

Neohesperidin Dihydrochalcone를 첨가한 딸기잼의 품질 특성

정경아 · 김양¹ · 이창주*

원광대학교 식품생명공학과, ¹서울대학교 식품바이오융합연구소

Quality Characteristics of Strawberry Jam Added with Neohesperidin Dihydrochalcone

Gyeong A Jeong, Yang Kim¹, and Chang Joo Lee*

Department of Food Science and Biotechnology, Wonkwang University

¹Center for Food and Bioconvergence, Seoul National University

Abstract

This study aimed to prepare 50% sugar substitute strawberry jam with different neohesperidin dihydrochalcone (NHDC) addition levels (0.0136%, 0.054%, 0.072%, and 0.090%) and investigate their quality characteristics. NHDC is an artificial sweetener 1,500-1,800 times sweeter than sugar. There was no significant difference in the moisture content and sugar content of strawberry jam with NHDC except for Sugar. The total polyphenol content and total anthocyanin content did not significantly differ between all samples. Therefore, NHDC does not appear to have any effect on antioxidant activity. The brightness, redness, and yellowness were generally increased as NHDC increased. This result seems to be due to the difference in the color of NHDC and the concentration and moisture content due to heating during the jam manufacturing process. The overall acceptability and sweetness were highest in Sugar, followed by NH3. It seems desirable to add 0.072% of NHDC to replace 50% of sugar content. However, it was found that NHDC could not wholly replace sugar because of its distinct sweetness from sugar. Therefore, it is necessary to study high-sweetener materials with sweetness similar to sugar by changing the chemical structure of NHDC.

Key words: neohesperidin dihydrochalcone, sweetener, strawberry jam

서 론

현대에 들어 경제 발전과 생활수준의 향상으로 식품의 산업화가 발달됨에 따라 서구화식생활의 증가로 가공식품 및 빵류의 소비가 증가하고 있으며(Kim et al., 2015a), 이와 함께 간편식인 잼의 소비도 같이 증가하고 있다(Kim et al., 2015a). 잼의 구성성분은 펙틴(1-1.5%), 산(0.3-0.5%), 당도(60-65%)로 높은 당함량을 가지고 있다(Jang, 2009). 이와 같이 당함량이 높은 식품군은 GI (glycemic index) 혈당 지수에 영향을 미쳐 당뇨병, 비만 등과 같은 성인병의 원인으로 지목되고 있다(Lee et al., 2017). 특히 가공식품의 소비량이 증가하면서 국내에서의 당류 과잉 섭취에 따른 위험성이 증가하고 있다(Shin et al., 2019). 그 중 설

탕은 많은 가공 식품에서 대표적으로 사용되는 당으로서 콜레스테롤, 당뇨병, 충치 및 중성지방 증가 등에 대한 문제가 알려지면서 대체감미료에 대한 관심이 높아지고 있다(Lee et al., 1990). 수크랄로스, 스테비오스를 첨가한 오토밀쿠키의 혈당 변화(Bang et al., 2013), 감미료 종류에 따른 수삼정과의 특성(Jo et al., 2015), 설탕 대체 에리스리톨 특성 연구(Byun & Lee, 1997), 타가토스와 에리스리톨로 제조한 다쿠아즈(Lee et al., 2017), 여러 대체감미료를 사용한 백설기의 특성연구(Ryu et al., 2012), 이소말토 올리고당과 프락토올리고당으로 제조한 매실청의 특성(Bae & Yoo, 2019), 이소말토올리고당을 사용한 약과(Lee et al., 2001), 올리고당과 당알콜을 이용한 스폰지케이크(Kim & Lee, 1997) 등 설탕 대체를 위한 다양한 연구가 진행되고 있다.

단맛을 내는 물질은 폴리올리고류, 아미노산류, 당류, 고강도 감미료로 분류되는데 감미 소재에 따라 인공합성 감미 소재와 천연유래 감미 소재로 구분된다(Choi et al., 2013). 인공 감미 소재중의 하나인 NHDC (neohesperidin dihydrochalcone)는 설탕보다 약 1,500-1,800배로 단맛이 강

*Corresponding author: Chang Joo Lee, Department of Food Science and Biotechnology, Wonkwang University, Iksan, Jeonbuk 54538, Korea
Tel: +82-63-850-6825; Fax: +28-63-850-7308
E-mail: cjlee@wku.ac.kr
Received December 31, 2021; revised January 21, 2021; accepted February 3, 2022

하며(Frydman et al., 2005), 고감미료와의 상승효과 및 향미개선제(flavor modifier)로서의 작용이 뛰어나다고 보고되었다(Jeong et al., 2021). NHDC는 저열량이지만 설탕과 매우 유사하며 아스파탐, 설탕, 사카린, 솔비톨 등의 인공 감미료와 함께 사용하면 시너지 효과를 가진다(Benavente-Garcia et al., 2001). 하지만 NHDC는 설탕에 비해 단맛이 늦게 나타나고 오래 남아있어 제품개발에 대한 연구가 부족한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 저칼로리 고감미료 소재인 NHDC를 활용하여 설탕을 대체한 딸기잼을 제조하고, 그에 따른 품질 특성을 비교하고자 하였다.

재료 및 방법

실험 재료

본 실험에서는 잼 제조를 위해 시중에서 판매하는 국내산 냉동 딸기(Sominternational Co., Nonsan, Korea)를 사용하였으며, NHDC (Shaanxi Fuheng (FH) Biotechnology Co., Ltd, Shaanxi, China), 펙틴(DS global, Yellow Ribbon 1500M, Naturex, Switzerland), 하얀 설탕(CJ Cheiljedang, Incheon, Korea)은 시판되는 것을 구매하여 사용하였다.

NHDC를 첨가한 딸기잼 제조

잼 제조에 이용된 냉동 딸기의 당도는 7.53°Bx, pH는 3.9로 나타났다. NHDC를 첨가한 딸기잼의 원료 혼합은 중량 비율(w/w, %)로 하여 Table 1에 나타내었다. 냉동 딸기는 실온에서 해동한 후 사용하였다. 딸기잼의 제조는 원료를 가열하여 50%의 수분이 증발한 후에 설탕 및 설탕대체제인 NHDC를 첨가하고 혼합 후 펙틴을 첨가하여 5분간 저어주면서 가열하였다. 제조한 잼은 미리 소독한 유리 용기에 담아 4°C의 냉장고에 16시간 동안 저장하고, 실온에서 1시간 동안 방치한 후 실험에 사용하였다.

수분함량 측정

NHDC를 첨가한 딸기잼의 수분함량은 시료 5 g을 취하여 적외선 수분측정기(MB120, Ohaus Co., Parsippany, NJ, USA)를 활용하여 105°C 상압 가열 건조법으로 측정하였다.

Table 1. Formulas for strawberry jam with different levels of NHDC

Sample	Components (% w/w)					Total
	Strawberry	Sugar	NHDC ¹⁾	Pectin	Water	
Sugar	54.0	27.0	-	1.08	18.0	100
Control	54.0	13.5	-	1.08	31.5	100
NH1	54.0	13.5	0.036	1.08	31.4	100
NH2	54.0	13.5	0.054	1.08	31.4	100
NH3	54.0	13.5	0.072	1.08	31.4	100
NH4	54.0	13.5	0.090	1.08	31.4	100

¹⁾NHDC: neohesperidin dihydrochalcone

pH 및 당도 측정

딸기잼의 pH와 당도는 시료 5 g에 증류수 15 mL을 가한 뒤 균질기(Homogenizer, Model: T18D, IKA, Germany)를 이용해 균질화 하였다. 이후 원심분리기를 이용하여 3,000×g에서 10분간 원심분리 후 상층액을 실험에 사용하였다. pH는 pH meter (Orion Star A215, Thermo, Boston, MA, USA)로 측정하고, 당도는 디지털당도계(Refractometer PAL-1, Atago Co., Ltd., Tokyo, Japan)로 측정하여 °Bx로 나타내었다.

색도 측정

NHDC를 첨가한 딸기잼의 색도는 Hunter값인 L^* , a^* , b^* 값을 표준 백색판으로 보정한 후 색도계(Model CM-5, Minolta Co., Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다. 명도를 나타내는 L^* 값(lightness), 적색도를 나타내는 a^* 값(redness), 황색도를 나타내는 b^* 값(yellowness)를 구하고 색도차(ΔE)는 $\Delta E = \sqrt{L^{*2} + a^{*2} + b^{*2}}$ 로 계산하여 나타냈다.

물성 측정

딸기잼의 물성은 Texture Analyzer™ (TA-XT2, Stable-Micro System, Godalming, Surrey, England)를 사용하여 측정하였다. 비이커 250 mL에 시료 100 g을 담아 표면으로부터 전체 두께의 50%의 변형이 일어나도록 2회 반복 압착하여, 경도(hardness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 검성(gumminess), 부착성(adhesiveness) 및 씹힘성(chewiness)을 측정하였다. 상세한 측정 조건은 Table 2에 나타내었다.

총 폴리페놀 함량 측정

딸기잼의 총 폴리페놀 함량은 Dewanto et al. (2002)의 방법을 일부 변형하여 실험에 적용하였다. 시료 10 g에 95% EtOH 20 mL을 가하여 실온에서 5시간 교반 후 3,000×g에서 10분간 원심분리하여 상층액을 사용하였다. 상층액 0.1 mL과 D.W. 1.9 mL, 2 M Folin-Ciocalteu's phenol reagent (47641, Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA) 0.2 mL을 첨가 후 실온에서 3분 방치하고, 포화용액 sodium carbonate (Na_2CO_3) 0.4 mL와 D.W. 1.9 mL을 가한 후 실

Table 2. Texture analyzer operating condition for strawberry jam with different levels of NHDC

Measurement	Condition
Test type	TPA test
Measurement type	Two bite compression
Probe	35 mm dia, circle
Pre-test speed	2.0 mm/sec
Test speed	2.0 mm/sec
Deformation	50%
Trigger force	5 g

온에서 1시간 반응하였다. 반응액은 흡광광도계(UV-1080, Shimadzu Co., Kyoto, Japan)를 사용하여 725 nm에서 측정하였다. 표준물질은 갈릭산(gallic acid, Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA)을 이용하여 검량선을 작성한 후 갈릭산 당량(GAE, gallic acid equivalent, mg GAE/100 g)으로 환원하였다.

총 안토시아닌 함량

딸기잼의 총 안토시아닌 함량은 Park et al. (1994) 방법을 변형하여 사용하였다. 시료 5 g에 추출 용매(EtOH:D.W.:HCl=85:3:2) 50 mL을 넣고 혼합한 후 암소에서 2시간 방치하였다. 이후 시료를 3,000×g으로 10분간 원심분리하여 상층액을 535 nm에서 흡광도를 측정하였다.

소비자 기호도 조사

NHDC 첨가 딸기잼에 대한 소비자 기호도 조사는 20대 대학생 13명을 대상으로 실시하였다. 각각의 시료를 백색의 컵에 담고 임의의 3자리 숫자로 표기하여 패널들에게 제공하였다. 평가시 사용한 척도는 7점 척도법으로 선호도가 좋을수록 높은 점수를 기록하는 방법으로 하였다(‘매우 싫음’ 1점, ‘매우 좋음’은 7점). 패널들은 각 딸기잼 시료의 색(color), 식감(texture), 신맛(sourness), 단맛(sweetness) 및 전반적인 기호도(overall acceptability)를 평가하였다.

통계처리

모든 실험값은 SPSS (23.0 for windows, SPSS Inc., Chicago, IL USA) 프로그램을 이용하여 분산분석(ANOVA)을 실시하였다. 실험값은 Mean±SD로 표시하였으며, 각 측정 평균값은 $p < 0.05$ 수준으로 Duncan's multiple range test를 실시하여 유의 수준을 검증하였다.

결과 및 고찰

딸기잼의 수분함량, 당도 및 pH

NHDC를 첨가한 딸기잼의 수분함량, 당도 및 pH의 함량은 Table 3에 나타내었다. NHDC첨가 수준은 Table 1과 같으며, Sugar는 시중에서 판매되는 제품의 조건으로 제조되었다. 대조군(Control)은 Sugar시료의 설탕 함량 절반을 첨가한 잼으로 선정하였다. 수분함량에서 Sugar는 70.8%로 가장 낮았으나, Control과 NHDC를 첨가한 딸기잼에서 84.4-85.1%로 Sugar에 비해 높게 나타났다. 또한 Sugar를 제외한 시료 간의 유의적 차이는 없었다($p > 0.05$). 이는 NHDC 첨가량(NH1, NH2, NH3, NH4)에 따른 설탕(Sugar, Control)과의 중량을 정제수를 첨가하여 맞췄기 때문이며, 수분함량은 정제수 첨가량과 동일한 비율로 나타났다.

딸기잼의 당도는 Sugar가 65.4°Bx로 가장 높았으며, Control, NH1, NH2, NH3, NH4는 39.4, 38.8, 38.9, 39.3,

Table 3. Moisture, sugar contents, and pH values of strawberry jam different levels of NHDC

Sample ¹⁾	Moisture content (%)	Sugar content (°Bx)	pH
Sugar	70.8±0.21 ^a	65.4±0.50 ^b	3.96±0.01 ^a
Control	85.1±0.45 ^b	39.4±0.73 ^a	3.96±0.00 ^a
NH1	85.0±1.19 ^b	38.8±0.42 ^a	3.97±0.01 ^a
NH2	84.9±0.31 ^b	38.9±0.58 ^a	3.94±0.02 ^a
NH3	84.4±1.27 ^b	39.3±0.53 ^a	3.94±0.02 ^a
NH4	84.7±0.86 ^b	39.2±0.62 ^a	3.96±0.03 ^a

¹⁾The values with different superscripts within a column are significantly different ($p < 0.05$) by Duncan's multiple range test.

39.2°Bx로 시료 간의 유의적 차이가 존재하지 않았다($p > 0.05$). Jung & Kang (2012)에 따르면 시판되는 딸기잼의 당도는 62.33-68.33°Bx를 가진다고 보고하였다. 이와 같이 시중에서 판매되는 잼의 기준으로 제조한 Sugar의 경우 65.4°Bx로 유사하게 나타났다. 그러나 Control과 NH시료군의 경우 Sugar에 비해 당도가 낮은 값을 나타냈다. 이는 시료에 설탕의 함량이 Sugar에 비해 적게 첨가되었기 때문이다. 또한 인공감미소재인 NHDC는 굴절 방식의 당도계로는 정확한 함량을 측정하지 못하는 것으로 보인다. Kim & Lee (2012)에 따르면 다양한 종류의 설탕 대체재(fructo-oligosaccharides, xylitol, erythritol, stevioside)를 활용한 양갱의 당도는 전반적으로 설탕에 비해 낮은 당함량을 나타냈으며, 그중 고감미료인 stevioside의 경우 미량사용에도 높은 감미도를 보이거나 당도에는 큰 영향을 미치지 않는다는 연구결과와 동일한 양상을 보였다.

NHDC첨가 딸기잼의 pH는 3.94-3.96으로 시료 간의 유의적 차이가 없었다($p > 0.05$). Park (2007)에 따르면 설탕대체재로 당알코올을 첨가한 딸기잼의 pH의 경우 3.96-4.01로 시료 간의 유의적 차이가 없었다는 연구결과와 유사하게 나타났다. 따라서 NHDC첨가에 따른 pH 변화는 없는 것으로 보인다.

딸기잼의 색도

NHDC 첨가량에 따른 딸기잼의 색도는 Table 4에 나타내었다. 설탕만 첨가한 Sugar에서 명도(L^* : brightness)는 13.2으로 가장 낮았고 그 외 Control, NH1, NH2, NH3, NH4는 14.4-14.9로 유사하였으나, NHDC함량이 증가할수록 미미하게 증가하는 경향을 보였다. Na et al. (2012)는 설탕만 첨가한 시료군에서 설탕을 대체한 실험군에 비하여 낮은 명도가 나타났다고 보고한 연구결과와 일치하였다. Jeong et al. (2021)에 따르면 백색(설탕)과 노란색(NHDC) 소재를 첨가하였을 때 명도가 높아진다고 보고하였는데 이와 동일한 양상이 띠었다. 적색도(a^* : redness)는 Sugar의 경우 8.13으로 가장 낮았고 그 다음 시료군에서 9.52-9.58로 높아졌다. Sugar를 제외한 시료군에서 유의적 차이가

Table 4. Hunter's color values of strawberry jam with different levels of NHDC

Sample ¹⁾	Hunter's color value			
	L*	a*	b*	ΔE
Sugar	13.2±0.33 ^a	8.13±0.14 ^a	3.00±0.06 ^a	15.8±0.28 ^a
Control	14.4±0.005 ^b	9.58±0.04 ^b	3.06±0.08 ^a	17.6±0.05 ^b
NH1	14.6±0.07 ^{bc}	9.57±0.05 ^b	3.17±0.03 ^b	17.7±0.07 ^{bc}
NH2	14.7±0.04 ^{bc}	9.55±0.02 ^b	3.27±0.04 ^c	17.8±0.04 ^{bc}
NH3	14.8±0.04 ^c	9.52±0.05 ^b	3.36±0.03 ^c	17.9±0.05 ^{bc}
NH4	14.9±0.08 ^c	9.56±0.08 ^b	3.49±0.06 ^d	18.0±0.11 ^c

¹⁾The values with different superscripts within a column are significantly different ($p<0.05$) by Duncan's multiple range test.

없음을 확인하였다($p>0.05$). 이는 딸기잼 제조에 있어서 설탕대체제로 당알코올(Park, 2007), 프락토올리고당(Kim & Chun, 2000)를 첨가하였을 경우 적색도가 증가한다는 연구결과와 동일한 양상이 나타났다. 황색도(b^* : yellowness)는 NHDC가 첨가됨에 따라 3.17, 3.27, 3.36, 3.49로 점차 증가하는 경향을 보였다. NHDC는 감귤류 과피 또는 외피로부터 추출된 naringin을 화학적으로 변화시켜 얻은 것으로 노란빛을 띠고 있기 때문으로 보인다. Kim et al. (2013)는 잼 제조과정 중 가열과정에서 설탕의 갈색화와 딸기의 안토시아닌 색소가 분해되어 색도 변화가 일어난다고 보고하였다.

물성 측정

제조한 딸기잼의 물성 측정결과는 Table 5에 나타났다. Sugar와 Control, NH1, NH2, NH3, NH4의 Springiness (탄력성), Cohesiveness (응집성), Chewiness (씹힘성), Gumminess (검성)은 유의적 차이를 보이지 않았다($p>0.05$). 그러나 Hardness (강도)와 Adhesiveness (부착성)는 시료군 간의 유의적 차이가 나타났다($p<0.05$). 이는 딸기잼의 수분함량의 차이 때문으로 보여진다. Adhesiveness는 Sugar 4.36으로 가장 높았으며 Control, NH1, NH2, NH3, NH4순으로 3.23, 3.56, 3.73, 3.79, 3.90으로 증가하는 양의 상관관계를 나타내었다($r=0.987$, $p<0.01$). Adhesiveness은 딸기잼이 이빨에 달라붙는 정도를 나타낸 것으로 설탕의 첨가량에 비례하여 증가한다는 결과와 유사하게, 설탕과 NHDC

의 첨가량이 증가할수록 높은 값을 가졌다(Kim et al., 2015a). Hardness의 경우 Sugar가 4.18로 가장 높은 값을 가졌으며 Sugar를 제외한 시료군에서는 3.52-3.68로 유의적 차이가 없었다($p<0.05$). Shin et al. (2019)에 따르면 설탕을 첨가한 딸기잼이 조리 전후 가장 높은 값을 보였으나 설탕대체제로 올리고당을 첨가한 시료군에서는 시료 간의 유의적 차이가 없다는 연구결과와 일치하였다. 이는 NHDC 첨가량과 수분함량이 잼의 물성에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

총 폴리페놀 함량

딸기잼의 총 폴리페놀 함량 측정 결과는 Fig. 1에 나타내었다. Sugar, Control, NHDC 첨가군의 총 폴리페놀 함량은 149.8-153.7 mg/100 g으로 시료 간의 유의적 차이가 없었다($p>0.05$). 딸기는 품종에 따라 성분이 다르나 다양한 항산화 물질을 갖는다고 보고되었다(Kim et al., 2015b). 폴리페놀류는 항산화 물질에 포함되어 있으며(Choi & Lee, 2013), 딸기는 다년생 식물로 유기산(malic acid, citric acid, formic acid 등), 폴리페놀, flavonol류, quercetin, vitamin C 등을 함유하고 있어 항산화 기능을 가지고있다(Yong et al., 2019). Jung & Kang (2012)에 따르면 시판되고 있는 딸기잼의 총 폴리페놀 함량은 56.10, 97.59, 105.85 mg/100 g으로 다양하게 분포되어 있다고 보고되었다. 이와 같이 딸기잼의 종류와 제조방법에 따라 폴리페놀의 함량은 다르며, 제조된 NHDC의 첨가에 따른 딸기잼의 총 폴리페놀 함량 변화는 없는 것으로 보인다.

총 안토시아닌 함량

NHDC 첨가 딸기잼의 총 안토시아닌 함량 측정결과는 Fig. 2에 나타내었다. 안토시아닌의 총 함량은 5.99-6.04 mg/g으로 시료군 간의 유의적 차이가 없었다($p>0.05$). 안토시아닌의 안정성은 열, pH, 빛, 산소 등의 여러가지 요인에 의해 영향을 많이 받는다고 보고되었다(Park, 2007). 그러나 본 연구에서는 딸기잼에 NHDC를 첨가하더라도 딸기의 안토시아닌의 안정성에는 큰 영향을 주지 않는 것으로 보인다. Hwang & Nhuan (2014)에 따르면 Sucrose대체재로 oligosaccharide, xylitol, erythritol을 첨가하였을 경우

Table 5. Textural profiles of strawberry jam with different levels of NHDC

Sample ¹⁾	TPA					
	Hardness (N)	Springiness	Cohesiveness	Chewiness (N·mm)	Gumminess (N)	Adhesiveness (J)
Sugar	4.18±0.18 ^b	2.78±0.21 ^a	1.01±0.02 ^a	11.7±0.64 ^a	4.22±0.17 ^a	4.36±0.18 ^d
Control	3.68±0.19 ^a	2.66±0.20 ^a	1.00±0.11 ^a	9.56±1.47 ^a	3.70±0.53 ^a	3.23±0.24 ^a
NH1	3.58±0.19 ^a	2.57±0.25 ^a	1.09±0.13 ^a	10.1±2.72 ^a	3.91±0.66 ^a	3.56±0.14 ^b
NH2	3.53±0.23 ^a	2.68±0.17 ^a	1.13±0.09 ^a	10.7±1.03 ^a	3.99±0.30 ^a	3.73±0.13 ^{bc}
NH3	3.52±0.27 ^a	2.40±0.20 ^a	1.09±0.30 ^a	10.3±1.83 ^a	4.06±0.55 ^a	3.79±0.16 ^{bc}
NH4	3.60±0.26 ^a	2.50±0.29 ^a	1.08±0.24 ^a	9.87±2.07 ^a	3.87±0.62 ^a	3.90±0.13 ^c

¹⁾The values with different superscripts within a column are significantly different ($p<0.05$) by Duncan's multiple range test.

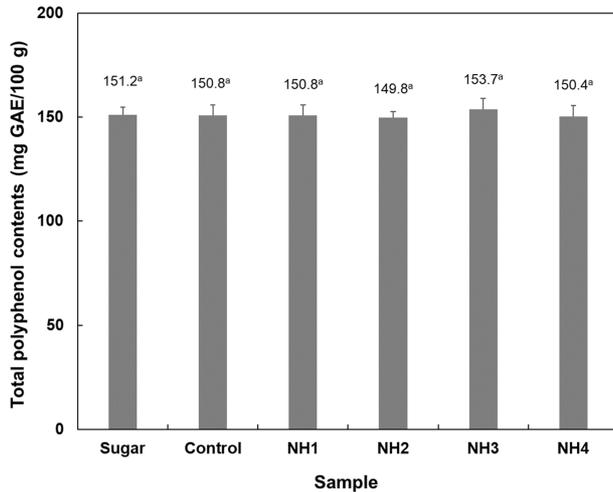


Fig. 1. Total polyphenol content of strawberry jam with different levels of NHDC.

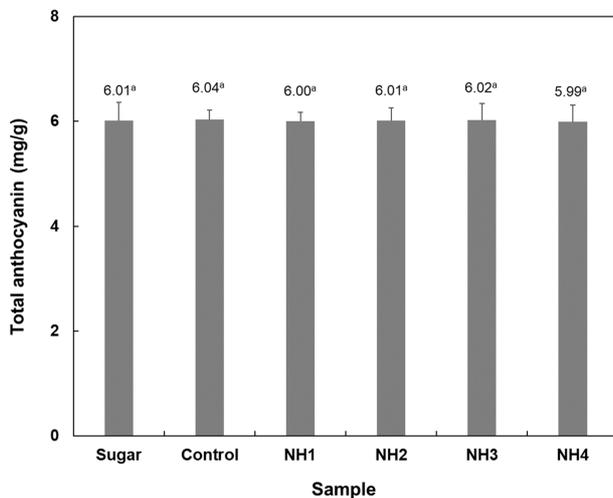


Fig. 2. Total anthocyanin content of strawberry jam with different levels of NHDC.

항산화 물질인 폴리페놀, 안토시아닌의 함량이 다소 차이가 있었다는 보고와는 다른 양상을 띠었다. 이는 당류의 종류에 따라 항산화물질의 함량에 영향이 다소 차이가 있는 것으로 보인다.

소비자 기호도 조사

NHDC 첨가량에 따른 딸기잼의 소비자 기호도 조사결과는 Table 6과 같다. 고감미료 NHDC의 관능 검사는 색감(Color), 식감(Texture), 신맛(Sourness), 단맛(Sweetness), 전반적인 기호도(Overall acceptability)로 식감(Texture)를 제외한 모든 항목에서 시료 간의 유의적 차이가 나타났다($p < 0.05$). 색감(Color)에서는 Sugar 5.46으로 가장 높았고 그 다음 NH3가 4.38로 높은 값을 가졌다. Park (2007)의 연구결과에 의하면 설탕만 첨가한 Control에서 6.36으로 색감의 선호도가 가장 높았다. 이는 시중에서 판매되는 딸기잼과의 가장 유사한 색도를 가지기 때문이며, 황색도가 높을수록 낮은 기호도를 가진다는 Park & Lee (2005)의 연구결과와 연관이 있는 것으로 보인다. 이와 같이 황색도가 높아질수록 낮은 기호도를 가진 Kim & Chun (2001)과 Kim et al. (2015b)의 연구결과와 유사하게 나타났다. 신맛(Sourness)은 NH3가 4.38로 기호도가 가장 높았다. 단맛(Sweetness)의 경우 Sugar가 4.92로 가장 높았으며, 다음 NH3가 4.77로 높은 기호도를 가졌다. Jeong et al. (2021)에 따르면 소비자는 시중에 판매되는 식품에 익숙해져 있다고 보고하였다. 이와 같이 시판 딸기잼 당도에 익숙하여 시중에서 판매되는 당도와 비슷하게 제조된 Sugar에서 가장 높은 값을 나타냈고 다음으로 NH3가 나타나 Sugar와 유사한 당도를 가진 것으로 보인다. 전반적인 기호도(Overall acceptability)는 시판되는 딸기잼과 유사한 Sugar가 5.31로 가장 높았으며, 그 다음으로 NH3가 4.38로 높았으며, NH2, NH1, Control, NH4순으로 4.15, 3.85, 3.75, 3.23로 낮아졌다. 이와 같이 딸기잼 제조에 있어 설탕을 50% 대체할 경우 NHDC 0.072%첨가가 적절한 것으로 보인다. 따라서 NHDC를 첨가하면 설탕의 당도는 대체가 가능하나 감미질은 완벽하게 대체하지 못한 것으로 나타났다.

요 약

NHDC 첨가량(0.0136%, 0.054%, 0.072%, 0.090%)을 달리한 설탕 50% 대체 딸기잼을 제조하고 이의 품질 특성 조사하였다. NHDC 첨가 딸기잼의 수분함량과 당도는 Sugar를 제외하고 유의적 차이가 없었으며, 총 폴리페놀 함량(149.8-153.7 mg/100 g), 총 안토시아닌 함량(5.99-6.04

Table 6. Sensory preference score of strawberry jam with different levels of NHDC

Sample ¹⁾	Color	Texture	Sourness	Sweetness	Overall acceptability
Sugar	5.46±0.78 ^c	5.15±0.90 ^a	2.62±0.96 ^a	4.92±0.64 ^c	5.31±0.75 ^c
Control	3.15±0.90 ^{ab}	4.62±0.96 ^a	2.69±0.63 ^{ab}	3.31±0.85 ^a	3.75±0.99 ^{ab}
NH1	3.54±0.78 ^{bc}	4.54±0.97 ^a	3.15±1.07 ^{ab}	3.62±0.87 ^{ab}	3.85±1.07 ^{ab}
NH2	3.85±0.99 ^{cd}	4.77±0.83 ^a	3.38±0.87 ^{bc}	4.31±1.03 ^{bc}	4.15±0.90 ^b
NH3	4.38±0.96 ^d	4.69±1.03 ^a	4.38±0.77 ^d	4.77±0.93 ^c	4.38±1.19 ^b
NH4	2.85±0.55 ^a	4.46±0.88 ^a	3.85±0.99 ^{cd}	3.92±0.95 ^{ab}	3.23±1.01 ^a

¹⁾The values with different superscripts within a column are significantly different ($p < 0.05$) by Duncan's multiple range test.

mg/g)의 경우에는 전반적으로 시료 간의 유의적 차이가 나타나지 않았다. 이는 NHDC가 항산화능에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 색도의 경우 명도, 적색도, 황색도는 NHDC가 증가됨에 따라 전반적으로 높아졌으며, 이는 NHDC자체의 색감과 잼 제조과정 중의 가열에 따른 농축, 수분함량의 차이에 의한 것으로 보인다. 전반적인 기호도와 단맛에서 Sugar 다음으로 NH3가 가장 높은 기호도가 나타났으며, 설탕 함량 50%를 대체 하기위해서는 NHDC 0.072%를 첨가하는 것이 바람직한 것으로 보여진다. 그러나 NHDC는 설탕과 감미질이 달라 설탕을 완벽하게 대체 하지 못하는 것으로 나타났다. 따라서 NHDC의 화학적 구조를 변화하여 설탕과 유사한 감미질을 갖는 고감미료 소재 연구가 필요해 보인다.

감사의 글

본 결과물은 농림축산식품부의 재원으로 농림식품기술기획평가원의 미래형혁신식품기술개발사업의 지원을 받아 연구되었음(119020-03-1-SB050).

References

- Bae MJ, Yoo SH. 2019. Changes in oligosaccharide content during the storage period of maesil cheong formulated with functional oligosaccharides. *Korean J. Food Sci. Technol.* 51: 169-175.
- Bang SK, Son EJ, Kim HJ, Park SM. 2013. Quality characteristics and glycemic Index of oatmeal cookies made with artificial sweeteners. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 42: 877-884.
- Benavente-Garcia O, Castillo J, Del Bano MJ, Lorente J. 2001. Improved water solubility of neohesperidin dihydrochalcone in sweetener blends. *J. Agric. Food Chem.* 49: 189-191.
- Byun SH, Lee CH. 1997. Studies on physicochemical properties of erythritol, substitute, sugar. *Korean J. Food Sci. Technol.* 29: 1089-1093.
- Choi IK, Lee JH. 2013. Quality characteristics of yanggaeng incorporated with mugwort powder. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 42: 313-317.
- Choi JH, Kim KO, Chung SJ. 2013. Relative sweetness and sweetness quality of low calorie sweeteners in milk and coffee model system. *Korean J. Food Sci. Technol.* 45: 754-762.
- Dewanto V, Wu X, Liu RH. 2002. Processed sweet corn has higher antioxidant activity. *J. Agric. Food Chem.* 50: 4959-4964.
- Frydman A, Weisshaus O, Huhman, DV, Sumner LW, Bar-Peled M, Lewinsohn E, Fluhr R, Gressel J, Eyal Y. 2005. Metabolic engineering of plant cells for biotransformation of hesperedin into neohesperidin, a substrate for production of the low-calorie sweetener and flavor enhancer NHDC. *J. Agric. Food Chem.* 53: 9708-9712.
- Hwang ES, Nhuan DT. 2014. Quality characteristics and antioxidant activities of aronia jam replacing sucrose with different sugar substances. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 27: 888-896.
- Jang MS. 2009. Optimization of the ingredient mixing ratio for preparation of kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) jam prepared with added barley sproutling powder. *Korean J. Food Cook. Sci.* 25: 234-242.
- Jeong GA, Kim Y, Lee CJ. 2021. Quality characteristics of yanggaeng added with neohesperidin dihydrochalcone as partial replacer of sucrose. *Korean J. Food Sci. Technol.* 25: 18-23.
- Jo EH, Kim HA, Kim YS. 2015. Quality characteristics of *JungKwa* made with ginseng and the effects of different types of sweeteners. *Korean J. Culi. Res.* 21: 248-258.
- Jung NJ, Kang YH. 2012. Comparison of the physicochemical quality characteristics of strawberry jams by processing methods. *Korean J. Food Preserv.* 19: 337-343.
- Kim CS, Lee YS. 1997. Characteristics of sponge cakes with replacement of sucrose with oligosaccharides and sugar alcohols. *Korean J. Food Sci.* 13: 118-212.
- Kim HA, Lee KH. 2012. Quality characteristics of yanggeng made with various sweeteners. *J. East Asian Soc. Diet. Life* 22: 818-825.
- Kim JS, Kang EJ, Chang YE, Lee JH, Kim GC, Kim KM. 2013. Characteristics of strawberry jam containing strawberry puree. *Korean J. Food Cook. Sci.* 29: 725-731.
- Kim MJ, Kim JS, Chang YE. 2015b. Effect of rice mash on the quality characteristics of strawberry jam. *Korean J. Food Preserv.* 22: 817-822.
- Kim MY, Chun SS. 2001. Effects of onions on the quality characteristics of strawberry jam. *Korean J. Food Cook. Sci.* 17: 316-322.
- Kim NY, Chun SS. 2000. The effects of fructo-oligosaccharide on the quality characteristics of strawberry jam. *Korean J. Soc. Food Sci.* 16: 26-33.
- Kim YR, Shim KY, Yoon JH, Choi SY, Koh EM. 2015a. Sensory characteristics of purple-fleshed sweet potato jam with varying sugar contents. *J. East Asian Soc. Diet. Life* 25: 660-666.
- Lee CH, Park CS, Han BJ, Kim BC, Jang JH. 1990. Studies on the rheological properties of sugar derivative sweeteners. *Korean J. Food Sci. Technol.* 22: 852-857.
- Lee KA, Lee YJ, Ly SY. 2001. Effect of isomaltooligosaccharides on the *Yackwa* quality. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 30: 261-265.
- Lee NR, Kang SA, Kim JH, Kim HH, Lee JA, Park SM. 2017. Physicochemical properties of dacquoise made with sugar or sugar replacements, tagatose, and erythritol. *J. Appl. Biol. Chem.* 60: 87-93.
- Na YM, Lee YJ, Chun SS. 2012. Quality characteristics of tomato jam added with fructo-oligosaccharide. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 41: 27-232.
- Park HK, Lee HG. 2005. Characteristics and development of rice noodle added with isolate soybean protein. *Korean J. Food Cook. Sci.* 21: 326-338.
- Park MK. 2007. Quality characteristics of strawberry jam containing sugar alcohols. *Korean J. Food Sci. Technol.* 39: 44-49.
- Park SJ, Lee JH, Rhim JH, Kwon KS, Jang HG, Yu MY. 1994. The change of anthocyanin and spreadmeter value of strawberry jam by hating and preservation. *Korean J. Food Sci. Technol.* 26: 365-369.
- Ryu DY, Kim DB, Lee KH, Son DS, Surh JH. 2012. Influences of sugar substitutes on the physicochemical and sensory properties and hardness of *Baksulgi* during storage. *Korean J. Food*

- Sci. Technol. 44: 568-576.
- Shin JH, Lee JE, Chang JH, Han JA. 2019. Physical properties and sugar composition stability of food containing different oligosaccharides. Korean J. Food Sci. Technol. 51: 459-465.
- Yong YS, Lee SM, Byun NY, Sun SO, Kim MJ, Jang SW, Jang WS, Lee SY, Yim SH. 2019. Antioxidant activities and validation of analytical method of marker compounds in strawberry fruits from various cultivars. Korean J. Food Sci. Technol. 51: 517-523.

Author information

정경아: 원광대학교 식품생명공학과 대학원생(석사과정)

김양: 서울대학교 식품바이오융합연구소 연구교수

이창주: 원광대학교 식품생명공학과 교수