

고령자 친화 딸기 젤리 개발 및 저장수명 결정

김지현 · 민세철*
서울여자대학교 식품공학과

Development and shelf-life determination of senior-friendly strawberry jelly

Ji Hyeon Kim and Sea Cheol Min*

Department of Food Science and Technology, Seoul Women's University

Abstract Senior-friendly strawberry jelly was developed using strawberry juice, sugar, xanthan gum, and locust bean gum. The experimental variables included strawberry juice (30.0-40.0%, w/w) and sugar (7.5-10.0%, w/w) concentrations and the xanthan gum/locust bean gum ratio (0.3-4.0), and interactions among these variables were predicted using a response surface methodology. The optimal concentrations of strawberry juice and sugar and the ratio of xanthan gum/locust bean gum, determined against jelly hardness, were found to be 40.0, 10.0, and 1.5%, respectively. The hardness, gumminess, and chewiness of strawberry jelly increased significantly during storage at 5 and 15°C ($p < 0.05$). The lightness of the gum decreased significantly at both temperatures ($p < 0.05$), whereas the hue angle increased during storage at 15°C. The zero-order kinetics was used to predict the shelf-life of the prepared jelly ($R^2 = 0.89-0.96$), which was determined to be 38 and 26 days at 5 and 15°C, respectively.

Keywords: strawberry, jelly, senior-friendly food, product development, shelf-life

서 론

21세기에 접어들면서 선진 의학 기술의 발전과 생활 수준의 향상은 그 어느 때보다 평균 수명을 연장하고 노인 인구 증가를 가속하고 있다(1,2). 국제 연합(United Nations, UN)은 전체 인구 중 65세 이상 인구가 차지하는 비율이 7, 14, 그리고 20% 이상일 때를 각각 고령화 사회, 고령 사회, 초고령 사회라고 정의하고 있다(3). 우리나라는 2000년을 기점으로 고령화 사회에 진입했고, 앞으로 2026년에 초고령 사회에 도달할 것으로 예측되고 있다(4). 일본, 미국, 독일 등의 국가는 완만하게 고령화가 진행되고 있는 반면 우리나라는 급속도로 고령화가 진행되고 있다(3). 그러므로 우리나라는 수십 년 안에 급격하게 진입하게 될 초고령화 사회에 발 빠르게 대응해야 하며 그 일환으로 노인의 기호에 맞으면서 열량을 보충할 수 있는 간편하고 다양한 고령친화식품의 개발이 요구된다(5,6).

딸기(*Fragaria ananassa*)는 색상이 우수하고 유기산과 당분이 풍부해 맛이 좋은 과채류이다(7). 또한, 딸기는 비타민 C, 안토시아닌, 페놀산, 포타슘, 그리고 철 등을 풍부하게 함유하고 있어 피로 회복, 혈액 순환, 그리고 산화방지 효능이 뛰어나다(8). 하지만 딸기는 물리적 충격에 약하고 부패가 되기 쉬워(9) 수확 후

냉동되어 유통·저장되거나 생과 상품성이 낮아진 딸기들은 주스, 시럽, 잼, 젤리, 우유, 아이스크림 등으로 가공되고 있다(10). 따라서 딸기의 부가가치를 높일 수 있는 딸기 가공 기술 개발이 요구되고 있다.

부드럽고 입안 감촉이 좋은 고령친화식품을 개발하기 위해 많은 연구가 진행되고 있다(5,11,12). 떠먹는 형태의 젤리는 보통 잔탄검, 카라기난, 우무, 젤란검, 글루코만난, 로커스트콩검 등의 다양한 검류를 이용하여 제조되는데(13), 특히 잔탄검과 로커스트콩검은 혼합하여 사용할 경우 단독으로 사용할 때보다 젤의 이수 현상이 보완되고 젤 안정성이 높아진다고 알려져 있다(14-16). 따라서 본 연구의 목적은 고령자 소비에 적합한 경도에 대하여 제형이 최적화된 딸기 젤리를 냉동 딸기를 이용해 제조하고, 제조된 젤리의 텍스처와 색도의 변화를 온도 제한 저장 시험(controlled storage test)을 통해 5°C와 15°C 저장 중 관찰하며, 젤리의 저장수명(shelf-life)을 예측하는 것이었다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험에서 사용한 딸기는 효자 딸기 농장(Nonsan, Korea)에서 수확한 딸기(*Fragaria ananassa*)로 설향(Seoulhyang) 품종이었다. 딸기는 수확 직후 -20°C에서 냉동되었으며 실험에 사용하기 전 25°C에서 30분 동안 방치하여 해동하였다. 해동된 딸기를 롤리착즙기(DD-701, Hurom Group Co., Gimhae, Korea)로 착즙하여 딸기 씨가 제거된 딸기 주스를 얻었다. 딸기 젤리 제조 시 사용한 재료는 잔탄검(ESfood, Gunpo, Korea), 로커스트콩검(이에스식품원료), 설탕(Samyang Co., Ltd., Seoul, Korea), 그리고 소금(Hanju Co., Ltd., Ulsan, Korea)이었다.

*Corresponding author: Sea Cheol Min, Department of Food Science and Technology, Seoul Women's University, Seoul 01797, Korea

Tel: +82-2-970-5635

Fax: +82-2-970-5977

E-mail: smin@swu.ac.kr

Received March 2, 2017; revised March 18, 2017;

accepted March 20, 2017

제조 방법

딸기 젤리를 제조하는 데 사용된 딸기 주스와 설탕의 함량 그리고 잔탄검과 로커스트콩검의 비율을 Table 1에 나타내었다. 잔탄검, 로커스트콩검, 그리고 소금을 혼합시킨 후 혼합물에 증류수를 가했다. 이때 사용된 잔탄검과 로커스트콩검의 총 무게는 0.25 g이었고, 소금의 양은 0.2 g이었다(17). 혼합액을 핫플레이트(MS-300HS, Misung Science Co., Ltd., Yangju, Korea)를 이용하여 40°C에서 10분 동안 가열시켰고, 이에 딸기 주스를 첨가한 후 90-95°C에서 10분 동안 가열하였다(15). 이때 혼합된 가루의 양, 딸기 주스 양, 그리고 증류수의 양의 합은 총 100 g이 되도록 하였다. 가열 혼합을 마친 젤화된 수용액 5 g을 성형 틀(지름: 2.2 cm, 높이: 1.5 cm)에 넣은 후 뚜껑을 닫고 4°C에서 4시간 동안 냉장시켜 딸기 젤리를 제조하였다.

젤리 제형 최적화

젤리 제형은 선행 연구에서 고품자 친화 젤리의 경도, 검성, 그리고 씹힘성 값으로 제안된 1.3, 0.6, 그리고 0.5 N에 맞추어 개발되었다(5,11,17,18). 젤리 제형 최적화 실험은 반응표면분석법(response surface methodology, RSM)을 이용하여 6개의 중심값을 가지는 20개의 실험으로 계획되었다(19) (Table 1). 반응표면분석법 실험 계획은 Minitab (ver. 17, Minitab Inc., State College, PA, USA)을 사용하여 수행하였다. 독립 변인은 딸기 주스 함량(30.0-40.0%, w/w), 설탕 함량(7.5-10.0%, w/w), 그리고 잔탄검/로커스트콩검의 비율(0.3-4.0)이었고, 종속 변인은 딸기 젤리의 경도, 검성, 그리고 씹힘성이었다.

텍스처 측정

딸기 젤리의 경도, 검성, 그리고 씹힘성은 텍스처측정기(TA-XT express 2007, Stable Micro Systems, Surrey, UK)를 사용하여 Table 2에 나타난 조건으로 텍스처 프로파일 분석(texture profile analysis, TPA)을 측정하였다(11). 시료는 지름과 높이가 각각 2.2 cm와 1.0 cm이었다.

색도 측정

딸기 젤리(5 g)를 표준 백색판(Calibration Plate CR-400) 위에 올리고 색차계(Minolta Chroma Meter CR-400, Minolta Camera Co., Osaka, Japan)를 사용하여 Hunter L (lightness), a (redness), 그리고 b (yellowness) 값으로 측정하였다. 측정 시 D_{65} 와 10°를 이용하였고, 표준 백색판(L=94.11, a=-0.62, b=3.21)으로 색차계를 보정하였다. 딸기 주스의 색도는 밝기(L)와 색상각(hue angle, θ , arctangent b/a×57.3)으로 나타내었다(20).

제한 저장 시험

중심합성법을 통해 최적화된 제형으로 만든 딸기 젤리를 디지털 과일 젤리의 일반적인 유통·저장 온도 조건인 5°C와 15°C에서 56일 동안 저장하면서 3, 4일 간격으로 텍스처와 색도 변화를 측정하였다.

저장수명 예측

최적화된 젤리의 저장수명을 예측하기 위한 품질지표로 경도를 사용하였다(5,11,17,18). 제한 저장 시험(controlled storage test) (21)을 통해 얻은 젤리의 경도를 선형회귀분석하여 결정계수(R^2)와 0차 반응식(식(1))과 1차 반응식(식(2))의 반응속도상수 k_0 와 k_1 을 구하였다.

$$H = H_0 + k_0 t \quad (1)$$

$$H = H_0 e^{-k_1 t} \quad (2)$$

여기에서 H (N), H_0 (N), k_0 , k_1 , 그리고 t (day)는 각각 해당 저장 일자의 경도 측정값, 0일차의 경도 측정값, 0차 반응속도상수, 1차 반응속도상수, 그리고 시간을 나타낸다.

저장수명을 예측하기 위한 반응식은 0차 반응식과 1차 반응식 중 저장 중 두 온도에서의 경도 변화를 적절하게 설명하는 것으로 결정하였고(22), 식(3)을 이용하여 온도계수값(Q_{10})을 구하였다(22).

$$Q_{10} = \frac{k_{T+10}}{k_T} \quad (3)$$

여기에서 k_T 는 저장 온도(T)에서의 반응속도상수를 나타낸다. 저장 온도 5°C에서 젤리의 저장수명은 경도 1.8 N을 허용한계치(11)로 설정하여 회귀분석을 통해 예측하였다. 저장 온도 15°C에서 젤리의 저장수명은 결정된 Q_{10} 값을 이용하여 구하였다(22).

통계 분석

모든 실험은 세 번 반복되었고, 한 번의 반복마다 각 특성에 대하여 세 번씩 측정이 이루어졌다($n=9$). 각 표본의 평균값의 차이를 SPSS (ver. 24.0.0, IBM SPSS Inc., New York, NY, USA)의 일원배치 분산분석법(one-way analysis of variance, ANOVA)을 이용하여 분석하였고, 유의차가 있는 경우에는 Tukey 다중 범위 검증으로 사후분석을 실시하였다($\alpha=0.05$).

결과 및 고찰

제형 최적화

중심합성법으로 설계한 다양한 배합비(딸기 주스 함량, 설탕 함량, 잔탄검/로커스트콩검 비율: X_1 , X_2 , X_3)에 따른 젤리의 텍스처를 Table 1에 나타내었다. 젤리의 경도, 검성, 그리고 씹힘성은 딸기 주스 함량, 설탕 함량, 그리고 잔탄검/로커스트콩검의 비율이 각각 35.0, 7.5%, 그리고 2.1일 때 가장 높았고, 그들이 35.0, 8.8%, 그리고 0.3인 경우에 가장 낮았다(Table 1).

젤리 내 딸기 주스의 함량은 설탕의 함량과 잔탄검/로커스트콩검의 비율에 상관없이 경도, 검성, 그리고 씹힘성에 유의적인 영향을 주지 않았다($p>0.05$)(Table 1). 젤라틴, 카라기난검, 그리고 복숭아 과즙으로 만든 젤리와 젤라틴과 돌나무즙으로 만든 젤리의 경우 즙의 첨가량이 높을 때 즙에 함유된 말산, 시트르산, 아스코브산 등의 함량의 증가로 제형 내 pH가 감소하였고, pH 감소는 젤형성 정도 감소와 이에 따른 젤리의 경도 및 씹힘성 저하를 가져왔다(23,24). 반면 본 연구에서 사용한 잔탄검과 로커스트콩검은 각각 pH 2-12 또는 3-11의 범위에서도 안정한 젤을 형성하므로 딸기 주스 내 시트르산, 또는 말산과 같은 유기산은(25) 젤형성 및 젤리의 텍스처에 크게 영향을 주지 않았을 것으로 생각된다(26). 이는 시트르산 함량이 잔탄검과 로커스트콩검으로 만든 젤리의 텍스처에 영향을 주지 않았다는 Renou 등(15)의 보고와 유사하다.

젤리 내 딸기 주스의 함량과 잔탄검/로커스트콩검의 비율이 각각 35.0%와 2.1인 경우 설탕의 함량이 7.5%일 때보다 8.8%일 때 유의적으로 낮은 검성과 씹힘성을 보였다($p<0.05$)(Table 1). 이것은 설탕의 농도가 높으면 젤 수용액 내 규칙적인 탄수화물 네트워크

Table 1. Experimental variables and their values for the determination of the optimum formulation for senior-friendly strawberry jelly

Experiment number	Explanatory variables- strawberry juice concentration: X ₁ , C ₁ ; sugar concentration: X ₂ , C ₂ ; the ratio of xanthan gum/locust bean gum: X ₃ , C ₃						Response variables ^a		
	Coded value			Real value			Hardness (N)	Gumminess (N)	Chewiness (N)
	X ₁	X ₂	X ₃	C ₁ (%, w/w)	C ₂ (%, w/w)	C ₃			
1	-1.68	0	0	30.0	8.8	2.1	1.5±0.2 ^a	0.6±0.1 ^{ab}	0.5±0.0 ^{ab}
2	-1	-1	-1	32.0	8.0	1.0	1.2±0.4 ^{ab}	0.4±0.2 ^{abcd}	0.3±0.1 ^{abcd}
3	-1	-1	1	32.0	8.0	3.2	1.5±0.4 ^a	0.6±0.2 ^{abc}	0.4±0.1 ^{ab}
4	-1	1	-1	32.0	9.5	1.0	1.3±0.3 ^a	0.5±0.1 ^{ab}	0.4±0.1 ^{abc}
5	-1	1	1	32.0	9.5	3.2	1.1±0.1 ^{ab}	0.4±0.0 ^{abcd}	0.3±0.0 ^{abcd}
6	0	-1.68	0	35.0	7.5	2.1	1.6±0.1 ^a	0.7±0.1 ^a	0.5±0.0 ^a
7	0	0	-1.68	35.0	8.8	0.3	0.6±0.1 ^b	0.2±0.0 ^d	0.1±0.0 ^d
8	0	0	0	35.0	8.8	2.1	1.0±0.4 ^{ab}	0.4±0.2 ^{bcd}	0.3±0.1 ^{bcd}
9	0	0	0	35.0	8.8	2.1	1.0±0.3 ^{ab}	0.4±0.1 ^{cd}	0.2±0.1 ^{cd}
10	0	0	0	35.0	8.8	2.1	1.0±0.3 ^{ab}	0.4±0.1 ^{cd}	0.3±0.1 ^{bcd}
11	0	0	0	35.0	8.8	2.1	1.0±0.3 ^{ab}	0.4±0.1 ^{bcd}	0.3±0.1 ^{bcd}
12	0	0	0	35.0	8.8	2.1	1.0±0.4 ^{ab}	0.4±0.2 ^{cd}	0.2±0.1 ^{cd}
13	0	0	0	35.0	8.8	2.1	1.0±0.4 ^{ab}	0.4±0.2 ^{cd}	0.2±0.1 ^{cd}
14	0	0	1.68	35.0	8.8	4.0	1.2±0.3 ^{ab}	0.5±0.1 ^{ab}	0.3±0.1 ^{abcd}
15	0	1.68	0	35.0	10.0	2.1	1.1±0.3 ^{ab}	0.5±0.1 ^{ab}	0.4±0.1 ^{abc}
16	1	-1	-1	38.0	8.0	1.0	1.5±0.4 ^a	0.6±0.2 ^{ab}	0.4±0.1 ^{abc}
17	1	-1	1	38.0	8.0	3.2	1.2±0.2 ^a	0.5±0.1 ^{ab}	0.3±0.1 ^{abcd}
18	1	1	-1	38.0	9.5	1.0	1.2±0.2 ^a	0.5±0.1 ^{ab}	0.4±0.1 ^{abc}
19	1	1	1	38.0	9.5	3.2	1.0±0.1 ^{ab}	0.4±0.0 ^{bcd}	0.3±0.0 ^{bcd}
20	1.68	0	0	40.0	8.8	2.1	1.4±0.3 ^a	0.5±0.1 ^{ab}	0.4±0.1 ^{abc}

^aThe results are means±standard deviations (n=9). Values with the different subscript letters in the same column are significantly different (p<0.05)

워크의 생성을 방해하여 견고한 젤 형성이 어려웠기 때문으로 사료된다(27).

딸기 주스와 설탕의 함량에 상관없이 젤리 내 잔탄검/로커스트콩검의 비율이 0.3일 때보다 1.0, 2.1, 3.2, 그리고 4.0인 경우 높은 경도 값을 보였다(Table 1). 이는 로커스트콩검은 자체적으로 젤을 형성하지 않기 때문에(15) 로커스트콩검의 첨가량이 높은 0.3의 비율에서 낮은 경도 값을 가진 것으로 판단된다. 반면 잔탄검/로커스트콩검의 비율이 높은 경우에는 잔탄검이 형성한 젤 네트워크에 로커스트콩검이 가교 역할을 하여 경도가 높아졌을 것으로 사료된다(14,15,28).

중심합성법을 이용하여 설계한 다양한 제형으로 만든 젤리의 경도, 검성, 그리고 씹힘성의 측정 데이터를 적용한 회귀식의 R²는 각각 0.88, 0.64, 그리고 0.69이었고, p-값은 모두 0.01% 이내 유의수준을 나타내었다. 높은 R²값은 모델식이 데이터를 근접하게 예측하는 것을 의미하고, 낮은 p-값은 모델식이 데이터를 잘 설명함(fitting)을 보여준다(29). 따라서 경도의 데이터가 모델식에 의해서 적합하게 설명되는 것으로 확인하였다. b₀이 회귀 계수이고, Y, X₁, X₂, 그리고 X₃가 각각 경도, 딸기 주스 함량, 설탕 함량, 그리고 잔탄검/로커스트콩검의 비율일 때, 경도에 대한 회귀식은 다음과 같았다.

$$Y=1.07210-0.1529X_1-0.02446X_2+0.04202X_3+0.00252X_1X_2-0.10312X_1X_3-0.12644X_2X_3+0.28566X_1^2+0.38367X_2^2-0.19743X_3^2$$

경도의 회귀식을 이용하여 본 연구에서 개발된 딸기 젤리가 고

령자용 젤리에 적합한 경도값인 1.3 N (5,11,17,18)을 갖도록 딸기 젤리 제형을 최적화하였다. 최적화된 딸기 주스 함량, 설탕 함량, 그리고 잔탄검/로커스트콩검의 비율은 각각 40.0, 10.0%, 그리고 1.5였다. 본 최적 제형으로 제조한 젤리의 실험값은 1.3±0.1 N이었고, 이 값은 모델 예측값인 1.3 N과 일치하였다. 또한, 최적 제형으로 만든 딸기 젤리의 검성과 씹힘성은 각각 0.5±0.1 N과 0.4±0.1 N으로, 이들 또한 고령자 친화 젤리의 텍스처(검성: 0.6 N; 씹힘성: 0.5 N)(5,11, 7,18)에 적합한 값을 갖는 것을 알 수 있었다.

저장 중 텍스처

5°C와 15°C에서 저장 일자에 따른 딸기 젤리의 텍스처 변화를 Fig. 1에 나타내었다. 젤리의 경도는 저장 중 유의적으로 증가하는 경향을 보였는데(p<0.05), 이는 저온 환경이 고분자 내 카복실 그룹 사이의 정전기적 척력을 감소시켜 규칙적인 고분자 네트워크를 형성하는데 도움을 주었기 때문으로 판단된다(30,31). 또한, 젤리의 검성과 씹힘성도 저장 중 전반적으로 증가하는 경향을 보여줬는데(p<0.05), 이는 수분 손실에 의한 보수력 감소 때문으로 사료된다(32,33).

저장 중 색도 및 외관

5°C와 15°C 저장 중 딸기 젤리의 색도 변화를 Fig. 2에 나타내었다. L 값의 경우, 5°C에서는 저장 시간이 길어 질수록 그 값이 낮아지는 경향을 보였고, 15°C에서도 내림과 오름을 반복하였으나 마지막 저장 일자에서 초기 L 값보다 감소하였는데(p<0.05)

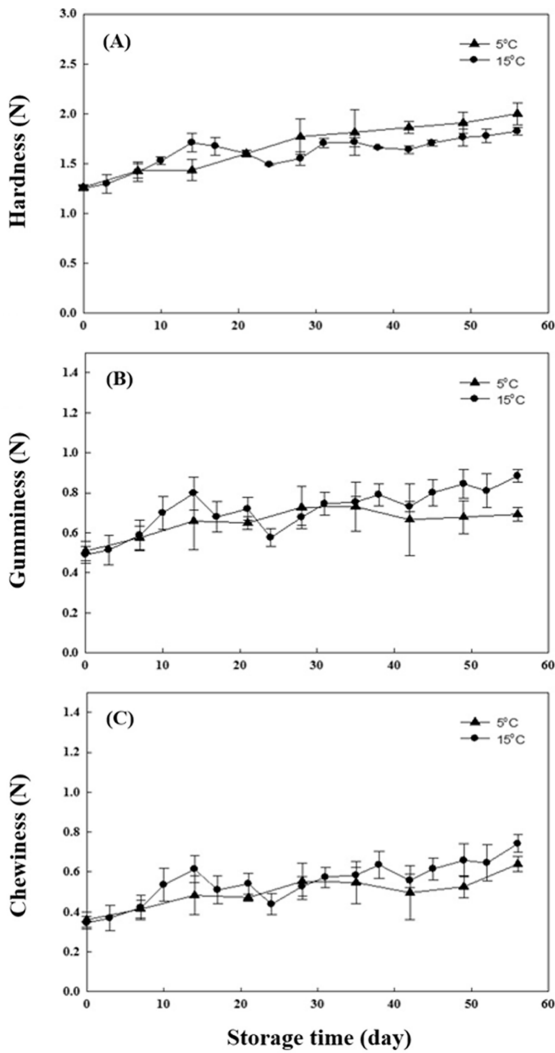


Fig. 1. Changes in the hardness (A), gumminess (B), and chewiness (C) of senior-friendly strawberry jelly during storage at 5 and 15°C for 56 days. The strawberry jelly was made of 40.0% strawberry juice and 10.0% sugar, with the ratio of xanthan gum and locust bean gum of 1.5.

(Fig. 2), 이러한 저장 중 L 값의 감소는 저장 중 수분 손실에 의해 젤리의 명도가 감소하였기 때문으로 판단된다(33). 또한 5°C와

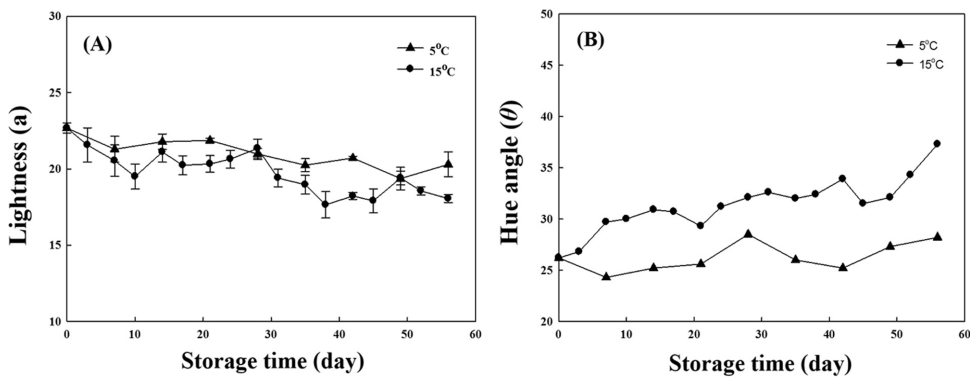


Fig. 2. Changes in the lightness (A), redness (B), yellowness (C), and hue angle (D) of senior-friendly strawberry jelly during storage at 5 and 15°C for 56 days. The strawberry jelly was made of 40.0% strawberry juice and 10.0% sugar, with the ratio of xanthan gum and locust bean gum of 1.5.

Table 2. Operating conditions for texture profile analysis of strawberry jellies

Parameters	Conditions
Measuring type	Two bite compression
Plunger type	Cylindrical type (Φ 50 mm)
Pre-test speed	1.0 mm/s
Test speed	2.0 mm/s
Post-test speed	1.0 mm/s
Deformation ratio	50%

15°C 저장 중 딸기 젤리의 색상각 변화를 보면 5°C 보다 15°C에서 색상각의 증가가 뚜렷하게 보였는데(Fig. 2), 이는 딸기 내 안토시아닌 색소의 감소로 인한 황색화가(34,35) 상대적으로 높은 15°C에서의 저장 중 더 많이 일어났기 때문으로 사료된다.

저장수명 결정

제한 저장 시험으로부터 얻은 젤리의 경도 데이터를 회귀분석한 결과 5°C와 15°C에서의 0차 반응의 R²는 각각 0.96과 0.89였고, 1차 반응의 R²는 각각 0.94와 0.67이었다. 회귀분석 결과를 통해서 5°C와 15°C에서 저장 중 경도의 변화는 1차 반응보다 0차 반응에 의해 적절하게 설명되는 것을 확인하였다. 5°C와 15°C에서 0차 반응속도상수인 k₀는 각각 0.013과 0.009이었고, 이로부터 저장 온도가 낮을 때 저장 중 경도의 변화가 더 큰 것을 알 수 있었다. 5°C와 15°C 사이 구간의 Q₁₀값은 0.69로 계산되었다. 경도의 허용한계치를 1.8 N으로 하였을 때(11) 저장 온도 5°C에서의 저장수명은 38.5일(38일)로 결정되었다. 또한, Q₁₀값을 이용하여 예측한 저장 온도 15°C에서의 저장수명은 26.6일(26일)로 예측되었다. 따라서 본 연구에서 고품자 친화 젤리 제형으로 최적화하여 개발한 딸기 젤리는 냉장 온도에서 보관했을 때 38일 동안 유통이 가능할 것으로 판단된다.

요 약

설탕 또는 잔탄검의 함량이 증가함에 따라 딸기 젤리의 경도, 검성, 그리고 씹힘성이 상승하는 경향을 보였다. 딸기 젤리의 텍스처는 딸기 주스의 함량에 따른 경향성을 보이지 않았다. 고품자 친화 젤리에 알맞은 경도(1.3 N)를 가지도록 최적화된 딸기 젤리의 제형은 딸기 주스 함량 40.0%, 설탕 함량 10.0%, 그리고 잔

탄검/로커스트콩검의 비율 1.5였다. 모든 저장 온도에서 젤리의 경도, 감성, 그리고 씹힘성은 증가하였고, 명도는 감소하였다. 15°C에서는 저장 일자가 길어질수록 황색화가 증가하였다. 경도를 품질지표로 선정하여 예측하였을 때 5°C와 15°C에서의 젤리의 저장수명은 각각 38일과 26일이었다. 본 연구를 통해 냉동 딸기를 이용하여 고령자 친화 딸기 젤리를 개발하였고 제품의 저장 중 품질 특성과 저장수명을 예측할 수 있었다.

감사의 글

이 논문은 2017학년도 서울여자대학교 교내학술연구비의 지원을 받았음.

References

1. Wang M, Cha N. An approach of eastern nursing science for regimen on the old man. *J. East West Nurs. Res.* 7: 7-17 (2002)
2. Lee SJ. Recent sensory and consumer studies for the development of texture modified foods for elderly. *Food Sci. Ind.* 48: 13-19 (2015)
3. Kim JJ, Kim J. A study of health care system housing and environment of the elderly. *J. Korea Inst. Electron. Commun. Sci.* 7: 925-930 (2012)
4. Korean Statistical Information Service. Population and the aging index trend by age. Available from: http://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=113&tblId=DT_113_STBL_1015457&vw_cd=MT_ZTITLE&list_id=113_11314_02&seqNo=&lang_mode=ko&language=kor&obj_var_id=&itm_id=&conn_path=E1. Accessed Mar. 1, 2017.
5. Choi E, Lee J, Oh M. The quality characteristics of grape jelly made with various gelling agents for consumption by elderly women. *Korean J. Food Cook. Sci.* 23: 891-898 (2007)
6. Kim A, Han M, Lee S. Antioxidative capacity and quality characteristics of yanggaeng using fermented red ginseng for the elderly. *Korean J. Food Nutr.* 25: 83-89 (2012)
7. Kim JS, Kang EJ, Chang YE, Lee JH, Kim GC, Kim KM. Characteristics of strawberry jam containing strawberry puree. *Korean J. Food Cook. Sci.* 29: 725-731 (2013)
8. Giampieri F, Tulipani S, Alvarez-Suarez JM, Quiles JL, Mezzetti B, Battino M. The strawberry: Composition, nutritional quality, and impact on human health. *Nutrition* 28: 9-19 (2012)
9. Caner C, Aday MS, Demir M. Extending the quality of fresh strawberries by equilibrium modified atmosphere packaging. *Eur. Food Res. Technol.* 227: 1575-1583 (2008)
10. Lee JM, Kim SK, Lee GD. Monitoring on alcohol fermentation characteristics of strawberry. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 32: 679-683 (2003)
11. Lee J, Choi E, Oh M. Studies on quality characteristics of Jeju mandarin orange jelly for the aged. *J. Korean Soc. Food Cult.* 22: 475-481 (2007)
12. Kim HA, Lee KH. Quality characteristics of yanggeng made with various sweeteners. *J. East. Asian Soc. Dietary Life.* 22: 818-825 (2012)
13. Han J, Han J. Preparation and characterization of gel food for elderly. *Korean Journal of Food Sci. Technol.* 46: 575-580 (2014)
14. Higiroy J, Herald TJ, Alavi S. Rheological study of xanthan and locust bean gum interaction in dilute solution. *Food Res. Int.* 39: 165-175 (2006)
15. Renou F, Petibon O, Malhiac C, Grisel M. Effect of xanthan structure on its interaction with locust bean gum: Toward prediction of rheological properties. *Food Hydrocolloid.* 32: 331-340 (2013)
16. Kim H. Impact of xanthan-locust bean gum mixtures on pasting/paste characteristics and freeze-thaw stabilities of waxy rice starch. *Korean J. Food Sci. Technol.* 46: 593-600 (2014)
17. Choi E, Lee M, Oh M. Quality characteristics of Jeju mandarin orange jellies with sugar derivative sweeteners for consumption by the elderly. *J. Korean Soc. Food Cult.* 24: 212-218 (2009)
18. Lee M, Choi E, Oh M. Quality characteristics of grape jellies with sugar derivative sweeteners for the elderly. *J. Korean Soc. Food Cult.* 23: 499-506 (2008)
19. Kim JE, Oh YJ, Won MY, Lee K, Min SC. Microbial decontamination of onion powder using microwave-powered cold plasma treatments. *Food Microbiol.* 62: 112-123 (2017)
20. Min S, Jin Z, Min S, Yeom H, Zhang Q. Commercial-scale pulsed electric field processing of orange juice. *J. Food Sci.* 68: 1265-1271 (2003)
21. Giménez A, Ares F, Ares G. Sensory shelf-life estimation: a review of current methodological approaches. *Food Res. Int.* 49: 311-325 (2012)
22. Ahlawat K, Khatkar B, Gulia N. Development and shelf-life studies of aloe vera-guava jelly. *Ann. Biol.* 30: 705-710 (2014)
23. Mo E, Kim H, Kim S, Jo H, Sung C. Production of sedum extract adding jelly and assessment of its physicochemical properties. *Korean J. Food Sci. Technol.* 39: 619-624 (2007)
24. Park S, Song T, Kim D, Kim G, Jang K. Quality properties of peach pudding added with Korean peach (*Prunus Persica* L. Batsch) juice and gelatin. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 43: 265-272 (2014)
25. Jung N, Kang Y. Comparison of the physicochemical quality characteristics of strawberry jams by processing methods. *Korean J. Food Preserv.* 19: 337-343 (2012)
26. An B, Lee J. An application and the natural stabilizer in the food industry. *Food Ind. Nutr.* 5: 57-61 (2000)
27. Gaspar C, Laureano O, Sousa I. Production of reduced-calorie grape juice jelly with gellan, xanthan and locust bean gums: Sensory and objective analysis of texture. *Z. Lebensm. Unters. Forsch.* 206: 169-174 (1998)
28. Tako M, Nakamura S. Synergistic interaction between kappa-carrageenan and locust bean gum in aqueous media. *Agr. Biol. Chem.* 50: 2817-2822 (1986)
29. Sim C. Application of response surface methodology for the optimization of process in food technology. *Food Eng. Prog.* 15: 97-115 (2011)
30. Giannouli P, Morris ER. Cryogelation of xanthan. *Food Hydrocolloid.* 17: 495-501 (2003)
31. Naji S, Razavi SM, Karazhiyan H. Effect of freezing on functional and textural attributes of cress seed gum and xanthan gum. *Food Bioprocess Technol.* 6: 1302-1311 (2013)
32. Mao R, Tang J, Swanson B. Water holding capacity and microstructure of gellan gels. *Carbohydr. Polym.* 46: 365-371 (2001)
33. Khouryieh HA, Aramouni FM, Herald TJ. Physical, chemical and sensory properties of sugar-free jelly. *J. Food Qual.* 28: 179-190 (2005)
34. Mazza G, Brouillard R. The mechanism of co-pigmentation of anthocyanins in aqueous solutions. *Phytochemistry* 29: 1097-1102 (1990)
35. Park M. Quality characteristics of strawberry jam containing sugar alcohols. *Korean J. Food Sci. Technol.* 39: 44-49 (2007)