

계란분말 제조 조건에 따른 스펀지케이크의 특성 변화

양혜영 · 이진성 · 박기환*
중앙대학교 식품공학과

Effect of Whole Egg Spray-drying Conditions on Physical and Sensory Properties of Sponge Cake

Hae-Young Yang, Jinsung Lee, and Ki-Hwan Park*

Department of Food Science and Technology, Chung-Ang University

Abstract The objective of this study was to determine the optimum manufacturing conditions of whole egg powder with high foaming property sufficient for making sponge cakes. Whole eggs were either desugarized and/or adjusted pH before spray-dried at a temperature of 70°C. The physical properties of the cake were measured, and sensory evaluation was conducted on a 9-point scale. The pH and specific gravities of the foam and batter made from desugarized egg powder did not differ from those of the control, whereas batter made from commercial powder experienced significant loss of cake characteristics. The pH adjustment did not improve the foaming properties of the egg powders. The volume and textural properties of the cakes made from spray-dried egg did not differ from those of fresh egg. The taste and sensory characteristic scores for fresh egg, desugarized whole egg powder, and commercial powder were 5.00, 4.78, and 1.89, respectively. These results indicate that egg powders desugarized and spray-dried at 70°C are sufficient for making sponge cakes with acceptable physical and sensory attributes.

Key words: sponge cake, whole egg powder, foaming capacity, desugarization, spray-drying

서 론

계란은 단백질 12.8-13.4%, 지질 10.5-11.8%, 탄수화물 0.3-1.0% 및 무기질 0.8-1.0%, 나머지는 수분으로 구성되어 있는 것으로 알려져 있다(1-3). 계란을 분말로 만들면 저장이나 운반 등이 용이하며, 또한 미생물학적 측면에서도 안정성을 유지할 수 있는 장점을 가지고 있다. 그러나 계란분말은 거품형성능력의 저하로 물리적 기능성이 제한되거나, 난백에 있는 포도당 등의 유리 환원당(1)에 의한 아미노카르보닐 반응으로 갈변현상이나 이취 등이 나타나기도 하고, 건조과정에서 물리·화학적 변화를 일으키는 등의 여러 가지 문제점도 가지고 있다(4-8). 계란분말의 거품형성 능력이나 겔 형성능력 등은 가공처리조건에 따라서도 크게 달라질 수 있기 때문에 이들을 극대화하기 위한 연구가 외국에서는 다소 진행되고 있는 실정이나(9-13), 국내에서는 난백분말에 관한 연구(14,15)만 다소 진행되고 있을 뿐 계란분말에 대한 연구는 거의 찾아 볼 수 없으며, 생산현장에서의 계란분말 가공은 경험에 의존하고 있는 실정이다.

스펀지케이크는 근본적으로 계란의 팽창성을 이용한 대표적인

거품류 케이크로써, 계란의 양과 품질은 케이크의 품질에 큰 영향을 미친다(16,17). 안정된 거품은 가열하는 동안 응고되어 큰 부피를 형성하는데(18), 계란의 단백질은 열변성에 의해 케이크 조직을 형성하는 주요한 인자라고 알려져 있으며(19), 분무건조 전 pH의 조절이 거품형성능력에 영향을 미친다는 보고가 있다(14). 또한, Franke와 Kieβling(20)은 건조분말을 사용할 경우, 분말의 건조조건에 따른 변화로 그의 기능특성이 달라질 수 있다는 사실 등을 밝힌 바 있다. 이러한 내용들을 모두 종합해 볼 때, 계란분말로 만들어지는 스펀지케이크의 품질특성을 개선할 수 있는 요인으로서 계란의 양과 신선도, 계란분말을 만들 때의 처리온도, 분무건조 전 pH의 조절 및 거품형성능력과 형성된 거품의 안정성 등이라 예상된다.

따라서 본 연구에서는 계란분말의 제조조건과 분무건조 전 pH의 조절이 스펀지케이크의 특성에 미치는 영향을 검토하고자 하였다. 예비실험으로 계란액과 탈당시킨 계란액을 소재로 하여 분무기의 건조온도(air outlet temperature)를 각각 65, 70, 75, 80, 85 및 90°C 등으로 조절하여 분말을 제조하였으며, 이들 분말을 소재로 한 스펀지케이크를 만들어 여러 가지 특성을 조사하여 본 결과, 분무건조 온도를 70°C로 하여 처리한 분말의 제품이 가장 우수한 품질을 나타냈음을 확인하였다. 따라서 분무건조온도를 70°C로 고정하고, 비탈당 또는 탈당한 계란액과 탈당한 계란액을 분무건조하기 전에 pH를 두 가지로 조절하여 만든 4종류의 분말과, 그 밖에 상업용분무건조분말 및 동결건조분말 등 모두 6종류의 계란분말을 소재로 한 스펀지케이크를 만들어, 이들의 물리적 특성과 관능적 특성 등을 분석하여 스펀지케이크의 특성을 개선할 수 있는 계란분말의 적정 제조조건을 찾아보고자 하였다.

*Corresponding author: Ki-Hwan Park, Department of Food Science and Technology, Chung-Ang University, Anseong, Gyeonggi 456-756, Korea

Tel: 82-31-670-3036

Fax: 82-31-675-4853

E-mail: khpark@cau.ac.kr

Received February 3, 2010; revised February 21, 2010;

accepted February 21, 2010

재료 및 방법

재료

박력분 1급(수분 13.5%, 단백질 7.75%, 회분 0.39%(Dachan Flour Mills Co., Seoul, Korea)), 설탕(Samyang Co., Ulsan, Korea), 소금(순도 98% 이상, Hanju. Co., Ulsan, Korea), 액란, 계란분말(비탈당, 탈당, 탈당/계란액의 pH를 6.0으로 조절, 탈당/계란액의 pH를 6.5로 조절 등 4가지 조건), 상업용분무건조분말(Poonglim, Jincheon, Korea), 동결건조분말 등을 사용하였다.

계란분말의 제조

계란액의 전 처리: 계란의 외관이 깨끗한 것을 선별하여 표면을 70% alcohol로 소독한 후 깨서 Lab-stirrer(PL-S10, Poonglim, Seoul, Korea)를 사용(1,600 rpm, 4 min)하여 난백과 난황을 균일하게 혼합하였다. Standard testing sieve(No. 50/300 μm, Chung Gye Sang Gong Sa, Seoul, Korea)를 이용하여 2회 여과하였다.

계란액의 탈당 및 pH 조절: 계란액의 탈당은 Lee와 Chen(21)의 방법을 변형하여 전 처리된 계란액의 1.2%에 해당하는 yeast (safinstant, S. I. Lesaffre, Marcq en Baroeul, France)를 첨가하여 탈당하였다. Yeast는 5배의 증류수에 녹여 사용하였으며 계란액의 온도를 24°C로 유지하여 yeast의 활성을 증대시켰다. 당의 함량 변화는 one touch glucose meter(Roche Diagnostics GmbH, Frankfurt, Germany)를 사용하여 측정하였다. 탈당된 계란액은 0.1 N HCl을 이용하여 pH를 6.0과 6.5로 조절하였다.

건조 조건: 계란액을 건조 분말로 만들기 위하여 예비실험결과 가장 적절한 온도로 확인된 70°C를 이용하여 분말을 제조하였다. 열풍분무 건조는 분무건조기(Samjin Engineering, Pyeongtaek, Korea)를 사용하여 air inlet temperature 94°C, air outlet temperature 70°C, spray air pressure 2 kg/cm², speed control 1.5의 조건으로 분무하였으며, 동결건조는 계란액을 급속 냉동시킨 후 동결건조기(Beta-A type, Martin Christ, Berlin, Germany)를 사용하여 수분을 제거 하였다.

스폰지 케이크의 제조

재료의 배합은 Baker's percentage(22) 방법을 이용하였으며 Mizukoshi 등(23)의 제조방법을 달리하여 Fig. 1과 같은 방법으로 스펀지케이크를 제조하였다. 각 재료의 배합률은 Table 1과 같이 정하였으며 케이크 반죽은 제과용 mixer(Kitchen aid K5SS, Kitchen Europa Inc., Brussels, Belgium)를 사용하였다.

신선계란을 이용한 스펀지케이크의 제조: 계란을 24°C에서 3시간 방치 한 다음 반죽기에 장착한 혼합조(mixing bowl)에 넣고 2단으로 20초간 저어 난백과 난황을 풀어 주었다. 설탕, 소금 등을 Table 1의 내용과 같이 넣고 거품기를 혼합조의 바닥에서 일정한 간격을 유지하도록 하여 2단으로 20초간 저어 주었다. 혼합액의 온도는 24°C를 유지하였다. bowl의 옆면을 긁어 준 후 5단으로 10분간 혼합한 후 1단으로 30초간 저어 거품을 안정화시킨 후 혼합조를 반죽기에서 이탈시켜 체에 친 박력분을 넣고 주걱을 사용하여 50회 저어 가루를 분산시켜 반죽을 마무리하였다. 반죽온도는 23-24°C로 조절하였다. 반죽은 평균지름 15 cm, 깊이 4.5 cm의 원형 팬에 200 g을 담았다. 팬을 바닥에 가볍게 3회 내리쳐서 충격을 주어 큰 기포를 제거한 후 예열시킨 전기 테크 오븐(Woo-Jung Co., Buchon, Korea)을 사용하여 윗불 170°C, 아랫

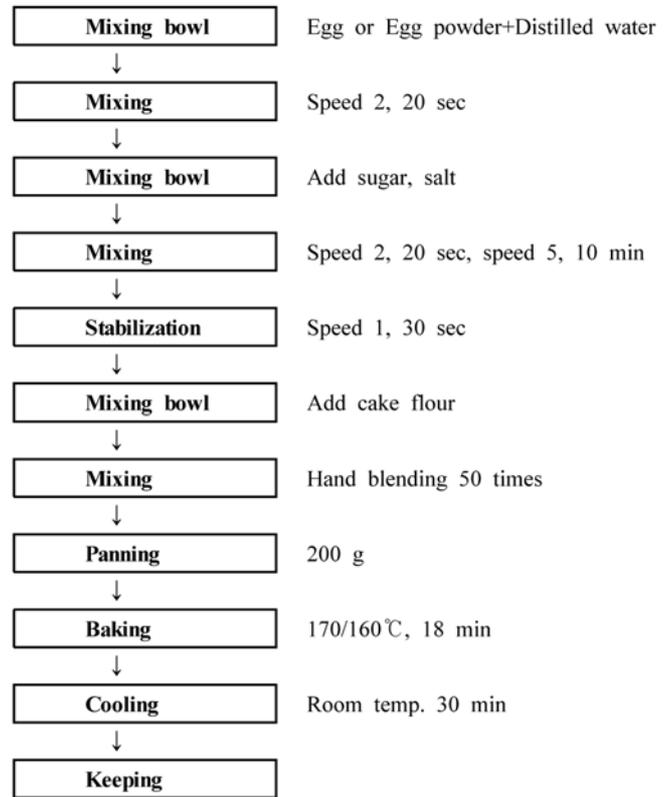


Fig. 1. Preparation of sponge cake.

불 160°C에서 18분간 굽기를 하였다.

계란분말을 이용한 스펀지케이크의 제조: 비탈당, 탈당, 및 탈당하여 pH를 6.0(탈당/pH 6.0)과 6.5(탈당/pH 6.5)로 조절하여 제조한 4종의 계란분말과 그 밖에 상업용분무건조분말과 동결건조분말 등을 각각 증류수와 잘 혼합되도록 stirrer를 사용하여 10분간 저어 계란액(liquid)을 만들었다. 혼합조에 계란액, 설탕, 소금을 넣고 거품기를 혼합조의 바닥에서 일정한 간격을 유지하도록 하여 2단으로 20초간 저어 주었다. 이때 혼합액의 온도는 24°C로 유지하였으며, 나머지는 위의 제조방법과 동일하게 하였다.

일반 특성 측정

pH: pH의 측정은 액상, 거품 및 반죽상태 등에서의 pH를 pH meter(pp-11, Sartorius, Goettingen, Germany)를 이용하여 측정하였다.

비중, 부피 및 비용적: 거품 및 반죽의 비중(specific gravity)은 AACC methods 10-15(24)에 따라 물의 무게에 대한 거품 및 반죽의 무게 비로 나타냈다. 굽기를 마친 케이크를 상온에서 30분간 냉각시킨 다음 팬에서 분리하여 AACC methods 72-10(24)의 종자치환법을 이용하여 부피를 측정하였다. 비용적(specific capacity)은 냉각시킨 후 측정된 케이크의 부피를 분할 중량으로 나누어 구하였다(17).

Texture: 제조된 케이크를 25°C의 온도에서 24시간 방치한 다음 케이크의 가운데 부분을 중심으로 4.0×4.0×3.0 cm³로 절단하여 Texture Analyzer(TAHDi/500, Stable Micro Systems, Surrey, UK)를 이용하여 texture profile analysis(T.P.A) mode로 반복 측정

Table 1. Formula of sponge cake

Ingredients	Weight (g)	FB* (%)
Flour	150.0	100.0
Sugar	180.0	120.0
Egg powder	56.7	37.8
Distilled water	168.3	112.2
NaCl	3.0	2.0

*Flour basis.

Table 2. Testing condition for texture profile analysis

Parameters	Conditions
Probe type	A/TBL
Pre test speed	2.0 mm/sec
Test speed	1.0 mm/sec
Post test speed	1.0 mm/sec
Rupture test distance	1.0 %
Distance	75 %
Force	100 g
Time	5 sec

하였다. 측정조건은 Table 2와 같다.

색도: 제조된 케이크를 25°C의 온도에서 24시간 방치한 후 6.0×6.0×2.0 cm³로 절단하여 Hunter Difference Meter(Ultra Scan PRO, Hunter Laboratories Inc., Campbell, CA, USA)를 사용하여, L(lightness), a(redness), b(yellowness) 값을 측정하였다. 이때 표준 값은 명도 93.28, 적색도 -0.87, 황색도 1.30였다.

관능 평가

각각 제조된 케이크는 6개 항목의 관능적 특성에 대한 상대강도를 평가하기 위하여 밀봉하여 실온에서 6시간 방치한 뒤 케이크를 2×2×2.5 cm³의 크기로 잘랐다. 각 처리 시료를 흰색 용기에 담아 폴리비닐 랩을 씌워 물과 함께 12명의 관능검사원에게 제시하였다. 관능검사원은 식품공학과 재학생을 선정하여 이들에게 실험목적 및 평가항목에 대해 설명하고 충분한 훈련을 실시하여 케이크의 품질 차이를 식별할 수 있는 능력을 갖추게 하였다. 평가항목은 케이크 단면에 나타나는 기공 크기와 기공의 균일성, 케이크의 색깔, 맛, 이취 및 조직감 등의 순서로 평가하였다. 평가의 척도는 Kim과 Lee(25)의 방법으로 9점 척도로 1점에서 9점으로 하였으며 평가는 계란액으로 제조한 스펀지케이크의 특성

을 5점, 동일하다로 설정하여 비교토록 하였으며 조사한 특성 척도는 다음과 같다. 기공의 특성은 1점, 매우 조밀하다 9점, 매우 크다; 기공의 균일성은 1점, 매우 불균일하다 9점, 매우 균일하다; 색은 1점, 매우 밝다 9점, 매우 어둡다; 이취는 1점, 매우 연하다 9점, 매우 강하다; 조직감은 1점, 매우 단단하다 9점, 매우 부드럽다 등으로 평가하였다.

결과의 통계 처리

각 항목에 대하여 5회 반복 실시하였으며 이 결과에 대해서는 SAS program(26)을 이용하여 분산분석(analysis of variance, ANOVA)과 Duncan's multiple range test법으로 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

스펀지케이크의 pH

대조구와 상업용분무건조분말, 동결건조분말 및 4가지 계란분말 등을 증류수와 혼합한 액상(liquid), 설탕과 소금 등을 혼합하여 혼합액을 만든 후 교반하여 만들어진 거품상태(foam) 및 밀가루를 넣어 반죽한 스펀지케이크 반죽상태(batter) 등에서의 pH를 측정된 결과는 Table 3과 같다.

산란 직후 난백의 pH는 7.6-8.5 사이이나 계란을 보관하는 동안 CO₂ 가스가 외부로 방출되어 보관기간에 따라 pH가 9.7까지 증가되며, 신선한 난황의 pH는 6.0 정도이나 보관기간에 따라 6.4-6.9로 증가하게 된다(2). 대조구의 액상 pH는 7.70으로, 이에 비해 pH를 조절하지 않고 만든 분말의 액상 pH는 9.04-9.34로 높았다. 그러나 pH를 조절하지 않은 비탈당분말이나 탈당분말의 액상 pH는 유의적 차이를 나타내지 않아 pH가 탈당여부와는 관계가 없음을 확인할 수 있었다. 한편 pH의 변화가 계란분말의 특성에 미치는 영향을 알아보기 위하여 계란액의 pH를 6.0과 6.5로 조절하여 제조한 분말의 경우 액상의 pH는 각각 6.65와 8.22로 나타났다. 이와 같이 계란액상태에서의 pH조절은 건조분말상태를 거쳐 액상으로 될 pH에 큰 차이를 보이는데, 이는 난백분말 제조 시 난백의 pH와 건조온도를 조절할 경우 엔젤 푸드 케이크의 특성에 영향을 미친다는 Yang 등(15)의 보고도 관련되는 내용이라 고찰된다. 상업용분무건조분말의 경우 pH는 6.49로 나타났다. 이는 분말을 제조하는 과정에서 구연산을 넣어 pH를 낮추어서 분말을 제조하는데 오는 결과로 사료된다. 그리고 설탕과 소금을 넣고 휘저어 만든 거품상태의 pH는 대조구의 경우 7.97, 계란액의 pH를 6.5로 조절하여 만든 분말의 경우 7.99로서 이들 사이에는 유의차가 없는 것으로 나타났다.

Table 3. pH of liquid, foam and sponge cake batter

pH	Con ¹⁾	Egg powder (Mean±SD)					
		CP ²⁾	FD ³⁾	SD ⁴⁾	DS ⁵⁾	DS/6.0 ⁶⁾	DS/6.5 ⁷⁾
Liquid	7.70±0.01 ^c	6.49±0.04 ^d	9.04±0.05 ^a	9.34±0.16 ^a	9.13±0.14 ^a	6.65±0.42 ^d	8.22±0.11 ^b
Foam	7.97±0.01 ^c	6.24±0.10 ^d	9.03±0.09 ^a	8.80±0.15 ^b	8.67±0.16 ^b	6.34±0.14	7.99±0.07 ^c
Batter	7.44±0.02 ^b	6.15±0.09 ^d	8.17±0.02 ^a	7.96±0.28 ^a	7.63±0.15 ^b	6.13±0.13 ^d	7.08±0.06 ^c

¹⁾Con: Fresh egg.²⁾CP: Commercial egg powder³⁾FD: Freeze-dried egg powder⁴⁾SD: Spray-dried egg powder⁵⁾DS: Desugared and spray-dried egg powder⁶⁾DS/6.0: Desugared, adjusted pH of 6.0 and spray-dried egg powder⁷⁾DS/6.5: Desugared, adjusted pH of 6.5 and spray-dried egg powderValues within a row not sharing a superscript are significantly different at $\alpha=0.05$.

Table 4. Specific gravity, volume, and specific capacity of sponge cake

Physical characteristics	Con ¹⁾	Egg powder (Mean±SD)						
		CP ²⁾	FD ³⁾	SD ⁴⁾	DS ⁵⁾	DS/6.0 ⁶⁾	DS/6.5 ⁷⁾	
Specific gravity	Foam	0.32±0.02 ^c	0.86±0.04 ^a	0.35±0.00 ^{bc}	0.38±0.02 ^b	0.32±0.01 ^c	0.34±0.00 ^{bc}	0.35±0.03 ^{bc}
	Batter	0.42±0.02 ^c	1.01±0.03 ^a	0.50±0.02 ^{bc}	0.53±0.04 ^b	0.44±0.03 ^{de}	0.46±0.01 ^{cde}	0.47±0.03 ^{cd}
Volume (mL)		921.42±9.52 ^a	460.13±2.57 ^d	858.34±10.43 ^b	789.82±49.91 ^c	893.84±25.08 ^{ab}	853.45±5.69 ^b	858.77±19.76 ^b
Specific capacity (mL/g)		4.58±0.07 ^a	2.29±0.02	4.26±0.09 ^b	3.94±0.23 ^c	4.45±0.13 ^{ab}	4.24±0.03 ^b	4.29±0.10 ^b

¹⁾Con: Fresh egg.

²⁾CP: Commercial egg powder

³⁾FD: Freeze-dried egg powder

⁴⁾SD: Spray-dried egg powder

⁵⁾DS: Desugared and spray-dried egg powder

⁶⁾DS/6.0: Desugared, adjusted pH of 6.0 and spray-dried egg powder

⁷⁾DS/6.5: Desugared, adjusted pH of 6.5 and spray-dried egg powder

Values within a row not sharing a superscript are significantly different at $\alpha=0.05$.

스펀지케이크 반죽의 pH에 관하여 Oldham 등(27)은 케이크의 반죽이 고유의 pH 범위를 벗어나 산성 쪽으로 치우치게 되면, 케이크는 미세한 기공, 옅은 표피의 색깔, 약한 향, 푹 쏘는 맛 및 작은 부피 등을 나타내며, 반면 알칼리성 쪽으로 치우치게 되면 케이크는 거친 기공, 진한 표피의 색상 및 강한 향과 소다 맛이 난다고 보고하였다. Song과 Park(28)은 스펀지케이크 반죽의 pH는 7.3-7.6이어야만 케이크의 특성을 잘 살릴 수 있다고 하였다. 이러한 사실로 볼 때, 거품에 밀가루를 넣고 혼합한 결과 상업용 분무건조분말과 계란액의 pH를 6.0으로 조절하여 만든 분말의 경우 반죽상태에서의 pH가 모두 6.2 이하로 낮게 나타났다. 동결건조분말과 비탈당분말의 경우는 모두 pH가 7.9 이상으로 높게 나타나 스펀지케이크의 특성을 잘 살릴 수 있는 적정 pH의 범위를 벗어나 있는 반면, 탈당계란분말로 만든 반죽의 pH만이 7.44로 대조구의 pH 7.63에 근접한 수치로써 스펀지케이크 반죽의 조건을 충족시킬 수 있는 범위라 사료된다.

스펀지케이크의 비중, 부피 및 비용적

Table 4에 스펀지케이크의 거품과 반죽의 비중, 부피 및 비용적 등을 측정된 결과를 제시하였다. 실험 결과에서 탈당한 분말의 경우 거품의 비중은 대조구와 같은 0.32로 차이가 나타나지 않았다. 동결건조분말과 탈당하여 pH를 6.0과 6.5로 조절한 분말의 경우 비중은 각각 0.34와 0.35로 유의차가 나타나지 않았으나 비탈당의 경우 0.38로 다소의 차이를 보였다. 그러나 상업용분무건조분말의 경우는 0.86으로 매우 높았다. 난백의 경우 분무 건조 전 pH의 조절이 거품형성능력에 영향을 미친다는 보고(14)가 있으나 탈당한 계란액의 경우에는 pH를 다소 조절하여도 거품형성능력에는 크게 영향을 주지 않는 것으로 나타났다. 이는 난백과 난황이 혼합된 계란액의 경우 pH의 영향보다는 난황에 들어 있는 lecithin이 유화작용을 하여 거품의 안정성에 영향을 준다는 연구보고(29)와 일치되는 결과라 사료된다. 상업용분무건조분말의 경우 비중이 높은 것은 분말을 제조하는 과정에서 160°C 정도의 높은 온도로 처리하여 기능적 특성에 변화를 갖게 한데서 온 결과로 추정된다(30). 반죽의 비중은 대조구가 0.42이었으며, 탈당분말과 pH를 6.0으로 조절한 분말은 각각 0.44와 0.46으로 유의차를 나타내지 않았으나 비탈당분말과 상업용분무건조분말은 각각 0.53과 1.01로 높게 나타났다. 반죽의 비중이 낮다는 것은 반죽에 많은 공기가 함유되어 있음을 의미한다(31). 케이크반죽의 비중은 반죽 내 거품 형성 정도를 나타내고 적당한 거품 형성은 바람직한 품질의 케이크 제조에 매우 중요하다(32). 상업용분무건조분말의 경우 반죽과정에서 공기의 혼입이 원만하게 이루어

지지 못하였음을 보여주는 결과로, 이것 역시 거품상태에서의 비중이 커진 데서부터 온 결과라 생각된다. 제품의 부피는 탈당분말의 경우 893.84 mL로 대조구의 부피 921.42 mL와 유의적 차이를 나타내지 않았으나 상업용분무건조분말의 경우 460.13으로 큰 차이를 보였다. 스펀지케이크의 구조와 부피 형성은 계란의 거품형성능력과 안정된 거품형성에 크게 좌우된다(31). 거품의 비중은 제품 부피의 간접 측정방법으로 이용되고 있으며, 거품의 비중이 낮아지면 낮아질수록 제품의 부피가 증가하는 경향은 Table 4의 결과에서 확인되었다. Cambel 등(33)은 케이크 반죽은 연속 상인 수용액상에 설탕, 소금 등이 용해되어 있고, 단백질 성분은 콜로이드 상태를 이루며 전분입자, 기공 등이 분산되어 있는 상태라고 설명하였다. Kim과 Ahn(32)은 반죽의 혼합과정에서 가장 중요한 것은 모든 재료를 고르게 분산시키는 것과 거품을 충분히 혼입시켜 안정하게 보유하는 것이라 보고하였다. 여기에서 대조구와 부피가 유사하게 나타난 탈당분말의 경우 거품형성능력과 형성된 거품을 안정하게 보유하는 능력이 유사하다는 것을 보이는 결과로 생각된다. 대조구와 탈당분말을 소재로 하여 제조된 케이크의 비용적은 각각 4.58과 4.45 mL/g로 나타난 반면 상업용분무건조분말을 소재로 한 스펀지케이크의 비용적은 2.29 mL/g로 매우 낮게 나타나 이는 스펀지케이크의 특성을 살리는 소재로는 적합하지 못한 것으로 판단된다.

스펀지케이크의 조직감 특성

건조온도, 탈당 및 pH 등의 조건을 달리하여 제조한 계란분말이 제품의 조직감 특성에 미치는 영향을 texture analyzer를 이용하여 측정하였다. Kawasome 등(34)은 케이크의 경도, 감성 및 씹힘성 등과 입안에서의 촉감과는 상관관계가 높다고 하였다. 케이크의 경도에 영향을 미치는 요인은 수분함량, 완성된 제품의 기공의 발달정도, 부피 등이며, 기공이 잘 발달된 케이크일수록 부피가 크고 경도가 낮다는 보고(35)도 있다. Table 5의 결과와 같이 경도의 경우 대조구가 1.10으로 가장 낮게 나타났으며, 그 다음이 탈당/pH 6.0 분말과 탈당분말의 경우인데, 각각 1.57과 1.61로 비교적 큰 차이를 보이고 있으며, 그 밖에는 모두 더 큰 차이를 보이고 있다. 이는 분말로 제조한 스펀지케이크는 기공의 발달과 부피 등이 대조구와는 근본적으로 차이가 있음을 보여주는 결과이며, 탈당분말과 탈당/pH 6.0 분말에 대한 경도와 부피 관계를 볼 때, 탈당/pH 6.0분말의 경우 부피는 작으나 경도가 거의 같게 나타난 것은 탈당/pH 6.0의 경우 반죽의 pH가 6.13으로 매우 낮은 pH가 낮은 반죽의 특성인 부피는 작고 기공은 닫혀 있는 상태로 제품이 취약해지는 특성을 나타내는 것으로 보인다.

Table 5. Textural attributes of sponge cake

Textural attributes	Con ¹⁾	Egg powder (Mean±SD)					
		CP ²⁾	FD ³⁾	SD ⁴⁾	DS ⁵⁾	DS/6.0 ⁶⁾	DS/6.5 ⁷⁾
Hardness (kg)	1.10±0.04 ^c	6.99±0.21 ^a	1.87±0.05 ^c	2.08±0.08 ^b	1.61±0.02 ^d	1.57±0.06 ^d	1.91±0.03 ^c
Gumminess (kg)	0.82±0.09 ^b	4.91±0.74 ^a	1.43±0.38 ^b	1.44±0.11 ^b	1.20±0.29 ^b	1.32±0.14 ^b	1.13±0.02 ^b
Chewiness (%)	0.74±0.03 ^{ab}	0.70±0.00 ^b	0.70±0.02 ^b	0.77±0.02 ^a	0.74±0.02 ^{ab}	0.69±0.06 ^b	0.72±0.03 ^{ab}
Springiness (%)	0.88±0.03 ^a	0.73±0.02 ^d	0.83±0.02 ^b	0.84±0.03 ^b	0.86±0.03 ^{ab}	0.73±0.01 ^d	0.77±0.01 ^c
Adhesiveness	114.38±2.21 ^{ab}	85.93±5.69 ^{ab}	90.93±49.61 ^{ab}	79.36±15.84 ^{ab}	116.21±76.22 ^{ab}	47.26±30.33 ^b	132.68±45.10 ^a
Resilience (%)	0.35±0.02 ^a	0.28±0.00 ^b	0.26±0.00 ^b	0.28±0.03 ^b	0.27±0.02 ^b	0.26±0.02 ^b	0.28±0.02 ^b

¹⁾Con: Fresh egg.

²⁾CP: Commercial egg powder

³⁾FD: Freeze-dried egg powder

⁴⁾SD: Spray-dried egg powder

⁵⁾DS: Desugared and spray-dried egg powder

⁶⁾DS/6.0: Desugared, adjusted pH of 6.0 and spray-dried egg powder

⁷⁾DS/6.5: Desugared, adjusted pH of 6.5 and spray-dried egg powder

Values within a row not sharing a superscript are significantly different at $\alpha=0.05$.

Table 6. Crumb color values of sponge cake

Color	Con ¹⁾	Egg powder (Mean±SD)					
		CP ²⁾	FD ³⁾	SD ⁴⁾	DS ⁵⁾	DS/6.0 ⁶⁾	DS/6.5 ⁷⁾
L	85.5±0.23 ^b	77.5±1.29 ^c	85.9±0.23 ^{ab}	85.7±0.07 ^{ab}	86.0±0.25 ^{ab}	86.7±0.17 ^a	85.9±0.38 ^{ab}
a	2.22±0.06 ^b	4.96±0.57 ^a	2.91±0.20 ^b	0.58±0.03 ^d	2.31±0.10 ^b	0.79±0.30 ^{dc}	1.16±0.17 ^c
b	36.9±0.32 ^a	22.0±1.36 ^c	29.0±4.09 ^{cd}	25.0±3.07 ^{de}	34.0±3.23 ^{ba}	26.3±1.00 ^{de}	31.6±0.63 ^{bc}
dE	39.6±0.37 ^a	25.3±0.51 ^e	32.1±0.51 ^{cd}	28.7±2.70 ^e	36.4±2.77 ^b	29.4±0.94 ^{de}	34.6±0.43 ^{bc}

¹⁾Con: Fresh egg.

²⁾CP: Commercial egg powder

³⁾FD: Freeze-dried egg powder

⁴⁾SD: Spray-dried egg powder

⁵⁾DS: Desugared and spray-dried egg powder

⁶⁾DS/6.0: Desugared, adjusted pH of 6.0 and spray-dried egg powder

⁷⁾DS/6.5: Desugared, adjusted pH of 6.5 and spray-dried egg powder

Values within a row not sharing a superscript are significantly different at $\alpha=0.05$.

검성은 상업용분무건조분말의 경우 4.91로 가장 높은 값을 나타냈으며 대조구와 나머지의 시료는 0.82-1.44로 나타나 대조구와 유의차가 없는 것으로 나타났다. 경도, 탄력성 등과 관련이 있는 씹힘성은 대조구 0.74, 분말의 경우 0.77-0.69 사이로 대조구와 차이가 없는 것으로 나타났다. 탄성의 경우 대조구는 0.88, 탈당분말은 0.86으로 나타났으며 나머지 시료는 0.73-0.84로 다소 낮은 값을 보였다. 부착성은 대조구와 탈당분말은 각각 114.38, 116.21로 두 시료의 차이는 나타나지 않았다.

스펀지케이크의 색도

스펀지케이크 내부의 색도를 Hunter 색차계로 측정 한 L, a, b 값은 Table 6과 같다. 명도를 나타내는 L의 경우는 상업용분무건조분말로 만들어진 케이크는 77.45로 가장 낮았으며, 대조구는 85.54를 나타냈다. 나머지 소재들로 만들어진 케이크는 85.73-86.67로 나타나 분말로 만들어진 케이크의 L값이 대조구와 비교하여 유의적 차이는 나타나지 않았다. 적색도를 나타내는 a 값은 대조구와 탈당하여 제조한 분말은 각각 2.22와 2.31로 유의적 차이는 나타나지 않았으나, 상업용분무건조분말은 4.96으로 높게 나타났다. 황색도를 나타내는 b 값은 대조구의 경우 36.94이었으며, 비탈당 또는 탈당한 분말로 제조한 케이크의 경우 각각 25.04와 33.95로 나타나 탈당 처리가 케이크 내부의 색도에 많은 영향을 끼치는 것으로 나타났다. 이것은 케이크의 색도는 당의 캐러멜화 와 아미노카르보닐 반응에 의해 영향을 받으며(36), 반죽의 pH는

케이크의 착색정도에 영향을 주어 pH가 높을수록 당의 캐러멜화 와 아미노카르보닐 반응에 의한 착색이 용이하므로(37)의 내용과도 같이 탈당하지 않은 분말은 당의 영향으로 인하여 케이크 내부의 색에 많은 영향을 미치기 때문으로 생각된다.

스펀지케이크의 관능 평가

스펀지케이크의 관능적 특성을 9점 척도법을 이용하여 평가한 결과는 Table 7과 같다. 외관의 특성을 평가하는데 중요한 케이크 단면의 기공 크기와 기공의 균일성을 대조구의 기준치 5로 하여 나타났다. 탈당분말의 경우 기공의 크기와 균일성이 5.56과 5.78로 나타나 대조구와 유의차가 없는 반면 비탈당분말의 경우 5.67과 3.33으로 나타나 기공의 크기는 대조구와 차이가 없지만 균일성 면에서 떨어지는 것으로 나타났다. pH 6.0은 4.33과 6.00으로 나타나 기공의 크기는 대조구에 비해 작지만 기공의 균일성은 대조구에 비해 균일한 것으로 나타났다. 비탈당분말과 탈당분말로 만든 케이크의 색상에는 유의차가 관찰되었다. 이는 비탈당으로 인해 케이크의 색상이 어두워진 결과로 판단되며 색차계로 측정 한 색도와도 일치하는 결과로 나타났다. 맛의 경우 탈당시킨 분말의 경우는 4.78로 대조구에 비교하여 유의적 차이를 나타내지 않았으며, 상업용분무건조분말의 경우는 1.89로 큰 차이를 보이고 있다. 이취는 비탈당분말의 경우 7.00, 상업용분무건조분말의 경우 6.33 등으로 대조구에 비해 유의적 차이를 보이고 있으며, 나머지 시료의 경우는 5.11-5.33으로 유의할만한 차이는

Table 7. Sensory characteristics of sponge cake

Sensory characteristics	Con ¹⁾	Egg powder (Mean±SD)					
		CP ²⁾	FD ³⁾	SD ⁴⁾	DS ⁵⁾	DS/6.0 ⁶⁾	DS/6.5 ⁷⁾
Cell size	5 ^{ab}	2.33±1.00 ^c	5.33±1.00 ^a	5.67±1.32 ^a	5.56±1.13 ^a	4.33±0.50 ^b	5.56±1.24 ^a
Cell uniformity	5 ^{bc}	1.67±0.71 ^e	4.11±0.93 ^c	3.33±1.12 ^d	5.78±0.83 ^{ab}	6.00±1.22 ^a	4.44±1.33 ^c
Color	5 ^c	7.33±0.87 ^a	4.89±0.78 ^c	6.56±0.73 ^b	4.67±0.71 ^c	4.22±0.67 ^c	4.56±1.01 ^c
Taste	5 ^a	1.89±0.78 ^d	3.78±0.67 ^b	3.00±0.50 ^e	4.78±0.44 ^a	3.67±0.50 ^b	4.00±0.87 ^b
Off-odor	5 ^b	6.33±1.12 ^a	5.33±1.00 ^b	7.00±1.00 ^a	5.22±0.44 ^b	5.11±0.60 ^b	5.22±1.09 ^b
Texture	5 ^a	2.11±0.78 ^f	3.56±0.53 ^{de}	3.22±0.83 ^e	4.78±0.44 ^{ab}	4.00±1.00 ^{cd}	4.33±0.50 ^{bc}

¹⁾Con: Fresh egg.

²⁾CP: Commercial egg powder

³⁾FD: Freeze-dried egg powder

⁴⁾SD: Spray-dried egg powder

⁵⁾DS: Desugared and spray-dried egg powder

⁶⁾DS/6.0: Desugared, adjusted pH of 6.0 and spray-dried egg powder

⁷⁾DS/6.5: Desugared, adjusted pH of 6.5 and spray-dried egg powder

Values within a row not sharing a superscript are significantly different at $\alpha=0.05$.

없었다. 이는 탈당으로 인하여 이취가 개선된 것을 나타내는 결과라고 판단된다. 케이크의 부드러움을 측정할 조직감에서는 탈당분말의 경우, 대조구와 유의 차이가 나지 않아 부드러운 것으로 나타났다.

요 약

계란분말 제조 조건이 스펀지케이크의 특성 변화에 미치는 영향을 조사하기 위하여 분무건조 온도를 70°C로 일정하게 하고, 비탈당 또는 탈당하여 pH를 달리하는 등으로 제조한 4종류의 계란분말과 상업용분무건조분말, 동결건조분말 등을 소재로 한 스펀지케이크를 제조하여 이들의 특성을 분석하여 본 결과, 스펀지케이크의 특성을 높이는데 가장 적합한 소재로는 계란을 탈당 한 뒤 70°C에서 분무 건조시켜 제조한 계란분말이 가장 우수하였으며, 이 분말의 거품상태와 반죽상태에서의 비중은 각각 0.32와 0.42로 대조구와 비교하여 유의차가 나타나지 않았다. 동결건조분말의 경우 거품과 반죽 상태에서의 비중 및 케이크의 부피와 물성 등은 비교적 양호한 편이었으나 탈당시켜 분무건조 온도를 70°C로 하여 제조한 분말에는 미치지 못하였다. 그 외에 시료로 사용된 모든 계란분말은 거품이나 반죽상태에서의 비중이 크게 나타났고, 또한 제품의 관능검사 결과로 볼 때, 스펀지케이크 제조용 소재로는 부적합하다는 것을 알 수 있었다. 특히 상업용분무건조분말로 제조한 케이크는 모든 특성 면에서 크게 떨어지는 것으로 나타났다. 따라서 신선한 계란액을 탈당시킨 후 70°C에서 분무 건조시켜 만든 분말이 스펀지케이크를 만드는데 있어 가장 적합한 소재로 확인되었다.

감사의 글

이 논문은 2007년도 중앙대학교 교수연구년 연구비 지원에 의한 것임.

문 헌

1. Chung RA, Stadelman WJ. A study of variations in the structure of the hen's egg. *Brit. Poult. Sci.* 6: 277-282 (1965)
2. Chunningham FE, Cotterill OJ, Funk EM. The effect of season and age of bird. 2. On the chemical composition of egg white. *Poultry. Sci.* 39: 300-308 (1960)

3. Smith AH, Wilson WO, Brown JG. Composition of eggs from individual hens maintained under controlled environments. *Poultry Sci.* 33: 898-908 (1954)
4. Kline L, Sonda TT, Hanson HL. Comparison of quality and stability of whole egg products desugared by the yeast and enzyme methods. *Food Technol.* 8: 343-349 (1954)
5. Kline L, Geg JE, Sonnda TT. A Role of glucose in the storage deterioration of whole egg powder. II. A browning reaction involve glucose and cephalin in dried whole egg. *Food Technol.* 5: 181-187 (1951)
6. Edward BG, Dutton HJ. Role of phospholipids and aldehyde in discoloration. *Ind. Eng. Chem.* 37: 1121-1122 (1945)
7. Hopkins EW, Josh G, Harriman LA. Preparing dried egg products. Patent No. 2427726 (1947)
8. Kaplan AM, Soloway M, Osborne WW, Tubiask H. Resting cell fermentation of egg white by Streptococci. *Food Technol.* 4: 474-477 (1950)
9. Zabik ME, Brown SL. Comparison of frozen, foam-spray-dried, freeze-dried eggs. 6. Foaming ability of whole eggs and yolks with corn syrup solids and albumin. *Food Technol.* 23: 262-266 (1969)
10. Zabik ME. Comparison of frozen, foam-spray-dried, freeze-dried, and spray-dried eggs. 4. Emulsifying properties at three pH levels. *Food Technol.* 23: 838-840 (1969)
11. Fumk K, Zabik ME, Charlebois G, Downs DM. Cream puffs prepared with frozen, foam-spray-dried, freeze-dried, and spray-dried eggs. *Cereal Chem.* 47: 324-331 (1970)
12. Satyanarayana TS, Murali HS. Studies on spray-dried, foam-mat-dried, and freeze-dried whole egg powders: Changes in the nutritive qualities on storage. *Nutr. Rep. Int.* 36: 1317-1323 (1987)
13. Petrova TI, Krugalev SS, Malakhova VP. Effect of drying regimes on properties of dried egg. *Mjasnaja Infustrija SSSR* 5: 27-28 (1986)
14. Kim JY, Kim MR, Park KH, Shim JY, Imm JY. Effect of pH adjustment during production of egg white powder on foaming and gelling properties. *Food Sci. Biotechnol.* 15: 418-423 (2006)
15. Yang HY, Kim MY, Kim JY, Shim JY, Imm JY, Park KH. Effect of egg white manufacturing conditions on the physicochemical and sensory properties of angel food cakes. *Korean J. Food Sci. Technol.* 41: 167-172 (2009)
16. Cho NJ, Kim YH, Jung ST, Cha WJ, Bae SH, Hwang YK. Ingredients for Confectionary and Bakery. B&C World, Seoul, Korea. pp. 146-179 (2000)
17. Mizukoshi M. Phenomena of suspension (6): Study of cake formula. *Pain* 39: 39-41 (1992)
18. Yang SC, Baldwin RE. Functional properties of eggs in foods. pp. 405-463. In: *Egg Science and Technology*. Stadelman WJ, Cotterill OJ (eds). Food Products Press, Binghamton, NY, USA (1995)

19. Pomeranz Y. *Wheat Chemistry and Technology*. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA. p. 756 (1978)
20. Franke K, Kießling M. Influence of spray drying conditions on functionality of dried whole egg. *J. Sci. Food Agr.* 82: 1837-1841 (2002)
21. Lee WC, Chen TC. Functional characteristics of egg white solids obtained from papain treated albumen. *J. Food Eng.* 51: 263-266 (2002)
22. Doerry W. *AIB Baking Technology*, American Institute of Baking, Manhattan, KS, USA. p. 17 (1997)
23. Mizukoshi M, Kawada T, Matsui N. Model studies of cake baking. I. Continuous observations of starch gelation and protein coagulation during baking. *Cereal Chem.* 56: 305-313 (1979)
24. AACC. *Approved Method of the AACC*. 10th ed. Method 10-15. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA (2000)
25. Kim KO, Lee YC. *The Sensory Evaluation of Food*. Hakyonsa, Seoul, Korea. pp. 239-246 (1995)
26. SAS Institute, Inc. *SAS User's Guide*. Statistical Analysis System Institute, Cary, NC, USA (2002)
27. Oldham AM, McComber DR, Cox DF. Effect of tartar level and egg white temperature on angel food cake quality. *Family and Consumer Sciences Research Journal* 29: 111-124 (2000)
28. Song JC, Park HJ. Physical, Functional, Textural and Rheological Properties of Foods. 3rd ed. Ulsan, Korea. pp. 47-51 (2000)
29. Kawasome S, Tamura S, Nakao A, Yamano Y. Effect of egg yolk on the retention of the aAir cells in butter sponge cake. *J. Jpn. Soc. Home Econo.* 40: 279-285 (1989)
30. Ayadi M.A, Khemakhem M, Belgith H, Attia H. Effect of moderate spray drying conditions on functionality of dried egg white and whole egg. *J. Food Sci.* 73: 281-287 (2008)
31. Pyler EJ. Physical and chemical test methods. In *Baking Sci. & Technol.* 3rd ed. Sosland Publishing Co., Merriam, KS, USA. pp. 992-998 (1988)
32. Kim CH, Ahn MS. The quality characteristics of sponge cake with varied levels of whey protein isolate. *Korean J. Food Cookery Sci.* 23: 41-49 (2007)
33. Cambel AM, Penfield MP, Griswold RM. *The Experimental Study of Food* 2nd ed. Houghton Mifflin Co., Boston, MA, USA. pp. 369-386 (1979)
34. Kawasome S, Yamamoto Y. Effect of butter content on the texture of sponge cakes. *J. Jpn. Soc. Home Econo.* 41: 71-75 (1990)
35. Chabot JF. Preparation of food science sample for SEM. *Scan. Electron Micros.* 3: 279-286 (1979)
36. Reidle MA, Klein BP. Effect of soy field flour substitution on physical characteristics of chemically leavened quick bread. *Cereal Chem.* 60: 367-370 (1983)
37. Lee KA, Lee YJ, Yang JS. Effects of irradiated egg white on the quality of angel food cake. *Korean J. Food Cookery Sci.* 18: 30-33 (2002)