

케이크용 신선편의 과일 코팅제의 제조 및 저장 특성

박정은¹ · 연수지¹ · 김동호² · 박여진¹ · 장금일^{1*}

¹충북대학교 식품공학과

²서원대학교 식품공학과

Preparation of Coating Agent for Fresh-Cut Fruit on Cake and Its Storage Characteristics

Jung-Eun Park¹, Soo-Ji Yeon¹, Dong-Ho Kim², Yeo-Jin Park¹, and Keum-Il Jang^{1*}

¹Dept. of Food Science and Technology, Chungbuk National University, Chungbuk 361-763, Korea

²Dept. of Food Science and Engineering, Seowon University, Chungbuk 361-742, Korea

ABSTRACT In this study, we tried to develop a coating agent for the fresh-cut fruits used in cakes. First, the coating agent mixing ratios of sugar, pectin, sodium alginate, carrageenan, xanthan gum, vitamin C, and purified water were selected to be 55, 2, 2, 0.04, 0.1, 0.05, and 40.81% (w/w), respectively. In a freeze-thaw stability of the coating agent, the viscosity remained constant for 3 cycles of freezing and thawing repetition process, but showed a slightly decreasing trend in the 4th repetition process ($P<0.05$). On the other hand, the sugar content, pH, and chromaticity remained constant even in the 4th repetition process. Pineapple coated with the coating agent had smaller weight loss, hardness changes, and total bacteria distribution compared to the uncoated pineapple ($P<0.05$). In the chromaticity, both of the two pineapples experienced browning with increasing storage duration, as L value decreases and b value increases. However, when the color difference was compared, the progress of browning for the uncoated pineapple was faster than the coated pineapple. Also, the progress of browning at 4°C was found to be slower than the progress of browning at 25°C. Therefore, the storage stability of the fresh-cut fruits could be improved by coating the fresh-cut fruits for cakes with the coating agent and storing at a low temperature, which would contribute to extending the shelf-life of cakes.

Key words: coating agent, fresh-cut fruit, cake, freeze-thaw stability, storage characteristics

서 론

최근 식생활 문화의 서구화와 외식의 증가에 따라 식생활의 양식화 비율이 증가하면서 빵의 소비가 증가하는 실정이다. 그리고 기념일을 비롯하여 다양한 의미를 부여하면서 이에 대한 케이크의 소비도 증가하고 있는 실정이다(1). 케이크는 B.C. 2천년 경 이집트에서 이스트를 활용하여 케이크를 구웠다고 보고되었으며, 넓은 의미에서 과자나 빵, 케이크 등의 음식은 밀의 재배와 더불어 시작되었다고 볼 수 있다. 케이크는 주재료인 밀가루, 계란, 설탕, 소금에 부재료인 우유, 생크림, 베이킹파우더 등의 여러 재료를 혼합하여 일정한 팬에 구운 후 장식한 것을 의미한다. 이러한 케이크는 크게 가또(Gateau: 진과자), 갈레트(Galette: 팬케이크), 플랑(Flan: 찐과자) 등으로 분류되며, 아몬드 풍미의 스펀지 케이크에 딸기, 파인애플, 키위 등과 같은 신선편의 과일과 커스터드 크림을 주로 이용한다(2).

신선편의 과일(fresh-cut fruits)은 과일을 즉석 섭취 및 편의식품류(ready-to-eat) 형태의 과일로 절단한 과일로 신선도, 영양성분 및 기능성 인자 등의 품질요소를 최대화하고 소비자들의 사용 편리성과 고부가가치성을 창출하는 신선편의화 제품이지만 과일의 특성상 여러 가지 수반되는 문제점이 있다(3-5). 먼저 과채류는 열화속도가 빨라 저장수명이 다른 식품에 비해 현저하게 짧고, 절단 및 박피할 경우 여러 가지 생리변화에 따른 갈변, 연화 및 미생물 오염 등의 품질변화가 급격하게 일어난다(6,7). 특히 케이크에 사용되는 신선편의 과일의 경우 케이크의 노화 속도보다 빠르게 품질이 저하되는 경향을 나타내기 때문에 코팅제를 사용하여 저장 기간을 늘려줄 필요가 있다.

과일 표면 코팅방법인 나파주(Nappage or apricot glaze)는 설탕의 재결정 성질을 이용하여 케이크에 직접 코팅하는 글라사주(Glacage)와 다르게 설탕 이외의 다양한 점질물질을 함유한 젤리의 형태로 과일이나 과일타르트를 코팅하는데 사용되며, 과일의 광택을 내는 역할과 함께 향긋함을 더해 주면서 과일의 산화와 건조를 방지하여 저장기간을 향상시킬 수 있는 것으로 알려져 있다(8-10). 따라서 식이 코팅

Received 17 June 2013; Accepted 25 July 2013

*Corresponding author.

E-mail: jangki@chungbuk.ac.kr, Phone: 82-43-261-2569

코팅제의 냉·해동 안정성

제조된 코팅제를 먼저 tube(SPL Life Science Co., Ltd., Gyeonggi, Korea)에 40 mL를 옮겨 담은 후 deep freezer (Sanyo Ultra Low, Sanyo Co., Ltd., Osaka, Japan)를 이용하여 -80°C에서 냉동시킨 후 1일간 보관하였다. 그리고 완전히 동결된 코팅제를 꺼내어 실온에서 해동하는 과정을 1회 냉·해동 과정으로 하여 총 4회까지 반복하면서 냉·해동 과정에 의한 코팅제의 당도, 점도, 색도 및 pH의 품질 변화를 측정하여 코팅제의 냉·해동 안정성을 분석하였다.

코팅제의 당도 및 점도

혼합 비율에 따른 코팅제와 해동된 코팅제의 당도는 굴절 당도계(No. 766068, brix 58~90%, ATAGO, Osaka, Japan)를 이용하여 측정하였으며, 점도는 코팅제를 tube (SPL Life Science Co., Ltd.)에 30 mL를 옮겨 담은 후 점도계(DV-E viscometer, Brookfield, Middleboro, MA, USA)를 사용하여 점도를 측정하였는데, 이때 코팅제 온도는 25°C로 맞추고, Spindle No. 64를 이용하여 6 rpm에서 cP(centi poise) 단위로 측정하였다(18).

코팅제의 색도 및 pH

혼합 비율에 따른 코팅제와 해동된 코팅제의 색도 변화는 코팅제를 petri-dish에 3 g을 얇게 펴 바른 후 색차계(CR-300, Minolta, Osaka, Japan)를 이용하여 코팅제의 Hunter L value, a value 및 b value를 3회 반복하여 측정하였으며, 이때 사용된 표준백판은 Y=93.5, x=0.3132, y=0.3200을 나타내었다(19). 또한 혼합 비율에 따른 코팅제 및 냉·해동 과정의 증가에 따른 코팅제의 색차값(ΔE) 변화는 식 (1)의 방법으로 계산하여 측정하였다(20). 그리고 pH는 5 g의 코팅제를 tube에 옮겨 담고, 증류수 45 mL를 첨가하여 10배(w/v)로 희석한 후 pH meter(DOCU-pH meter, Sartorius, Scarsdale, NY, USA)를 사용하여 측정하였다.

$$\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2} \tag{1}$$

코팅제에 의한 파인애플의 저장성

코팅제에 의한 신선편의 과일 중 파인애플의 저장 특성을 분석하기 위해 파인애플의 껍질과 중심을 제거한 파인애플을 두께 1 cm로 절단한 후 4 조각으로 나누어 파인애플의 모든 표면에 제조된 코팅제를 0.5 mm의 두께로 바른 것과 바르지 않는 파인애플을 각각 petri-dish(SPL Life Science Co., Ltd.)에 담아 3.5 L 용량의 polypropylene(PP) 밀폐용기(Lock & Lock, Seoul, Korea)에 넣고, 25°C와 4°C에서 저장하면서 0, 2, 4, 6일 단위로 파인애플의 중량 감소율, 색도, 조직감(경도) 및 미생물의 변화를 측정하여 저장 특성을 비교 분석하였다.

저장 중 파인애플의 중량 감소율

저장 중 파인애플의 중량 감소율은 식 (2)과 같이 파인애플

플의 초기중량에 대한 중량 감소량을 백분율(%)로 환산하여 나타내었다(21).

$$\text{Weight loss rate (\%)} = \frac{W_0 - W_T \text{ (g)}}{W_0 \text{ (g)}} \times 100 \tag{2}$$

W₀: 파인애플의 초기 중량

W_T: T 시간 후 파인애플의 중량

저장 중 파인애플의 색도 및 경도

코팅된 파인애플과 코팅 안된 파인애플의 색도는 파인애플을 가로×세로×높이가 1×1×1 cm³로 절단한 후 petri-dish에 넣고 코팅제의 색도 측정방법과 동일하게 측정하였다. 그리고 저장 중 파인애플의 조직감 중 경도의 변화 분석은 파인애플의 크기를 가로×세로×높이가 1×1×1 cm³로 일정하게 절단한 다음 texture analyser(TA-XT2, Texture Technologies Co., Scarsdale, NY, USA)를 이용하여 측정하였고, 측정조건은 Table 2에 나타내었다(22).

저장 중 파인애플의 일반세균수의 변화

저장에 따른 파인애플의 미생물 변화를 측정하기 위해 저장 중 파인애플을 5 g씩 잘라 멸균 필터팩에 넣고 95 mL의 멸균 생리식염수를 가한 다음 균질기(Stomacher 400, Seward, Worthing, England)를 이용하여 30초간 균질화시켰다. 그리고 멸균 필터팩에서 필터로 여과시킨 1 mL의 균질액을 9 mL의 멸균생리식염수에 첨가하여 희석하는 방법으로 단계 희석하고 NA(nutrient agar, Difco Lab., Sparks, MD, USA) 배지를 이용하여 plate count method로 37°C에서 24시간 배양시킨 후 일반세균수를 colony forming unit(CFU/g)으로 표시하였다(23).

통계분석

실험결과에 대한 통계분석은 SPSS 통계프로그램(Statistical Package for the Social Science, Ver. 12.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 각 측정군의 평균과 표준편차를 산출하고 처리간의 차이 유무를 one-way ANOVA(analysis of variation)로 분석한 뒤 Duncan's multiple range test를 이용하여 유의성을 검정하였다(24).

Table 2. Conditions of texture analyzer for hardness of coated and non-coated pineapple

Items	Operation condition
Mode	TPA test
Sample height	10.0 mm
Probe	20.0 mm
Pre test speed	3.0 mm/s
Test speed	1.0 mm/s
Post test speed	1.0 mm/s
Trigger type	Auto-5 g
Time	5.0 sec
Strain	30.0%

결과 및 고찰

배합비율에 따른 코팅제의 이화학적 특성 비교

배합비율에 따라 제조된 코팅제의 이화학적 특성을 비교한 결과를 Table 3에 나타내었다. 먼저 설탕의 경우 설탕의 양이 증가할수록 당도 및 점도는 증가하는 경향을 나타내었다. Chirife와 Buera(25)는 당류에 의한 점도 증가가 당류의 물분율에 영향을 받으며, 설탕, 포도당, 유당 등의 당류 중에서 설탕이 가장 높은 점도 향상을 나타내었다고 보고하였다. 따라서 코팅제의 당도 및 점도 증가는 설탕의 함량이 증가함에 따라 당의 농도가 증가하고 동시에 설탕의 겔화에 따른 점도 향상 때문으로 생각된다. 그리고 pH는 4.73~4.75 범위로 일정하게 유지되었으며, 색도의 a값도 -2.79~-2.84로 일정하게 유지된 반면 L값은 감소하는 경향을 나타내었고 b값은 증가하는 경향을 나타내었다. 일반적으로 고농도의 당용액을 고온에서 가열할 때 또는 고농도의 당을 함유한 식품의 가공시 일어나는 비효소적 갈색화 반응(카라멜화 반응)이 일어난다고 알려져 있다(26). 또한 당의 가열분해 과정을 포함하는 카라멜화 반응은 proton을 방출하면서 진행되므로 카라멜화 반응을 진행하면 용액의 pH는 시간에 따라 저하하며, pH 4~5에 이른다고 보고하였다(27). 따라서 코팅제를 제조하기 위해 설탕을 첨가하고 코팅제를 녹이기 위한 가열과정을 거치면서 카라멜화 반응이 진행되어 pH가 4.7 범위로 낮아져 유지되는 것으로 생각되며, 카라멜화 반응에 의해 갈색화가 진행되어 b값이 증가하면서 L값이 감소되는 것으로 생각된다. 그러나 색차값을 비교해볼 때 설탕의 첨가에 따른 코팅제의 색도는 일정하게 유지되는 것으로 생각된다.

그리고 펙틴의 함량이 증가하면서 코팅제의 이화학적 특성 변화를 비교해 보면 점도만 증가하는 경향을 나타내었고, 당도, pH 및 색도는 모두 일정하게 유지되어 펙틴의 함량이 점도에만 영향을 나타내는 것을 알 수 있었다. 펙틴은 산이 존재하는 환경에서 당과 수소결합에 의해 겔을 형성하는 성질을 나타내는데(28), 설탕은 카라멜화가 되면서 proton을 방출하여 산의 환경을 유도하며(27), 설탕의 열분해 과정은 proton에 의해 자가 촉매 되는 반응을 거쳐 빠르게 산의 환경을 진행시키기 때문에(29) 펙틴과 설탕이 상호 반응에 의해 코팅제의 점도가 증가된 것으로 생각된다. 또한 알긴산의 함량이 증가함에 따른 이화학적 특성을 비교해보면 펙틴과 유사한 경향을 나타내었는데, 점도의 경우 펙틴의 증가보다 높은 증가폭을 나타내었다. 그리고 b값의 경우 약간 감소하는 경향을 나타내었지만 색차값을 비교해볼 때 색도의 차이는 없는 것으로 생각된다. 알긴산은 고유의 점도 특성과 필름 형성 능력으로 쇠고기나 양고기의 표면코팅에 이용되었으며(30,31), 특히 Ca^{2+} , Cu^{2+} 등과 같은 다가의 금속이온과 결합하여 겔을 형성하는 성질을 이용하여 수분에 대한 저항성이 있는 알긴산 필름의 제조가 가능하다고 보고되어 있다(32). 또한 알긴산은 식품첨가물로 부드러운 식감을 주는

것으로 알려져 있다(14,15). 따라서 알긴산을 이용함으로 펙틴과 함께 코팅제의 점도 향상을 유도하면서 부드러운 식감을 부여하고, 수분 저항성을 향상시킬 수 있을 것으로 생각된다.

또한 카라기난과 잔탄검 및 비타민 C의 함량 변화에 따른 코팅제의 이화학적 특성을 보면 펙틴과 알긴산의 경우와 유사하게 점도만 증가하는 경향을 나타내었는데, 카라기난은 검류와 당류의 이온화 상태에서 카라기난 구성 성분간 상호 작용에 의해 겔화되면서 점도를 향상시키는 특성(33)과 겔화된 상태의 안정성을 향상시키는 것으로 알려져 있다(16). 또한 잔탄검은 식품의 점도 향상을 유도하면서 수분과 결합력이 높아 식품의 경화현상을 지연시키는 특성을 가지고 있다고 보고되었다(17). 그리고 비타민 C 첨가에 따라 pH가 4.55에서 3.7까지 감소한 반면 b값이 증가하는 경향을 나타내었는데, 이는 비타민 C의 수소이온이 해리되어 산도가 높아짐에 따라 pH가 감소되었고 비타민 C의 노란 색상에 의해 b값이 증가한 것으로 생각된다. 따라서 카라기난과 잔탄검 및 비타민 C의 첨가는 펙틴 및 알긴산과 함께 코팅제의 점도 향상 및 겔 상태의 안정성과 함께 수분 결합력에 의한 경화 지연으로 코팅제의 부드러움을 향상시키면서 낮은 pH에 의한 저장성도 함께 부여할 수 있을 것으로 생각된다. 최종적으로 케이프용 신선편의 과일의 코팅을 위한 코팅제의 배합비율은 신선편의 과일에 코팅 후 코팅제가 흘러내려가지 않고 형태가 유지되는 당도 60 brix 이상, 점도 30,000 cP 이상이면서 pH 4이하의 조건에서 고형분 함량이 가장 낮은 배합량으로 C0.05(설탕 55%(w/w), 펙틴 2%(w/w), 알긴산 2%(w/w), 카라기난 0.04%(w/w), 잔탄검 0.1%(w/w), 비타민 C 0.05%, 정제수 40.81%(w/w))의 배합비율을 선정하였다.

코팅제의 냉·해동 안정성

선정된 배합비율에 맞추어 제조된 코팅제의 냉·해동 안정성을 분석하기 위해 -80°C에서 동결시킨 후 실온에서 해동 과정의 반복 횟수에 따른 이화학적 특성을 분석하였다(Table 4). 코팅제의 점도는 3회의 냉·해동 과정이 반복할 때까지는 일정하게 유지되었으나 4회 냉·해동 안정성 분석에서는 조금 감소하는 경향을 나타내었다($P<0.05$). 겔형태의 제품은 냉·해동 과정이 반복되면서 겔로부터 수분이 분리되어 방출되는 이수현상이 증가하는 것으로 알려져 있는데(34), 이수현상은 겔의 안정성에 있어서 중요한 지표로 활용되고 있으며 이수현상이 낮게 발생하는 것은 겔의 수분 보유력이 높다는 것을 의미한다(35). 또한 낮은 이수현상은 분자간 및 입자간 높은 수소결합 때문이며, 검류가 포함된 겔의 수분 보유력 및 겔 형성능력은 구성물질의 조성 및 생고분자 형성특성에 기인된다고 알려져 있다(36). 특히 전분 겔은 냉동될 때 전분이 풍부한 부분이 조성되고 동결되면서 그 부분에서 부분적으로 동결되지 않은 수분이 분리되어 독립적으로 얼음결정을 형성하게 되며, 해동될 때 녹으면서

Table 3. Physicochemical properties of various coating agents for fresh-cut fruits on cake

	Change of sugar content (g)					Change of pectin content (g)				
	S50	S55	S60	S65		P0.5	P1	P1.5	P2	
Sugar content (brix)	56±0.01 ^d	60±0.02 ^c	62±0.01 ^b	66±0.1 ^a		60±0.02 ^a	60±0.01 ^a	60±0.02 ^a	60±0.02 ^a	
Viscosity (cPs)	4,766.7±57.74 ^d	7,333.3±57.74 ^c	12,400±100 ^b	20,300±100 ^a		5,366.7±57.74 ^d	7,333.3±57.74 ^c	9,066.7±57.74 ^b	11,466.7±57.74 ^a	
pH	4.75±0.02 ^a	4.76±0.01 ^a	4.74±0.02 ^a	4.73±0.02 ^a		4.81±0.06 ^a	4.83±0.01 ^a	4.84±0.01 ^a	4.78±0.01 ^a	
L value	51.30±0.2 ^a	51.36±0.2 ^a	50.71±0.1 ^b	49.66±0.2 ^c		51.25±0.1 ^a	51.28±0.1 ^a	51.29±0.1 ^a	51.30±0.1 ^a	
a value	-2.79±0.03 ^a	-2.84±0.03 ^a	-2.81±0.15 ^a	-2.79±0.03 ^a		-2.84±0.02 ^a	-2.86±0.01 ^a	-2.84±0.04 ^a	-2.86±0.01 ^a	
b value	4.28±0.01 ^c	4.81±0.03 ^b	4.78±0.03 ^b	4.93±0.06 ^a		4.82±0.02 ^a	4.82±0.04 ^a	4.82±0.02 ^a	4.83±0.02 ^a	
ΔE value		0.275	0.5985	3.0146			0.04	0.04	0.05	
	Change of sodium alginate content (g)					Change of carrageenan content (g)				
	A0.5	A1	A1.5	A2		C2	C4	C6	C8	
Sugar content (brix)	60±0.01 ^a	60±0.02 ^a	60±0.01 ^a	60±0.01 ^a		60±0.01 ^a	60.5±0.01 ^a	60±0.00 ^a	60±0.10 ^a	
Viscosity (cPs)	9,509.0±61.22 ^d	11,466.7±57.74 ^c	19,200±100.35 ^b	32,190±100 ^a		30,423.3±57.7 ^d	32,190±100.2 ^c	36,990±40.0 ^b	38,290±100.5 ^a	
pH	4.71±0.15 ^a	4.72±0.10 ^a	4.72±0.10 ^a	4.73±0.10 ^a		4.70±0.01 ^a	4.70±0.00 ^a	4.71±0.01 ^a	4.71±0.01 ^a	
L value	51.0±0.1 ^a	51.09±0.15 ^a	51.13±0.1 ^a	50.8±0.5 ^a		50.57±0.24 ^a	50.49±0.35 ^a	50.7±0.4 ^a	50.36±0.03 ^a	
a value	-2.8±0.03 ^a	-2.81±0.01 ^a	-2.81±0.01 ^a	-2.82±0.01 ^a		-2.82±0.10 ^a	-2.82±0.13 ^a	-2.82±0.11 ^a	-2.83±0.11 ^a	
b value	4.82±0.02 ^a	4.83±0.08 ^a	4.83±0.04 ^a	4.83±0.10 ^a		4.82±0.12 ^a	4.83±0.07 ^a	4.83±0.08 ^a	4.84±0.14 ^a	
ΔE value		0.09	0.13	0.2			0.08	0.13	0.21	
	Change of xanthan gum content (g)					Change of L-ascorbic acid content (g)				
	X0.05	X0.1	X0.15	X0.2		C0.01	C0.03	C0.05	C0.07	
Sugar content (brix)	60±0.02 ^a	60±0.00 ^a	60±0.01 ^a	60±0.02 ^a		60±0.01 ^a	60±0.00 ^a	60±0.02 ^a	60±0.02 ^a	
Viscosity (cPs)	26,433.3±57.74 ^d	32,190±100 ^c	38,323.3±57.74 ^b	42,500±100 ^a		33,266.7±57.74 ^a	31,446.7±57.74 ^b	30,746.7±57.74 ^c	30,813.3±208.2 ^c	
pH	4.79±0.01 ^a	4.78±0.01 ^a	4.79±0.01 ^a	4.78±0.01 ^a		4.55±0.03 ^a	4.31±0.01 ^b	3.94±0.01 ^c	3.70±0.02 ^d	
L value	50.87±0.07 ^a	50.9±0.05 ^a	50.98±0.19 ^a	50.64±0.17 ^a		50.23±0.09 ^a	50.3±0.04 ^a	50.41±0.24 ^a	50.39±0.26 ^a	
a value	-2.82±0.10 ^a	-2.83±0.10 ^a	-2.84±0.11 ^a	-2.84±0.08 ^a		-2.83±0.09 ^a	-2.84±0.05 ^a	-2.84±0.03 ^a	-2.83±0.12 ^a	
b value	4.82±0.11 ^a	4.82±0.12 ^a	4.83±0.09 ^a	4.82±0.16 ^a		4.96±0.02 ^c	5.22±0.13 ^b	5.22±0.06 ^b	5.29±0.02 ^a	
ΔE value		0.03	0.11	0.23			0.27	0.032	0.37	

^{a-d}Means with different superscripts in the same row are significantly different at $P<0.05$.

Table 4. Physicochemical properties of coating agents for fresh-cut fruits on cake during freeze-thaw cycles

	Freeze-thaw cycles				
	0	1	2	3	4
Sugar content (brix)	60±0.2 ^a	60±0.21 ^a	60±0.22 ^a	60±0.19 ^a	60±0.09 ^a
Viscosity (cPs)	30,576±65.63 ^a	30,098±43.3 ^a	29,980±25.00 ^a	29,980±52.04 ^a	29,789±28.76 ^b
pH	3.94±1.3 ^a	3.95±0.09 ^a	3.95±0.51 ^a	3.94±0.399 ^a	3.94±0.43 ^a
L value	50.46±2.74 ^a	50.27±2.57 ^a	50.18±1.03 ^a	50.11±0.79 ^a	50.08±1.75 ^a
a value	-2.84±0.25 ^a	-2.84±0.45 ^a	-2.84±0.40 ^a	-2.84±0.17 ^a	-2.84±0.57 ^a
b value	5.22±0.11 ^a	5.21±0.15 ^a	5.22±0.22 ^a	5.22±0.09 ^a	5.22±0.12 ^a
ΔE value		0.19	0.28	0.35	0.38

^{a,b}Means with different superscripts in the same row are significantly different at $P<0.05$.

분리되어 겔은 스폰지 형태의 구조를 형성하게 되고 수분이 방출되는 이수현상이 발생하는 것으로 알려져 있다(37). 그리고 높은 점도를 나타내는 검류의 경우 이수현상을 감소시키는데 효과적이라는 보고(38)를 미루어 볼 때 코팅제의 1~3회의 반복된 냉·해동 과정에서 점도가 일정하게 유지된 것은 높은 점도를 형성한 코팅제의 경우 구조적인 결합력이 강하고 수분보유력이 높아 이수현상이 억제되었기 때문이며, 초기 냉·해동 과정에서부터 이수현상을 나타내는 다른 겔 종류에 비하여 냉·해동 중 높은 점도 안정성을 나타냈다고 생각된다. 반면 4회 냉·해동 과정에서 점도가 감소되는 것은 코팅제로부터 얼음결정이 형성되면서 해동 시 수분이 분리되는 이수현상 발생에 의해 코팅제의 구조가 스폰지 형태의 이상 구조를 형성하면서 점성이 낮아져 코팅제의 점도가 감소되는 것으로 생각된다. 그러나 냉·해동 과정이 반복되는 동안 코팅제의 당도, pH, 색도는 일정하게 유지되는 경향을 나타내었는데, 이는 반복된 냉·해동 과정에서 3회까지 일정하게 유지된 코팅제의 점도 특성을 미루어 볼 때 케이크용 신선편의 과일을 위한 코팅제가 높은 냉·해동 안정성을 나타내었다고 생각된다.

코팅제를 이용한 파인애플의 저장 특성

제조된 코팅제를 이용하여 코팅한 파인애플의 저장성 특성을 분석하기 위하여 4°C의 냉장상태와 25°C의 실온상태에서 코팅하지 않은 파인애플과 함께 중량 감소율, 경도, 색도 및 일반세균수를 비교 분석하였다. 먼저 중량 감소율의 경우 4°C의 냉장상태에서는 저장 6일째까지 코팅한 파인애플(2.1%)과 코팅하지 않은 파인애플(2.6%) 모두 낮은 감소율을 나타내었는데, 코팅한 파인애플이 조금 더 낮은 감소율을 나타내었다(Fig. 1). 반면 25°C의 상온에서는 코팅된 파인애플과 코팅되지 않은 파인애플 모두 냉장조건에 비하여 높은 감소율을 나타내었으나 코팅되지 않은 파인애플이 6일째 12.9%의 감소율을 나타낸 반면 코팅된 파인애플이 6일째 8.0%의 감소율로 중량 감소가 천천히 진행됨을 확인할 수 있었다. 이는 코팅제에 포함된 알긴산의 경우 수분에 대한 저항성이 있다고 알려져 있기 때문에(32) 코팅제의 겔 특성과 함께 파인애플의 수분증발의 억제 효과를 유도했기 때문에 코팅된 파인애플의 중량 감소율이 낮아지는 것으로 생각되며, 상온에서의 효과가 냉장상태보다 효과적임을 확

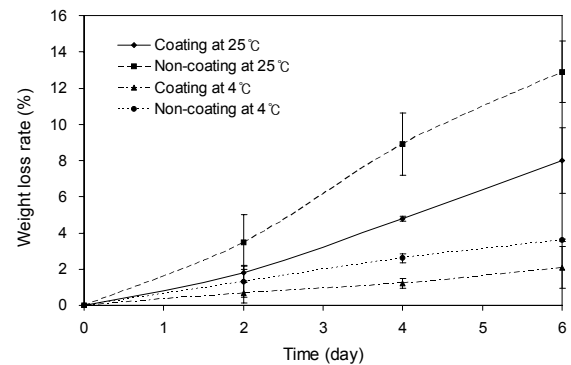


Fig. 1. Changes of weight loss rate for coated and non-coated pineapple during storage for 6 days at 25°C and 4°C.

인할 수 있었다.

그리고 4°C와 25°C에서 저장 중 코팅된 파인애플과 코팅되지 않은 파인애플의 경도를 비교 분석한 결과(Fig. 2), 두 온도 모두에서 코팅된 파인애플의 경도가 코팅되지 않은 파인애플에 비하여 천천히 증가되는 경향을 나타내었다. 이는 중량 감소율에서 나타났듯이 코팅에 의한 파인애플의 수분 손실이 적었기 때문이며, 동시에 코팅제의 구성성분 중에서 수분과 결합력이 높아 식품의 경화현상을 지연시키는 특성을 나타내는 잔탄검(17)이 함유된 코팅제에 의해 파인애플의 표면이 코팅되지 않은 파인애플보다 천천히 경화되었기 때문으로 생각된다.

또한 저장 중 색도의 변화는 Table 5에 나타내었는데,

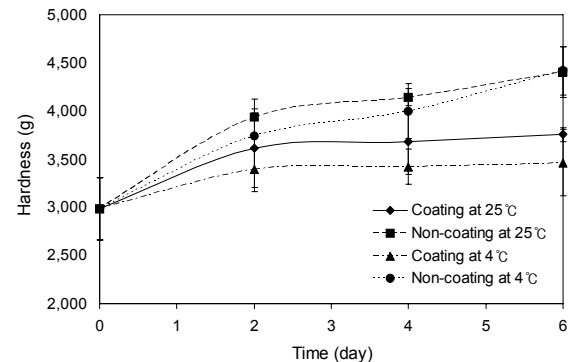


Fig. 2. Hardness changes of coated and non-coated pineapple during storage for 6 days at 25°C and 4°C.

Table 5. Changes of Hunter L, a, b and ΔE value for coated and non-coated pineapple during storage for 6 days at 25°C and 4°C

		Storage period of pineapple (days)			
		0	2	4	6
Coating at 25°C	L value	77.94±9.18 ^a	76.98±0.42 ^a	71.01±7.25 ^a	51.43±0.55 ^b
	a value	-5.02±1.09 ^b	-4.13±0.74 ^{ab}	-3.75±0.53 ^{ab}	-3.29±0.85 ^a
	b value	16.07±3.9 ^b	18.48±0.71 ^{ab}	20.45±2.13 ^{ab}	25.13±5.42 ^a
	ΔE value		2.74	8.3	28.07
Non-coating at 25°C	L value	77.94±9.18 ^a	74.12±0.03 ^a	65.40±8.27 ^a	44.60±5.56 ^b
	a value	-5.02±1.09 ^b	-4.13±0.17 ^{ab}	-4.19±0.36 ^{ab}	-3.41±0.78 ^a
	b value	16.07±3.9 ^c	19.76±0.89 ^{bc}	23.55±5.46 ^{ab}	27.04±0.95 ^a
	ΔE value		5.39	14.62	35.14
Coating at 4°C	L value	77.94±9.18 ^a	76.77±7.40 ^a	75.63±1.26 ^a	63.42±0.81 ^b
	a value	-5.02±1.09 ^a	-5.30±0.46 ^a	-5.13±1.05 ^a	-4.94±0.35 ^a
	b value	16.07±3.9 ^a	16.45±1.47 ^a	17.79±1.77 ^a	20.12±0.54 ^a
	ΔE value		1.26	2.88	15.07
Non-coating at 4°C	L value	77.94±9.18 ^a	74.12±1.07 ^a	72.22±8.77 ^a	58.99±4.13 ^b
	a value	-5.02±1.09 ^a	-4.91±0.14 ^a	-4.44±0.36 ^a	-4.69±0.78 ^a
	b value	16.07±3.9 ^a	17.52±2.88 ^a	18.79±5.25 ^a	20.54±0.62 ^a
	ΔE value		4.09	6.36	19.47

^{a-c}Means with different superscripts in the same row are significantly different at $P<0.05$.

25°C에서 저장한 파인애플의 경우 코팅된 파인애플과 코팅되지 않은 파인애플 모두 L값이 감소하면서 b값이 증가하는 경향을 나타낸 반면 4°C에서 모두 L값만 감소를 하고 b값은 일정하게 유지되는 경향을 나타내었다. 일반적으로 과일의 경우 절단하였을 때 polyphenol oxidase와 같은 효소 반응 및 마이알 반응 그리고 카라멜 반응과 같은 비효소적 반응에 의해 쉽게 갈변되어지는 것으로 알려져 있다(34). 따라서 명도를 나타내는 L값이 감소하고, 황색도를 나타내는 b값이 증가하는 경향을 나타내는 것은 파인애플의 저장 중 발생하는 갈변반응 때문으로 생각된다. 특히 4°C에서는 b값은 유지가 되면서 L값만 감소하는 경향을 나타내는 것으로 보아 25°C에서보다 갈변이 천천히 발생하는 것으로 생각된다. 그리고 4°C와 25°C에서 각각 코팅된 파인애플과 코팅되지 않은 파인애플의 색도 변화는 유사한 경향을 나타내었으나, 두 온도 모두에서 색차값으로 비교해 볼 때 코팅된 파인애플보다 코팅되지 않은 파인애플의 색도 변화가 더 빠르게 진행됨을 확인할 수 있었다. 따라서 케이크에 신선편의 과일로 장식할 경우 저온에서 코팅제를 이용하여 저장한다면 장식된 신선편의 과일의 색도 유지 기간이 향상될 수 있을 것으로 생각된다.

4°C와 25°C에서 저장 중 코팅된 파인애플과 코팅되지 않은 파인애플의 일반세균수 생육을 비교 분석한 결과(Fig. 3), 4°C와 25°C에서 모두 코팅된 파인애플에서의 일반세균수가 코팅되지 않은 파인애플의 일반세균수보다 적게 생육하는 경향을 나타내었다. 각각의 온도에서 비교해보면 25°C에서 코팅되지 않은 파인애플에서는 6일째 10^5 CFU/g을 나타낸 반면 코팅된 파인애플에서는 10^5 CFU/g 이하의 균수를 나타내었으며, 4°C에서는 저장 6일째에 코팅되지 않은 파인애플의 일반세균수가 10^4 CFU/g 이상의 균수를 나타

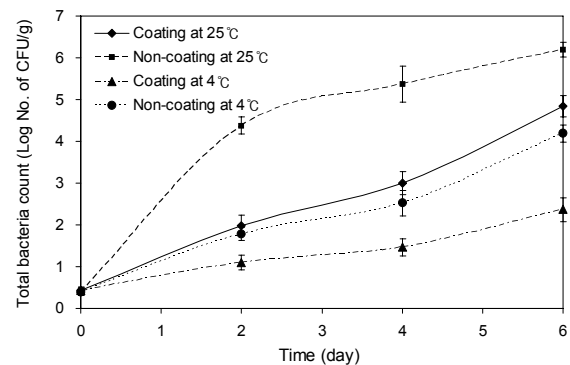


Fig. 3. Changes of total bacteria count for coated and non-coated pineapple during storage for 6 days at 25°C and 4°C.

낸 반면 코팅된 파인애플에서는 10^2 CFU/g 정도의 균수가 측정되었다. 이는 즉석섭취 및 편의식품의 미생물 오염 조사에서 해산물, 빵류, 밥류 신선편의식품에서 $10^3 \sim 10^5$ CFU/g의 일반세균수가 분포하였고 육류 및 샐러드류에서 10^3 CFU/g 이하의 일반세균수가 분포하였다는 Kim 등(4)의 보고와 비교해 볼 때, 코팅제를 이용한 코팅방법에 의해 신선편의 과일에서 낮은 일반세균수 분포를 유도할 수 있을 뿐만 아니라 저온저장에서는 매우 낮은 일반세균수 분포를 유지할 수 있음을 알 수 있었다. 따라서 케이크용 신선편의 과일을 저온에서 코팅하여 사용한다면 미생물에 의한 부패를 최소화하여 저장할 수 있을 것으로 생각된다.

결론적으로 본 연구에서는 다양한 코팅제 원료를 이용하여 케이크용 신선편의 과일의 코팅제 제조를 위한 배합비율을 선정하였고, 선정된 배합비율에 의해 제조된 코팅제의 냉동안정성과 신선편의 파인애플에 코팅하여 저장 특성을 분석한 결과 코팅제의 장기간 냉동보관 사용이 가능할 것으

로 생각되며, 코팅제를 이용하여 코팅한 신선편의 과일을 케이크에 적용하여 저온에서 보관하면 코팅에 의한 신선편의 과일의 저장성 향상을 유도할 수 있으므로 케이크의 유통기한 향상에 기여할 수 있을 것으로 생각된다.

요 약

본 연구에서는 고당도, 고점도 및 저산도를 나타낼 수 있는 케이크용 신선편의 과일을 위한 코팅제를 개발하기 위하여 설탕, 펙틴, 알긴산, 카라기난, 잔탄검 및 비타민 C를 이용한 코팅제 배합비율을 선정하였고, 선정된 배합비율로 제조된 코팅제의 냉·해동 안정성 및 제조된 코팅제로 코팅한 파인애플의 저장특성을 살펴보았다. 먼저 다양한 코팅 조성물의 배합비율은 60 brix 이상의 당도와 30,000 cP 이상의 점도 및 pH 4 이하의 산도를 나타내면서 고형분 함량이 가장 낮은 55%(w/w) 설탕, 2%(w/w) 펙틴, 2%(w/w) 알긴산, 0.04%(w/w) 카라기난, 0.1%(w/w) 잔탄검, 0.05%(w/w) 비타민 C 및 40.81%(w/w) 정제수의 비율로 선정하였다. 그리고 코팅제의 냉·해동 안정성에서 점도의 경우 3회의 냉·해동 반복 과정까지는 일정하게 유지되었으나 4회 반복 과정에서는 미비하게 감소되는 경향을 나타내었다($P < 0.05$). 반면 당도, pH 및 색도는 4회의 반복 과정에서도 일정하게 유지되었다. 그리고 코팅제로 코팅한 파인애플의 경우 코팅하지 않은 파인애플에 비하여 중량 감소율, 경도 변화 및 일반세균수 분포가 낮게 나타났으며($P < 0.05$), 색도의 경우 두 파인애플 모두 저장기간이 진행될수록 L값이 감소하면서 b값이 증가하여 갈변이 일어나는 것으로 나타나지만 색도차로 비교해볼 때 코팅된 파인애플보다 코팅하지 않은 파인애플의 진행속도가 더 빠른 것으로 나타났다. 그리고 25°C에서보다 4°C에서의 진행속도가 천천히 진행됨을 확인할 수 있었다. 따라서 케이크에 적용하는 신선편의 과일에 코팅제를 적용하여 코팅하고 저온에서 보관함으로써 신선편의 과일의 저장성 향상을 유도할 수 있으므로 케이크의 유통기한 향상에 기여할 수 있을 것으로 생각된다.

감사의 글

본 연구논문은 중소기업청에서 지원하는 2012년도 산학연 공동기술개발사업(No. C0038910)의 연구수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

REFERENCES

- Jeong CH, Kim JH, Cho JR, Ahn CG, Shim KH. 2007. Quality characteristics of sponge cake upon addition of paprika powder. *Korean J Food Preserv* 14: 281-287.
- Kim MS. 2005. A study on the tea culture and tea food of Korea and western. *MS Thesis*. Wonkwang University, Jeonbuk, Korea.
- Kim GH. 2000. Development of minimal processing technology for Korean fruit and vegetables. *Korean J Soc Food Sci* 16: 577-583.
- Kim HY, Oh SW, Chung SY, Choi SH, Lee JW, Yang JY, Seo EC, Kim YH, Park HO, Yang CY, Ha SC, Shin IS. 2011. An investigation of microbial contamination ready-to-eat products in Seoul, Korea. *Korean J Food Sci Technol* 43: 39-44.
- Lee WJ, Lee CH, Yoo JY, Kim KY, Jang KI. 2011. Sterilization efficacy of washing method using based on microbubbles and electrolyzed water on various vegetables. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 912-917.
- King AD, Bolin HR. 1989. Physical and microbiological storage stability of minimally processed fruits and vegetables. *Food Technol* 4: 132-135.
- Artes F, Castener M, Gill MI. 1998. Enzymatic browning in minimally processed fruits and vegetables. *Food Sci Technol Int* 4: 377-389.
- Rinsky G, Rinsky LH. 2009. *The pastry chef's companion: a comprehensive resource guide for the baking and pastry professional*. John Wiley & Sons Inc., Hoboken, NJ, USA. p 12, 189.
- Rojas-Grau MA, Tapia MS, Martin-Belloso O. 2008. Using polysaccharide-based edible coatings to maintain quality of fresh-cut Fuji apples. *LWT-Food Sci Technol* 41: 139-147.
- Baldwin EA, Burns JK, Kazokas W, Brecht JK, Hagenmaier RD, Bender RJ, Pesis E. 1999. Effect of two edible coatings with different permeability characteristics on mango (*Mangifera indica* L.) ripening during storage. *Postharvest Biol Technol* 17: 215-226.
- McGuire RG, Hallman GJ. 1995. Coating guavas with cellulose- or carnauba-based emulsions interferes with post-harvest ripening. *HortScience* 30: 294-295.
- Wu S, Chen J. 2013. Using pullulan-based edible coatings to extend shelf-life of fresh-cut 'Fuji' apples. *Int J Biol Macromol* 55: 254-257.
- Zhang X, Lee FZ, Eun JB. 2008. Physicochemical properties and glucose transport retarding effect of pectin from flesh of Asian pear at different growth stages. *Korean J Food Sci Technol* 40: 491-496.
- Kim HY, Hong KH, Choi JD, Park SK, Jung SS, Choi WJ, Ahn YS, Hong YP, Song OJ, Moon DC, Lee SH, Shin IS. 2006. Development of analytical method for sodium alginate in foods. *Korean J Food Sci Technol* 38: 1-4.
- Acevedo CA, Lopez DA, Tapia MJ, Enrione J, Skurtys O, Pedreschi F, Brown DI, Creixell W, Osorio F. 2012. Using RGB image processing for designating an alginate edible film. *Food Bioprocess Technol* 5: 1511-1520.
- Rhim JW, Hwang KT, Park HJ, Jung ST. 1996. Water-vapor transfer characteristics of carrageenan-based edible film. *Korean J Food Sci Technol* 28: 545-551.
- Kim HJ, Chun HS, Kim HYL. 2004. Use of gellan gum and xanthan gum as texture modifiers for *Yackwa*, a Korean traditional fried cake. *J Food Sci Nutr* 9: 107-112.
- Lee WG, Lee JA. 2012. Quality characteristics of yogurt dressing prepared with blueberry juice. *Korean J Culinary Res* 18: 255-265.
- Jeong JW, Kim JH, Kwon KH, Park KJ. 2006. Disinfection effects of electrolyzed water on strawberry and quality changes during storage. *Korean J Food Preserv* 13: 316-321.
- Lee HS, Cha HS, Kim BS, Kwon KH. 2009. Quality characteristics during storage of ginseng washed by different methods. *Korean J Food Preserv* 16: 342-347.
- Yoo JY, Jang KI. 2011. Changes in quality of soybean sprouts washed with electrolyzed water during storage. *J*

- Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 586-592.
22. Lim YT, Kim DH, Ahn JB, Choi SH, Han GP, Kim GH, Jang KI. 2012. Quality characteristics of madeleine with peach (*Prunus persica* L. Batsch) juice. *Korean J Food & Nutr* 25: 664-670.
 23. Park YJ, Yoo JY, Jang KI. 2010. Storage attribute of *Angelica keiskei* juice treated with various electrolyzed water. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39: 1846-1853.
 24. Lee SH, Hwang IG, Kim HY, Lee HK, Lee SH, Woo SH, Lee JS, Jeong HS. 2010. Starch properties of *Daehak* waxy corn with different harvest times. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39: 573-579.
 25. Chirife J, Buera MP. 1997. A simple model for predicting the viscosity of sugar and oligosaccharide solutions. *J Food Eng* 33: 221-226.
 26. Lee GC, Ahn SC. 2001. Inhibition effects of caramelization products from sugar solutions subjected to different temperature on polyphenol oxidase. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30: 1041-1046.
 27. Kroh LW. 1994. Caramelization in food and beverages. *J Food Chem* 51: 373-379.
 28. Moalemiyan M, Ramaswamy HS, Maftoonazad N. 2012. Pectin-based edible coating for shelf-life extension of ataulfo mango. *J Food Process Eng* 35: 572-600.
 29. Hiroshi I. 1977. The formation of maltol and isomaltol through degradation of sucrose. *Agric Biol Chem* 41: 1307-1308.
 30. Lazarus CR, West RL, Oblinger JL, Palmer AZ. 1976. Evaluation of a calcium alginate coating and a protective plastic wrapping for the control of lamb carcass shrinkage. *J Food Sci* 41: 639-641.
 31. Williams SK, Oblinger JL, West RL. 1978. Evaluation of a calcium alginate film for use on beef cuts. *J Food Sci* 43: 292-296.
 32. Rhim JW. 2004. Physical and mechanical properties of water resistant sodium alginate films. *LWT-Food Sci Technol* 37: 323-330.
 33. Molina-Rubio MP, Casas-Alencaster NB, Martinez-Padilla LP. 2010. Effect of formulation and processing conditions on the rheological and textural properties of a semi-liquid syrup model. *Food Res Int* 43: 678-682.
 34. Muadklay J, Charoenrein S. 2008. Effect of hydrocolloids and freezing rates on freeze-thaw stability of tapioca starch gels. *Food Hydrocolloids* 22: 1268-1272.
 35. Hoover R, Li YX, Hynes G, Senanayake N. 1997. Physico-chemical characterization of mung bean starch. *Food Hydrocolloids* 11: 401-408.
 36. Phimolsiripol Y, Siripatrawan U, Henry CJK. 2011. Pasting behaviour, textural properties and freeze-thaw stability of wheat flour-crude malva nut (*Scaphium scaphigerum*) gum system. *J Food Eng* 105: 557-562.
 37. Lee MH, Baek MH, Cha DS, Park HJ, Lim ST. 2002. Freeze-thaw stabilization of sweet potato starch gel by polysaccharide gums. *Food Hydrocolloids* 16: 345-352.
 38. Yamazaki E, Sago T, Kasubuchi Y, Imamura K, Matsuoka T, Kurita O, Nambu H, Matsumura Y. 2013. Improvement on the freeze-thaw stability of corn starch gel by the polysaccharide from leaves of *Corchorus olitorius* L. *Carbohydr Polym* 94: 555-560.