

뽕잎분말을 첨가한 옐로우 레이어 케이크의 품질특성

김 영 애*

건양대학교 식품생명공학과

Effects of Mulberry Leaves Powders on the Quality Characteristics of Yellow Layer Cakes

Yeoung-Ae Kim*

Department of Food Science and Biotechnology, Konyang University

Yellow layer cakes were prepared with flour that was partially substituted with mulberry leaf powder (at the levels of 4, 8, 12, 16 and 20%). Batter viscosity increased with increasing substitution levels while specific gravity decreased. The specific volume of the cake increased as batter viscosity increased, except at 20% substitution. Substituting mulberry leaf powder for flour also resulted in decreased lightness and yellowness and increased redness of the cake crumbs. The volume index and uniformity index were not influenced by the addition of mulberry leaf powder, while the symmetry indexes of cakes with 16% and 20% powder were lower than the control. The hardness of cakes substituted with mulberry leaf powder was lower than that of the control during 10 days of storage. Sensory characteristics, including cell size and cell uniformity, were adversely affected with substitution levels of 16% and 20%. The addition of mulberry leaf powder did not influence softness, but affected moistness significantly.

Key words: mulberry leaf, yellow layer cake, cake characteristics

서 론

경제성장과 의학의 발전으로 평균수명은 증가하고 있지만, 식생활의 서구화로 인한 성인병의 증가는 사회적인 문제로 부각되고 있다. 이에 따라서 식품이 지닌 영양소나 생리활성 물질에 대한 관심이 높아지고 있으며, 기능성식품이나 건강 식품의 섭취가 증가하고 있는 추세이다.

뽕잎은 최근에 당뇨병치료 효과가 보고되면서 누에먹이라는 이전의 개념에서 건강식품소재로서 관심을 끌고 있다. 뽕잎에는 50여종의 각종 무기성분외에도 DNJ, GABA 및 flavonoid 계통의 화합물들이 함유되어 있다⁽¹⁻³⁾. 뽕잎에 들어있는 flavonoid 중 rutin은 모세혈관을 튼튼하게 해주어 고혈압을 예방하는 효과가 있어 일명 비타민 P로 알려져 있다⁽⁴⁾. 뽕잎의 생리활성에 관한 연구결과를 보면, 인체에서 항산화계를 강화시켜 조직의 산화적 손상을 감소시켜 산화적 스트레스를 억제하는 효과가 있고 혈당상승을 완화시키며 혈액 중의 중성지방과 콜레스테롤 저하작용, 동맥경화증 및 고지

혈증 등의 치료에 효과가 있는 것으로 발표되고 있다⁽⁵⁻⁸⁾. 따라서 뽕잎은 건강식품소재로서의 응용가치가 매우 높다고 볼 수 있으며, 이를 이용한 다양한 건강식품의 개발이 필요하다고 볼 수 있다.

빵류 및 케이크류는 식생활의 서구화와 더불어 소비량이 증가하고 있는 식품이며, 비교적 다른 식품소재를 첨가하기 쉬운 제품이기 때문에 이들을 이용하여 인체에 유용한 성분을 공급하고자 하는 시도가 꾸준히 이루어져 왔다. 밀가루의 일부를 식이섬유원⁽⁹⁻¹²⁾이나 다른 곡물가루^(13,14)로 대체한 경우에는 부피의 감소나 거칠한 조직이 품질을 저하시키는 요인으로 지적이 되고 있다. 특히 부피의 감소는 다른 소제가 밀가루를 대체한 경우에 글루텐의 회석효과때문에 반죽단계에서 형성된 거품이 굽기 후까지 안정적으로 유지되지 못하기 때문으로 지적이 되고 있다. 검류는 물과 결합하는 능력이 크고 용액 내에서 높은 점성을 나타내기 때문에 일반적으로 점증제로 이용이 되고 있으며, 빵류나 케이크류에는 노화방지나 최종부피유지 등의 목적으로 첨가되고 있다. Miller와 Hosney⁽¹⁵⁾는 xanthan gum을 첨가한 layer cake의 반죽의 점도가 증가하였고 최종 부피가 증가하였다고 발표하였다. 본 실험에서는 인체에 유용한 생리활성물질을 지녔으며 수분흡수력이 높은 뽕잎분말을 옐로우 레이어 케이크의 제조에 이용하여, 케이크의 색상, 조직, 부피, 관능적 특성을 조사하였다. 또한 20°C에서 저장하면서 뽕잎분말이 케이크의 경도변

*Corresponding author : Yeoung-Ae Kim, Department of Food Science and Biotechnology, Konyang University, Nae-dong, Nonsan, Chungnam 320-711, Korea
Tel: 82-41-730-5294
Fax: 82-41-736-4078
E-mail: yakim@kytis.konyang.ac.kr

Table 2. Proximate composition (%) of mulberry leaf powder¹⁾

Materials	Moisture	Protein	Fat	Ash	Dietary fiber
Mulberry leaf	6.60	19.45	3.26	18.24	38.9

¹⁾N=2.

선척도의 좌로부터 우로 갈수록 특성강도가 강해지도록 좌우 양쪽에 용어한계를 표시하였다⁽²⁰⁾.

통계적 분석방법

모든 실험결과는 Minitab 통계프로그램을 이용하여 ANOVA를 실시하였으며 유의적인 차이가 있으면 Tukey's test를 실시하여 집단간의 유의성(p<0.05)을 검증하였다.

결과 및 고찰

빵잎분말의 일반성분

빵잎분말의 일반성분 분석은 Table 2에 나타나있다. 빵잎분말의 식이섬유 함량은 38.9%로 높게 나타났으며 단백질도 19.45%로 높은 편이었다.

빵잎분말을 첨가한 반죽의 특성

반죽의 비중과 점도의 측정결과는 Table 3에 나타나있다. Line spread test법으로 측정된 반죽의 퍼짐성을 보면 빵잎분말이 첨가량이 증가할수록 반죽의 점도가 높아 대조구에 비해서 퍼진 길이가 유의적으로 적은 것으로 나타나 있다. 반죽의 비중은 빵잎분말의 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 감소하는 것으로 나타나, 반죽의 점도가 클수록 비중이 작아짐을 알 수가 있었다.

빵잎분말 케이크의 baking 특성

케이크의 최종부피는 비체적(specific volume)으로 표시되었으며, 대조구보다 빵잎분말이 첨가된 cake의 부피가 유의적으로 높게 나타났다. 대조구의 총부피지수(volume index)는 빵잎분말이 첨가된 케이크보다는 낮지만 유의적인 차이는 없는 것으로 나타났다(Table 4). 케이크의 최종부피는 반죽시 형성된 기포가 굽기 후까지 안정하게 잘 유지가 되어야 하며, 거품의 안정성은 매질의 점도가 높을수록 유리한 것으로 알려져 있다⁽²¹⁾. Miller와 Hosoney⁽¹⁵⁾는 xanthan gum을 첨가한 경우에 반죽의 점성이 증가하고 최종부피가 증가한다고 발표하였으며, 서 등⁽²²⁾도 산화 셀룰로오스를 첨가한 케이크의

Table 3. Properties of yellow layer cake batter containing different amount of mulberry leaf powder¹⁾

Batter	Specific gravity (g/cm ³)	Line spread (cm)
0%	0.96 ± 0.01 ^a	16.22 ± 0.50 ^a
4%	0.87 ± 0.03 ^b	13.96 ± 0.32 ^b
8%	0.84 ± 0.03 ^{bc}	11.65 ± 0.47 ^c
12%	0.81 ± 0.02 ^c	11.25 ± 0.81 ^{cd}
16%	0.78 ± 0.02 ^{cd}	10.56 ± 0.38 ^{de}
20%	0.77 ± 0.01 ^d	10.18 ± 0.49 ^e

¹⁾N=4; Means within the same column followed by the same superscript are not significantly different (p<0.05, Tukey test).

부피가 증가하였으며 이는 산화 셀룰로오스가 물과 결합하는 능력이 커서 반죽의 점도가 증가하기 때문으로 발표하였다. 빵잎분말이 첨가될수록 최종부피가 높게 나타난 것도, 빵잎분말이 반죽의 점성을 증가시켜 기포형성력이 커졌고 굽는 과정에서 기포가 손실되지 않고 팽창이 지속되었기 때문으로 보인다. 빵잎분말이 20% 첨가된 경우에는 다른 첨가구보다 부피가 감소하기 시작하였으며, 이는 빵잎분말의 양이 증가함에 따라서 결합하는 수분의 양이 증가하기 때문에 상대적으로 전분의 호화에 사용될 수 있는 수분의 양이 적어지기 때문으로 보인다. 부피를 유지하기 위해서는 반죽시 혼합된 공기외에도 전분의 호화가 중요한 역할을 하기 때문에, 밀가루 중량의 20% 이상을 빵잎분말로 대체한 경우에는 전분이 케이크의 구조를 형성하는데 부정적인 영향을 미친 것으로 보인다. 케이크의 대칭지수는 빵잎분말이 16% 이상 첨가된 경우에는 대조구와 비교해서 유의적으로 감소하였으며 윗면이 평평함을 알 수가 있었다. 균일성 지수는 대조구와 유의적인 차이를 나타내지 않았다.

빵잎분말 케이크의 색상

케이크의 내부색과 겉질색은 Table 5에 나타나있다. 케이크의 내부색은 첨가된 빵잎분말의 양이 증가할수록 빵잎의 녹색을 진하게 나타냈으며 내부는 어두워졌다. 색차계 값을

Table 4. Baking properties of yellow layer cake containing different amount of mulberry leaf powder¹⁾

Samples	Specific volume (cc/g)	Cake index		
		Volume	Symmetry	Uniformity
0%	2.14 ± 0.18 ^a	9.41 ± 0.90 ^a	0.47 ± 0.51 ^a	0.14 ± 0.30 ^a
4%	2.46 ± 0.10 ^b	9.92 ± 0.45 ^a	0.33 ± 0.24 ^a	0.04 ± 0.24 ^a
8%	2.49 ± 0.11 ^b	10.01 ± 0.92 ^a	0.08 ± 0.47 ^a	0.10 ± 0.25 ^a
12%	2.54 ± 0.11 ^b	10.03 ± 0.38 ^a	0.05 ± 0.31 ^a	-0.01 ± 0.22 ^a
16%	2.53 ± 0.08 ^b	10.12 ± 0.63 ^a	-0.6 ± 0.58 ^{bc}	0.27 ± 0.61 ^a
20%	2.35 ± 0.10 ^{ab}	9.55 ± 0.68 ^a	-0.14 ± 0.31 ^{ab}	0.01 ± 0.12 ^a

¹⁾N=5; Means within the same column followed by the same superscript are not significantly different (p<0.05, Tukey test).

Table 5. Crust and crumb color of yellow layer cake containing different amount of mulberry leaf powder¹⁾

Samples	Crust color			ΔE	Crumb color			ΔE
	L	a	b		L	a	b	
0%	21.89 ^a	16.26 ^a	5.29 ^a		78.68 ^a	-3.81 ^a	21.80 ^a	
4%	23.75 ^a	12.51 ^b	7.46 ^{bc}	4.71	49.79 ^b	-2.91 ^b	21.18 ^a	28.91
8%	22.61 ^a	11.35 ^b	6.87 ^{abc}	5.20	39.20 ^c	-2.14 ^b	16.72 ^b	39.84
12%	23.68 ^a	9.50 ^c	8.33 ^c	7.62	33.11 ^d	-2.42 ^b	15.30 ^{bc}	46.05
16%	24.63 ^a	8.48 ^{cd}	8.32 ^c	8.78	27.62 ^e	-0.18 ^b	12.52 ^d	52.02
20%	23.49 ^a	7.38 ^d	10.55 ^d	10.44	23.37 ^f	0.80 ^b	12.61 ^d	56.25

¹⁾N=4; Means within the same column followed by the same superscript are not significantly different (p<0.05, Tukey test).

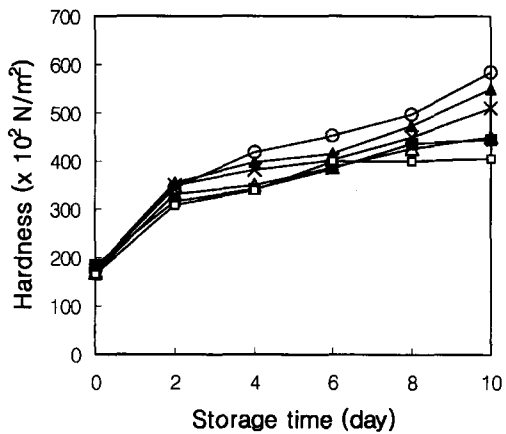


Fig. 1. Changes in hardness of cakes prepared with the flour substituted with mulberry leaves powders at the levels of 4%, 8%, 12%, 16% and 20% during storage at 20°C.

○-○: Control, ▲-▲: 4%; ×-×: 8%, ■-■: 12%, △-△: 16%, □-□: 20%.

보면, 명도를 나타내는 L값과 황색도를 나타내는 b값은 감소하였으며 적색도를 나타내는 a값은 증가하는 것으로 나타났다. 대조구의 껍질색은 진한 갈색이었으나 빵잎분말의 양이 증가할수록 갈색이 연해졌으며, 색차계의 황색도는 증가하였다. 이는 껍질의 갈변이 아미노 화합물과 환원당과의 반응인 maillard 반응에 의한 것이며, 밀가루가 빵잎분말로 치환되면서 아미노화합물의 양이 줄기 때문으로 보인다. 반면에 껍질의 L값에는 차이가 없었으며 적색도는 감소하였다. 대조구와 총색택의 차이를 나타내는 ΔE값도 빵잎분말의 첨가량이 증가함에 따라 증가하였으며, crumb의 경우에 crust보다 차이가 커지는 것으로 나타났다.

저장중의 케이크의 경도변화

빵잎분말이 케이크의 경도변화에 미치는 영향을 검토하기 위해서 10일 동안 20°C의 항온기에 저장하면서 이틀간격으로 경도를 측정된 결과는 Fig. 1에 나타나 있다. 시간이 경과함에 따라서 케이크의 경도가 증가해서 단단해 졌지만, 빵잎분말을 첨가한 케이크가 대조구보다 경도의 증가율이 낮았으며, 특히 12% 이상 첨가된 시료의 경우에는 다른 케이크보다 경도가 낮게 유지된 것으로 나타났다. 김 등⁽²³⁾은 저항전분을 첨가한 스폰지 케이크의 경도가 5일간의 저장 후에 대조구보다 낮았다고 보고하였으며, 이는 저항전분의 재결정성 증가에 따라 수분의 이동성이 감소되었기 때문으로 설명하였다. 케이크의 노화는 수분손실과 관련이 있으며 빵잎분말의 경우에도 물과의 결합력이 높기 때문에 저장기간 중에 대조구보다 수분손실이 적게 일어나 경도증가율이 낮았을 것으로 보인다. 또한 빵잎분말은 물과 결합하는 능력이 높아서 반죽내의 전분이 호화되거나 글루텐이 수화되는 데 필요한 물과 결합하여, 전분의 호화나 글루텐의 수화에 필요한 물의 양을 줄이게 되는 결과가 된다. 따라서 빵잎분말의 첨가량이 높을수록 케이크의 골격형성에 필요한 전분의 호화와 글루텐 형성⁽²⁴⁾이 충분히 일어나지 못하기 때문에 조직이 덜 단단한 것으로 보여진다.

빵잎분말이 케이크의 저장기간 중의 수분보유력에 영향을 미치는지를 보기 위하여 수분활성도를 측정된 결과는 Table 6에 나타나있으며, 빵잎분말의 수분보유력은 케이크의 텍스처에는 영향을 미치지만 수분활성도에는 차이가 없는 것으로 나타났다.

관능검사 결과

케이크의 관능검사결과는 Table 7에 나타나 있다. 껍질색

Table 6. Water activity of yellow layer cake containing different amount of mulberry leaf powder for 10 days storage¹⁾

Samples	0%	4%	8%	12%	16%	20%
Storage day 0	0.933 ^a	0.930 ^a	0.935 ^a	0.934 ^a	0.930 ^a	0.933 ^a
2	0.899 ^a	0.901 ^a	0.905 ^a	0.905 ^a	0.904 ^a	0.903 ^a
4	0.894 ^a	0.896 ^a	0.896 ^a	0.895 ^a	0.895 ^a	0.895 ^a
6	0.890 ^a	0.893 ^a	0.895 ^a	0.890 ^a	0.892 ^a	0.893 ^a
8	0.885 ^a	0.884 ^a	0.886 ^a	0.887 ^a	0.886 ^a	0.887 ^a
10	0.878 ^a	0.879 ^a	0.882 ^a	0.880 ^a	0.883 ^a	0.882 ^a

¹⁾N=3; Means within the same row followed by the same superscript are not significantly different (p<0.05, Tukey test).

Table 7. Sensory characteristics of yellow layer cakes containing different amount of mulberry leaf powder¹⁾

Cakes with various mulberry leaf powder substitution (%)	Crust color	Crumb color	Cell size	Uniformity of cell	Softness	Moistness
0	11.75 ± 1.40 ^a	2.61 ± 1.27 ^a	4.39 ± 2.20 ^a	9.90 ± 1.59 ^a	6.80 ± 2.22 ^a	6.25 ± 1.68 ^a
4	11.18 ± 1.47 ^{ab}	5.90 ± 2.19 ^b	6.54 ± 2.52 ^a	8.94 ± 1.59 ^a	6.20 ± 2.38 ^a	7.98 ± 1.51 ^b
8	10.16 ± 2.08 ^b	7.66 ± 2.48 ^c	7.48 ± 2.40 ^a	8.27 ± 2.45 ^{ab}	6.19 ± 2.45 ^a	9.56 ± 2.10 ^{bc}
12	8.13 ± 2.23 ^c	9.87 ± 1.98 ^d	8.26 ± 2.45 ^{ab}	8.06 ± 2.39 ^{ab}	6.24 ± 2.23 ^a	9.37 ± 1.98 ^{bc}
16	6.70 ± 2.34 ^d	10.79 ± 1.24 ^e	8.29 ± 2.47 ^{bc}	6.86 ± 2.60 ^{bc}	6.05 ± 2.27 ^a	9.14 ± 1.84 ^{bc}
20	3.25 ± 1.26 ^e	11.71 ± 1.31 ^f	9.04 ± 2.27 ^c	5.3 ± 2.55 ^c	5.48 ± 2.19 ^a	9.96 ± 2.02 ^c

¹⁾N=3; Means within the same column followed by the same superscript are not significantly different (p<0.05, Tukey test).

은 빵잎분말이 첨가될수록 갈색이 연해지는 것으로 나타났으며, 내부색은 녹색이 더 진해지고 어두워지는 것으로 평가되었다. 대조구의 기공크기가 가장 작고 균일했으며 빵잎분말의 첨가량이 증가할수록 기공의 크기는 커졌으며 균일하지 못한 것으로 평가되었다. 케이크의 부드러운 정도는 시료 간에 유의적인 차이가 없었으며, 촉촉한 정도는 빵잎분말이 첨가된 시료가 대조구보다 촉촉한 것으로 나타났다.

요 약

본 연구는 빵잎분말을 케이크의 제조에 기능성 소재로 이용하고자 실시되었으며, 이를 위하여 밀가루의 4, 8, 12, 16, 20%를 빵잎분말로 대체하여 yellow layer cake를 제조하였다. 케이크의 품질은 반죽의 점도와 비중, 케이크의 baking 특성 및 저장기간중의 텍스처 변화를 측정하여 평가하였다. 빵잎분말의 첨가량이 증가할수록 반죽의 점도와 케이크의 비체적은 증가하였다. 케이크의 대칭지수는 빵잎분말의 양이 증가함에 따라서 감소하였으나, 총부피지수나 균일성 지수는 변화가 없었다. 저장기간 중의 경도변화는 빵잎분말의 첨가량이 증가할수록 경도증가율이 낮았으며, 대조구보다 덜 단단한 것으로 나타났다. 관능검사결과 빵잎분말을 첨가한 케이크의 부드러움성은 차이가 없었으며 촉촉한 정도는 빵잎분말을 첨가한 케이크가 더 크게 나타났다.

감사의 글

본 연구는 2003학년도 건양대학교 학술연구비 지원에 의하여 이루어진 것이며 이에 감사드립니다.

문 헌

1. Shin, K.H., Young, H.S., Lee, T.W. and Choi, J.S. Studies on the chemical component and antioxidant effects of *Solanum lyratum*. Korean J. Pharmacogn. 26: 130-138 (1995)
2. Kim, J.S., Kang, S.S., Lee, M.W. and Kim, O.K. Isolation of flavonoids from the leaves of *Aralia continentalis*. Korean J. Pharmacogn. 26: 239-243 (1995)
3. Chae, J.Y., Lee, J.Y., Hoang, I.S., Whangbo, D., Choi, P.W., Lee, W.C., Kim, J.W., Kim, S.Y. and Rhee, S.J. Analysis of functional components of leaves of different mulberry cultivars. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 32: 15-21 (2003)

4. McClure, W.J. The flavonoids (Part 2), pp. 1033-1035. In: Physiology and Functions of Flavonoids. Harborne, J.B., Mabry, T.J. and Mabry, H. (eds.). Academic Press Inc., New York, USA (1975)
5. Cha, J.Y., Kim, H.J., Chung, C.H. and Cho, Y.S. Antioxidative activities and contents of polyphenolic compound of *Curdrania-tricuspidata*. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 28: 1310-1315 (1999)
6. Kim, S.Y., Lee, W.C., Kim, H.B. and Kim, S.K. Antihyperlipidemic effects of methanol extracts from mulberry leaves in cholesterol induced hyperlipidemia in rats. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 27: 1217-1222 (1998)
7. Yoo, S.K., Kim, M.J., Kim, J.W. and Rhee, S.J. Effects of YK-209 mulberry leaves on disaccharidase activities of small intestine and blood glucose-lowering in streptozotocin-induced diabetic rats. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 31: 1071-1077 (2002)
8. Yoo, S.K. and Rhee, S.J. Effects of YK-209 mulberry leaves on antioxidative defense system of liver in streptozotocin-induced diabetic rats. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 31: 1065-1070 (2002)
9. Collins, J.L., Kalantari, S.M. and Post, A.R. Peanut hull flour as dietary fiber in wheat bread. J. Food Sci. 47: 1899-1920 (1982)
10. Chen, H., Rubenthaler, G.L. and Schanus, E.G. Effect of apple fiber and cellulose on the physical properties of wheat flour. J. Food Sci. 53: 304-305 (1988)
11. Shorgren, M.D., Pomeranz, Y. and Finney, K.F. Counteracting the deleterious effects of fiber in breadmaking. Cereal Chem. 58: 142-144 (1981)
12. Brockmole, C.L. and Zabik, M.E. Wheat bran and middlings in white layer cakes. J. Food Sci. 41: 357-360 (1976)
13. Im, J.G., Kim, Y.S. and Ha, T.Y. Effect of sorghum flour addition on the quality characteristics of muffin. Korean J. Food Sci. Technol. 30: 1158-1162 (1998)
14. Cho, M.K. and Lee, W.J. Preparation of high-fiber bread with barley flour. Korean J. Food Sci. Technol. 28: 702-706 (1996)
15. Miller, R.A. and Hosney, R.C. The role of xanthan gum in white layer cakes. Cereal Chem. 70: 585-588 (1993)
16. AOAC. Official Methods of Analysis. 14th ed.. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, USA (1995)
17. Korea Food and Drug Administration. Food Code, pp. 584-587. Foods Industry Association, Seoul, Korea (2001)
18. Association of Cereal Chemist. Approved Method of the AACC. 8th ed., American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA (1983)
19. Campbell, A.M., Penfield, M.P. and Griswold, R.M. The experimental Study of Food, p. 447. 2nd ed., Houghton Mifflin Co., PA, USA (1979)
20. Kim, K.O., Kim, S.S., Sung, N.K. and Lee, Y.C. Methods & Application of sensory Evaluation. Sinkwang Press, Seoul (1997)
21. Campbell, A.M., Penfield, M.P., and Griswold, R.M. The experimental Study of Food, p. 337. 2nd ed., Houghton Mifflin Co.,

- PA, USA (1979)
22. Suh, S.D., Chang, P.S. and Kim, K.O. Physicochemical and sensory characteristics of layer cake containing selectively oxidized cellulose. Korean J. Food Sci. Technol. 33: 216-220 (2001)
23. Kim, M.H., Kim, J.O. and Shin, M.S. Effects of resistant starches on the characteristics of sponge cakes. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 30: 623-629 (2001)
24. Kim, C.S. The role of ingredients and thermal setting in high-ratio layer cake system. J. Korean Soc. Food Nutr. 23: 520-529 (1994)
-

(2003년 4월 7일 접수; 2003년 8월 4일 채택)