정도는 SE, SSL, Dimodan 순이었다.

2. 기계적 특성

계면활성제를 첨가하여 취반한 밥의 5가지의 기계적인 특성을 가수량 1.4배의 흰밥과 가수량 1.2배의 찰밥을 기준으로 비교한 결과는 Table 4, 5, 6과 같다.

저장에 따른 텍스처 특성의 변화는 견고성이 두 쌀밥 모두 증가하였으며 더운밥에 대한 저장한 밥의 견고성은 흰밥이 찰밥보다 훨씬 컸으며, 텍스처의 특성 중에서 관능검사 결과와 잘 일치하는 것이 부착성(adhesiveness)과 견고성/부착성의 비율로 보고²⁹⁾되었으나 본 실험 결과 얻어진 TPA에서는 실험조건의 차이로 부착성을 얻지 못하였으며, 저장 중의 밥의 텍스

Table 4. Analysis of variance for instrumental measurement of cooked rices with various surfactants

Factor	Nonwaxy rice				Waxy rice			
	Control ¹	SE ²	SSL ³	Dimodan ⁴	Control ⁵	SE ²	SSL ³	Dimodan ⁴
Hardness	4.59 ^a	4.06 ^a	3.93 ^a	4.23 ^a	5.26 ^a	5.18 ^a	5.13 ^a	5.20 ^a
Cohesiveness	0.96 ^a	0.95 ^a	0.96 ^a	0.97 ^a	0.97 ^a	0.96 ^a	0.97 ^a	0.95 ^a
Elasticity	4.43 ^a	3.86 ^a	3.77 ^a	4.10 ^a	5.10 ^a	4.97 ^a	4.98 ^a	4.94 ^a
Gumminess	4.43 ^a	3.85 ^a	4.10 ^a	3.76 ^a	5.10 ^a	4.97 ^a	4.94 ^a	4.97 ^a
Chewiness	19.62 ^b	14.86 ^a	16.81 ^a	14.90 ^a	26.01 ^a	24.70 ^a	24.40 ^a	24.75 ^a

1: water/rice ratio is 1.4 of nonwaxy rice, 2: 0.5% Sucrose ester added cooked rice, 3: 0.5% Sodium stearoyl-2-lactylate added cooked rice, 4: 0.5% Dimodan (mono/diglyceride) added cooked rice, 5: water/rice ratio is 1.2 of waxy rice. Means within rows followed by the same letter are not significantly different at the 5% level.

Table 5. Analysis of variance for instrumental measurement of 1 day stored cooked rices with various surfactants

Factor	Nonwaxy rice				Waxy rice			
	Control ¹	SE ²	SSL ³	Dimodan ⁴	Control ⁵	SE ²	SSL ³	Dimodan ⁴
Hardness	7.77 ^b	5.95 ^a	5.74 ^a	6.09 ^a	9.41 ^b	7.76 ^a	7.60 ^a	7.94 ^a
Cohesiveness	0.69 ^a	0.79 ^a	0.79 ^a	0.81 ^a	0.66 ^a	0.76 ^a	0.73 ^a	0.76 ^a
Elasticity	5.36 ^a	4.86 ^a	4.52 ^a	4.93 ^a	6.21 ^b	5.87 ^a	5.56 ^a	5.96 ^a
Gumminess	5.35 ^a	4.86 ^a	4.51 ^a	4.92 ^a	6.20 ^b	5.87 ^a	5.56 ^a	5.96 ^a
Chewiness	28.68 ^a	23.62 ^a	20.39 ^a	24.26 ^a	38.50 ^a	34.46 ^a	30.91 ^a	35.52 ^a

1: water/rice ratio is 1.4 of nonwaxy rice, 2: 0.5% Sucrose ester added cooked rice, 3: 0.5% Sodium stearoyl-2-lactylate added cooked rice, 4: 0.5% Dimodan (mono/diglyceride) added cooked rice, 5: water/rice ratio is 1.2 of waxy rice. Means within rows followed by the same letter are not significantly different at the 5% level.

Table 6. Analysis of variance for instrumental measurement of 3 day stored cooked rices with various surfactants

Factor	Nonwaxy rice				Waxy rice			
	Control ¹	SE ²	SSL ³	Dimodan ⁴	Control ⁵	SE ²	SSL ³	Dimodan ⁴
Hardness	10.41 ^b	8.49 ^a	8.49 ^a	8.84 ^a	11.29 ^b	8.28 ^a	8.25 ^a	9.15 ^a
Cohesiveness	0.62 ^a	0.68 ^a	0.68 ^a	0.71 ^a	0.60 ^a	0.69 ^a	0.63 ^a	0.72 ^a
Elasticity	6.45 ^a	6.00 ^a	5.91 ^a	6.07 ^a	6.80 ^b	6.06 ^a	5.94 ^a	6.18 ^a
Gumminess	6.44 ^a	6.00 ^a	5.90 ^a	6.07 ^a	6.79 ^b	6.06 ^a	5.93 ^a	6.18 ^a
Chewiness	41.54 ^b	36.00 ^a	34.46 ^a	38.16 ^a	46.17 ^b	36.72 ^a	33.62 ^a	38.29 ^a

1: water/rice ratio is 1.4 of nonwaxy rice, 2: 0.5% Sucrose ester added cooked rice, 3: 0.5% Sodium stearyl-2-lactylate added cooked rice, 4: 0.5% Dimodan (mono/diglyceride) added cooked rice, 5: water/rice ratio is 1.2 of waxy rice. Means within rows followed by the same letter are not significantly different at the 5% level.

쳐 변화에는 견고성이 매우 상관성이 큼을 확인할 수 있었다.

더운밥에서 계면활성제 무첨가밥이 계면활성제 첨가밥보다 견고성과 탄력성이 모두 높았으나 큰 차이는 없었으며, 1일 저장한 밥은 그 차이가 뚜렷하여져 SSL, SE, Dimodan 첨가밥, 무첨가밥 순이었고 3일 저장한 밥에서는 견고성과 탄력성에서 SE와 SSL은 같은 값을 보이며 Dimodan 첨가밥도 큰 차이가 없으나 무첨가밥은 유의차를 보이며 높은 값을 나타냈다. 취반 직후에 비해 3일 저장된 밥은 찰밥의 견고성이 흰밥에 비해 더 낮았으며 계면활성제 첨가밥은 무첨가밥의 견고성이 더 낮으므로 계면활성제가 견고성을 감소시키는데 기여하는 것으로 생각된다. 또한 찰밥과 흰밥에 모두 영향을 미치는 것으로 보아 계면활성제는 아밀로오스와 아밀로펙틴에 모두 결합함으로써 전분의 결정성을 억제한다고 생각되어진다. 계면활성제의 종류에 따른 노화 억제능력은 큰 차이를 보이지 않으나 Dimodan에 비해 SE나 SSL의 작용이 클 것으로 사료된다.

3. α -아밀라아제-요드법에 의한 노화도

α -아밀라아제에 의한 노화도 측정법에 의해 계면활성제를 첨가한 밥의 노화도를 저장에 따라 비교한 결과는 Table 7과 같다.

흰밥과 찰밥 모두 저장기간이 경과함에 따라 노화도가 증가하였으며 더운밥의 호화정도는 찰밥이 94.5%이고 흰밥이 94.0%로 전기밥솥을 이용하여 밥을 지었을 때 94~95%의 호화도를 보이는 것을 알 수 있었다. 이는 쌀에 들어있는 다른 성분이 전분의 호화를 억제하였거나 밥을 한 직후에서 일부 노화가 시작되었을 가능성을 시사해준다. α -아밀라아제 방법에 의해 측정된 노화도도 찰밥이 흰밥보다 낮았으며 저장중의 변화는 초기인 1일 까지의 노화는 흰밥의 증가가 컸으나 저장 1일에서 3일사이에는 찰밥의 증가정도가 더 컸다.

Table 7. Degree of retrogradation of cooked rices with various surfactants by α -amylase method during storage

	Storage time (day)	Degree of Retrogradation (%)			
		Control	SE ³	SSL ⁴	Dimodan ⁵
Nonwaxy rice ¹	0	6.04	3.93	3.87	4.21
	1	16.25	13.20	11.25	13.98
	3	21.64	18.06	17.43	19.14
Waxy rice ²	0	5.54	3.08	2.95	3.36
	1	9.01	7.51	7.36	8.27
	3	13.09	10.36	10.03	11.54

1: water/rice ratio is 1.4 of nonwaxy rice, 2: water/rice ratio is 1.2 of waxy rice, 3: 0.5% Sucrose ester added cooked rice, 4: 0.5% Sodium stearyl-2-lactylate added cooked rice, 5: 0.5% Dimodan (mono/diglyceride) added cooked rice. Means within rows followed by the same letter are not significantly different at the 5% level.

이는 전분의 노화가 초기에는 아밀로오스의 결정화로 시작하여 후에는 아밀로펙틴의 노화도가 진행된다는 Miles³⁰⁾의 추측으로 설명할 수 있다.

계면활성제를 첨가하여 취반한 밥의 노화도는 더운밥의 경우에도 노화도가 차이가 나서 무첨가밥이 계면활성제 첨가밥보다 노화도가 컸으며 찰밥의 경우에 노화도가 낮았다. 이는 멍쌀과 찰쌀 전분이 아밀로오스와 아밀로펙틴의 구성비율의 차이에서 큰 영향을 받으며 특히, 아밀로오스가 아밀로펙틴보다 빨리 노화가 진행된다는 보고³⁰⁾로 미루어 아밀로오스의 영향이 있을 것으로 생각된다. 저장 1일 이후에 α -아밀라아제에 의한 노화도의 증가는 텍스처 측정기에 의한 견고성(Table 6 참조)의 증가보다 훨씬 컸으며 그 경향은 흰밥이 찰밥보다 노화가 빨리 진행되었고 그 정도는 두 종류의 밥 모두 SSL, SE, Dimodan 첨가밥, 무첨가밥의 순이었다. 저장 1일에서 3일까지의 노화도의 증가는 더운밥에서 저장 1일까지 보다는 그 증가정도가 완만했으며 흰밥과 찰밥 사이의 뚜렷한 차이는 없었다. 이 경향으로부터 아밀로오스가 들어있는

흰밥이 찰밥보다 초기 노화가 빠르게 진행됨을 알 수 있었다.

IV. 요약

계면활성제가 저장 중의 밥의 특성에 미치는 영향을 알아보기 위해 멥쌀인 동진벼와 찰쌀인 신선벼에 계면활성제인 SSL, SE1670, Dimodan을 쌀 무게의 0.5% 농도로 첨가하여 취반한 다음 관능검사와 기계적 검사 및 노화정도를 측정하여 저장에 따른 계면활성제 첨가한 밥의 특성을 알아보았다. 관능검사 결과 전체적인 선호도는 텍스처 특정치에 의해서 영향을 받으며 계면활성제 첨가로 저장 중의 거친 정도와 견고성이 낮고, 끈기와 질음성이 높은 값을 보였으며, 그 정도는 SE, SSL, Dimodan 첨가밥의 순서였다. 계면활성제를 첨가하여 취반한 밥의 저장에 따른 기계적인 특성은 견고성과 탄력성이 무첨가밥보다 유의차를 보이지며 낮은 값을 나타내 계면활성제가 견고성을 감소시키는데 기여하였다. 노화도는 저장 1일에 노화도의 증가는 흰밥이 찰밥보다 노화가 빨리 진행되었고 그 정도는 두 종류의 밥 모두 SSL, SE, Dimodan 첨가밥, 무첨가밥의 순서였으며, 저장 1일에서 3일까지의 노화도의 증가는 더운밥에서 저장 1일까지 보다는 그 증가 정도가 완만했으며 흰밥과 찰밥 사이의 뚜렷한 차이는 없었다.

참고문헌

- 김혜영, 김광옥: 압력솥 및 전기솥 취반미의 관능적 특성. *한국식품과학회지*, **18**: 319 (1986).
- 김우정, 김종군, 김성곤: 쌀밥의 관능적 품질 평가 및 비교. *한국식품과학회지*, **18**: 38 (1986).
- 황보정숙, 이관녕, 정동효, 이서래: 통일미와 진흥미의 취반 기호 특성에 관한 연구. *한국식품과학회지*, **7**: 212 (1975).
- Kim, S.K. and D'Appolonia, B.L.: Bread staling studies. I. Effect of protein content on staling rate and bread crumb pasting properties. *Cereal Chem.*, **54**: 207 (1977).
- Kim, S.K. and D'Appolonia, B.L.: Bread staling studies. II. Effect of protein content and storage temperature on the role of starch. *Cereal Chem.*, **54**: 216 (1977).
- Biliaderis, C.G., Page, C.M. and Maurice, T.J.: On the multiple melting transitions of starch/monoglyceride system. *Food Chem.*, **45**: 1669 (1980).
- Kohyama, K. and Nishinari, K.: Effect of soluble sugar of gelatinization and retrogradation of sweet potato starch. *J. Agric. Food Chem.*, **39**: 1406 (1991).
- Kim, S.K. and D'Appolonia, B.L.: Effects of pentosans on the retrogradation of wheat starch gels. *Cereal Chem.*, **54**: 150 (1977).
- Kohyama, K. and Nishinari, K.: Cellulose derivatives effects on gelatinization and retrogradation of sweet potato starch. *J. Food Sci.*, **57**: 128 (1992).
- Lin, W. and Lineback, D.R.: Changes in carbohydrate fractions in enzyme-supplemented bread and the potential relationship to staling. *Starch*, **42**: 385 (1990).
- 이신경, 신말식: Surfactant 처리한 고구마 전분의 물리화학적 특성. *한국조리과학회지*, **8**: 225 (1992).
- Evans, I.D.: An investigation of starch/surfactant interactions using viscosimetry and differential scanning calorimetry. *Starch*, **38**: 227 (1986).
- Eliasson, A.C. and Ljunger, G.: Interactions between amylopectin and lipid additives during retrogradation in a model system. *J. Sci. Food Agric.*, **44**: 3 (1988).
- Kulp, K. and Ponte, J.G.: Staling of white pan bread fundamental causes. *CRC. Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, **15**: 1 (1981).
- 김명환: 쌀의 침지 조건이 취반 후 조직감에 미치는 영향. *한국식품과학회지*, **24**: 511 (1992).
- 김우정, 정남용, 김성곤, 이애랑, 이상규, 하연철, 백무열: 수분함량별 밥의 관능적 특성. *한국식품과학회지*, **27**: 885 (1995).
- 민봉기: 취반조건이 밥의 조직감에 미치는 영향. 서울대학교 박사학위논문 (1993).
- 황진선, 김종군, 변명우, 장학길, 김우정: 쌀 품종에 따른 쌀밥의 물리적 및 관능적 특성. II. 쌀밥의 저장이 텍스처에 미치는 영향. *한국농화학회지*, **30**: 118 (1987).
- 이인의, 이해수, 김성곤: 찰쌀떡의 저장중 텍스처 변화. *한국식품과학회지*, **15**: 379 (1983).
- 최성길, 이철: 동결속도 및 저장온도가 취반된 쌀의 노화도, 조직감 및 미세구조에 미치는 영향. *한국식품과학회지*, **27**: 783 (1995).
- 김수경, 신말식: 가수량이 저장 중 밥의 특성에 미치는 영향. *한국생활과학회지*, **5**(1): 81 (1996).
- Borune, M.C.: Texture profile analysis. *Food Technol.*, **32**: 62 (1978).
- Tsuge, H., Hishida, M., Iwasaki, H., Watanabe, S. and Goshima, G.: Enzymatic evaluation for the degree of starch retrogradation in foods and foodstuffs. *Starch*, **42**: 213 (1990).
- Kim, J.O., Kim, W.S. and Shin, M.S.: A comparative study on retrogradation of rice starch gel by DSC, X-ray and alpha-amylase methods. *Starch*, **49**: 71 (1997).
- 김병삼, 박노현, 조길석, 강통삼, 신동화: 쌀 및 쌀가루 저장중 품질 안정성의 비교. *한국식품과학회지*, **20**: 497 (1988).
- 김종군, 황진선, 김우정: 쌀품종에 따른 쌀밥의 물리

- 적 및 관능적 특성연구. I. 저장 중 쌀밥의 풍미 및 겉 모양의 변화. *한국농화학회지*, **30**: 109 (1987).
26. Krog, N.: Theoretical aspects of surfactants in relation to their use in breadmaking. *Cereal Chem.*, **58**: 158 (1981).
27. 신말식: 수분과 계면활성제가 밀전분의 호화와 노화에 미치는 영향. *한국식품과학회지*, **23**: 116 (1991).
28. Olkku, J. and Rha, C.K.: Gelatinization of starch and wheat flour starch-A review. *Food Chem.*, **3**: 293 (1978).
29. Okabe, M.: Texture measurement of cooked rice and its relationship to eating quality. *J. Texture Studies*, **10**: 131 (1979).
30. Miles, M.J., Morris, V.J., Oxford, P.D. and Ring, S.G.: The roles of amylose and amylopectin in the gelation, retrogradation of starch. *Carbohydr. Res.*, **135**: 271 (1985).
-
- (1997년 6월 9일 접수)