

대체당을 이용한 저칼로리 기능성 오디 잼의 평가 및 개발

김수연*, 김혜원, 지승우, 임지순

*건양대학교 제약생명공학과

e-mail:kais@kais99.or.kr

The Evaluation and Development of Functional Low-calorie Mulberry Jam Using Alternative Sugar

Soo-Yeon Kim*, Hye-Won Kim, Seung-Woo Ji,

*Dept. of Pharmaceutics & Biotechnology, Konyang Univ

요약

본 논문에서는 대체당을 이용해 체중관리 중에도 섭취할 수 있는 저칼로리 잼을 만드는 것에 목적을 두고 있다. 제품 제조에는 오디를 사용하였고, 대체당으로 에리스리톨과 알룰로스를 사용하였다. 냉동 오디의 단점을 보완하기 위해 히비스커스를 추가해 제조하였다. 히비스커스는 총 질량의 3%를 첨가하였으며, 대체당의 비율은 0.5의 증가 비율로서 에리스리톨:알룰로스의 비율이 2:8-3.5:6.5로 제조한 4가지 처리구와 시제품, 대체당 대신 설탕을 이용한 잼을 포함하는 총 6가지의 제품을 준비하였다.

제품의 평가는 총 페놀성 화합물 함량, 총 플라보노이드 함량, ABTS 라디칼 소거능, 수분함량, 조직물성특성, 관능평가 등의 방법을 이용하였다. 수분함량은 20.39-36.56%의 범위로 나타났으며, 에리스리톨의 첨가량이 증가함에 따라 pH와 최대 응력과 경도가 증가하였다. 또한 항산화 실험 결과, 잼 제조에 냉동 오디를 사용하였음에도 항산화 활성이 감소하지 않음을 확인할 수 있었다. 전체적 평가의 결과로서 3.5:6.5 제품을 제외하고 시제품과 샘플 사이에 유의적 차이는 보이지 않았다. 이화학적 및 관능적 평가를 모두 고려하여 시제품과 가장 비슷한 제품은 에리스리톨:알룰로스가 2:8로 첨가된 잼이 가장 적합하다.

1. 서론

세계적 감염병의 유행으로 사회는 단체 생활과 생활반경이 줄어들어 오는 등의 큰 영향을 받게 되었다. 이에 체중이 증가하며, 비만과 당뇨 등 다양한 질병의 환자 수가 증가하였다. 2021년에는 다이어트 열풍이 불었고, 건강 유지에 도움을 줄 수 있는 기능성 식품이나, 저칼로리 식품에 대한 소비량이 증가하였다.

대체당 중 하나인 에리스리톨(Erythritol)은 g 당 0.2kcal의 당알코올로 설탕의 0.75배의 감미를 갖는다. 내열성이 좋고 결정화가 쉬워 흡습을 피해야 하는 식품에 주로 이용된다. 에리스리톨은 당지수가 1로 매우 낮아 인슐린 수치, 혈당 증가와 혈중 지질에 영향을 주지 않는다.

알룰로스(Allulose)는 국내에서 연구되어 상용화된 0kcal/g의 대체 감미료로서 설탕의 70% 감미를 가지고 있다. 알룰로스는 무화과나 건포도와 같은 과일에 자연적으로 존재하는 단당류이다. 이러한 알룰로스는

인체·동물실험을 통해 체지방 감량을 통한 비만 억제와 혈당 상승 억제 작용에 효과적임을 증명했다.

이에 본 연구에서는 소비자의 수요가 증가하고 있는 저칼로리의 식품을 개발하고 연구하고자 한다. 잼의 재료인 설탕을 알룰로스와 에리스리톨로 대체하여 제조함으로써 칼로리에 대한 걱정과 건강에 대한 우려를 줄이고자 한다. 또한 지질혈중 개선이나 체지방 감소에 효과를 보이는 오디와 히비스커스를 재료로 사용함으로써 기능성을 추가하고, 저장성을 위해 사용되는 냉동 오디의 anthocyanin의 저하를 히비스커스를 이용해 상호 호환할 수 있는 제품을 개발하고 히비스커스와 오디의 다양화를 도모하고자 하였다.

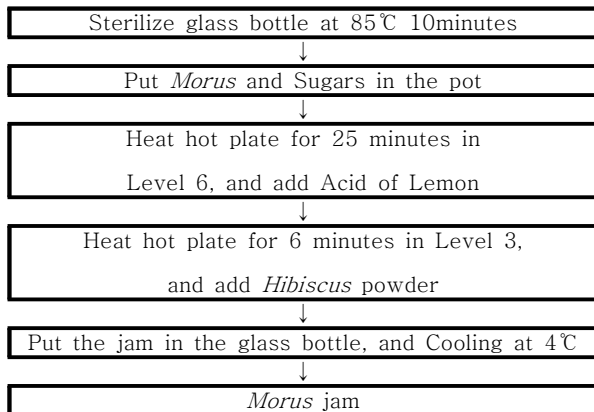
2. 본론

2.1 잼의 제조

잼의 배합비로는 일반적으로 많이 사용되고 있는

배합비를 참고하였으며, 히비스커스 분말을 총량의 3%로 고정하여 첨가하였다. 또한 설탕으로 인한 열량을 감소시키기 위해 대체당인 알룰로스(Alulose)와 에리스리톨(Erythritol)을 사용하였다. 대체당(에리스리톨 : 알룰로스)을 각 2:8, 2.5:7.5, 3:7, 3.5:6.5로 잼에 첨가하여 제조하였고, 시판용 잼과 대체당 대신 설탕을 넣어 잼을 제조하여 총 6개의 처리구로 나타내었다.

잼의 제조법은 그림 1과 같다.



[그림 1] 히비스커스 분말을 포함하는 기능성 오디잼의 제조방법

2.2 기기

액상 추출기(CBP-A301K, COOCHEN, Korea), 감압여과기(Rocker 300, GAESEONGSCIENTIFIC CO., Korea), 건조기(JBS-DO200, JBS International Inc., USA), 원심분리기(Fleta-5, Hanil Science Industrial Co., Ltd., Korea), 굴절당도계(N-1E Brix 58~90%, Atago, Japan), Texture Analyzer(CT3 10K, Brookfield International Inc., USA), 색차계(LC 100 Spectrocolorimeter & SV 100 kit, Lovibond, England), 분광광도계(DE-1011), 소니케이터(BRANSON ULTRASONICS CORPORATION 41 EAGLE ROAD, DANBURY, CT 06813, USA), pH meter(pH700, OAKLON) 등을 사용하였다.

2.3 수분함량

수분함량 측정은 시료 10g을 취해 건조기(JBS-DO200, JBS International Inc., USA)에 넣고 AOAC 105°C 상압가열 건조법으로 2회 반복하여 측정하였다.

2.3 항산화 및 항산화력 측정

총 페놀성 화합물 함량 측정은 시료 10g에 70% 에탄올 90ml를 가해 32°C에서 15분간 소니케이팅한 뒤 4,000 RPM에서 20분간 원심분리하고 감압여

과(Whatman No.2)시커 시료로 사용하였다. 총 페놀성 화합물의 함량은 Folin-Denis's method¹³⁾에 준하여 측정하였다. 시료액 200 μ l에 증류수 2350 μ l, 2N Folin Ciocalteu 150 μ l를 가하여 3분간 방치하고, 1N Sodium Carbonate 300 μ l를 가하여 암소에서 2시간 동안 반응시켜 725nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준검량선은 Tannin acid(Sigma Chemical Co., USA)를 사용하여 작성하였으며, 시료의 총 페놀성 화합물 함량을 10g 중 mg Tanin acid(mg TE/10g)으로 나타내었다.

총 플라보노이드 함량은 Davis 변법(chang CC 등.2002)¹⁴⁾을 이용하였다. 총 페놀성 화합물 측정에 사용한 것과 동일한 과정으로 시료액을 제조하였고, 시료액 200 μ l에 90% diethylene glycol 2600 μ l, 1N NaOH 200 μ l 가하고 잘 혼합 후, 30°C에서 1시간 반응시켜 420nm에서 흡광도를 측정하였다. 이 때 Rutin(Sigma Chemical Co. (USA)를 사용하여 표준검량선을 작성한 후 플라보노이드 함량을 시료 10g 중 mg Rutin(mg RE/10g)으로 나타내었다.

ABTS 라디칼을 이용한 항산화력 측정은 증류수 10ml에 7.4mM ABTS 40.6mg과 증류수 100ml에 2.6mM potassium persulfate 70.3mg을 가하여 냉장보관으로 암실에서 12시간 반응시킨 다음, 혼합된 반응용액 1ml를 100ml의 70% ethanol을 사용하여 희석시킨 후 흡광도 값이 0.8 이상이 되도록 조정하여 ABTS 용액으로 사용하였다.¹⁶⁾ 시료액 50 μ l에 ABTS 용액 3,000 μ l를 가하여 실온에서 10분간 반응시킨 후 734 nm에서 흡광도를 측정하였다. 시료액 대신 70% ethanol을 가한 Control의 흡광도를 함께 측정하여 ABTS free radical 소거활성을 백분율로 나타내었다.

2.4 조직 물성 특성

잼의 texture 측정은 Texture Analyzer(CT3 10K, Brookfield International Inc., USA)로 측정하여 First cycle에서 경도(Hardness1), 최대응력(Peak Stress), 깨짐성(Fracturability), Second cycle에서 경도(Hardness2), 부착성(Adhesiveness), 응집성(Cohesiveness), 탄력성(Springiness), 검성(Gumminess), 씹힘성(Chewiness)을 나타내었다. Probe는 TA43/Sphere(25.4mm D.)을 사용하였고 자세한 측정기기의 설정 값은 표 1과 같으며 4회 반복 측정하여 평균과 표준편차를 구하였다.

[표 2] 기능성 오디잼과 설탕으로 제조한 잼, 시제품의 조직물성특성

Composition	Samples ¹⁾					
	시제품	설탕	2 : 8	2.5 : 7.5	3 : 7	3.5 : 6.5
Hardness (g)	88.00± 6.24 ^{cd)}	109.33± 4.04 ^{c)}	75.00± 6.24 ^{d)}	150.00± 7.00 ^{b)}	130.00± 2.65 ^{b)}	291.33± 22.72 ^{a)}
Peak Stress (dyn/cm ²)	4395.13± 311.95 ^{d)}	5460.63± 201.87 ^{c)}	3745.87± 311.93 ^{d)}	7491.70± 349.60 ^{b)}	6492.83± 132.17 ^{b)}	14550.57± 1134.94 ^{a)}
Fracturability (g)	67.33± 28.59 ^{bc)}	106.00± 6.24 ^{b)}	24.33± 30.92 ^{c)}	98.00± 81.50 ^{b)}	88.67± 72.50 ^{bc)}	291.33± 22.72 ^{a)}
Adhesiveness (mJ)	4.00± 0.20 ^{c)}	6.60± 0.36 ^{b)}	3.50± 0.44 ^{c)}	5.87± 0.46 ^{b)}	5.57± 0.51 ^{b)}	13.83± 1.33 ^{a)}
Cohesiveness (%)	0.68± 0.04 ^{a)}	0.77± 0.06 ^{a)}	0.71± 0.09 ^{a)}	0.68± 0.01 ^{a)}	0.73± 0.02 ^{a)}	0.78± 0.04 ^{a)}
Springiness (%)	12.37± 0.13 ^{c)}	14.58± 1.79 ^{ab)}	13.18± 0.99 ^{bc)}	13.50± 0.66 ^{bc)}	14.29± 0.57 ^{abc)}	16.34± 1.35 ^{a)}
Gumminess (g)	60.00± 8.72 ^{d)}	84.67± 8.96 ^{c)}	53.00± 2.65 ^{d)}	102.33± 4.16 ^{b)}	95.33± 4.16 ^{bc)}	226.67± 6.81 ^{a)}
Chewiness(mJ)	7.27± 1.08 ^{c)}	12.20± 2.72 ^{b)}	6.87± 0.78 ^{c)}	13.53± 0.23 ^{b)}	13.37± 1.07 ^{b)}	36.23± 2.20 ^{a)}

¹⁾ Mean±S.D.(n=4)

[표 1] Texture Analyzer 설정 값

Sample size	30 x 20 x 50 mm
Test type	TPA Cycle
Target value	15mm
Trigger load	0.004kg
Test speed	2mm
Probe	TA43/Sphere (25.4mm D.)

2.5 관능검사

관능검사원은 관능검사에 대해 사전 교육을 받은 건양대학교 제약생명공학과 학생 총 12명을 panel로 선발하였으며, 관능검사를 실시하기 전에 실험의 목적을 설명하였다. 관능검사 방법은 본인의 기호도가 가장 잘 반영하는 점수에 대하여 7점 Scoring test를 실시하여 1점은 매우 기호도가 낮은 것으로, 7점은 매우 기호도가 높은 것으로 색상, 향, 발림성, 점도, 종합적 기호도를 평가하도록 하였다. 각 시료의 평가 중 발림성은 하드보드지를 이용해 평가할 수 있도록 하였다. 관능검사 결과를 가지고 SAS (Statistical Analysis System) 통계 패키지를 이용하여 분산분석과 처리 간 유의성 검정을 실시하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 수분함량

수분함량은 20.39 ~ 36.56%의 범위로 나타났다. 시제품이 가장 높게 나타났으며 설탕과 3.5:6.5와 2.5:7.5, 3:7의 경우 각각 유의적 차이가 없었다. 나머지 처리구의 경우 유의적 차이를 보였다. 이는 대체당의 첨가와 첨가 비에 영향을 받은 것으로 사료된

다.

3.2 항산화 및 항산화력 측정

대체당의 함량을 달리한 기능성 잼의 총 페놀성 화합물 함량은 6.01~20.66 mg TE/10g을 나타내었는데, 2:8 처리구가 가장 높게 나타났으며 히비스커스를 첨가하지 않은 시제품이 가장 낮게 나타났다.

총 플라보노이드 화합물 함량은 2.18~8.15 mg RE/10g을 나타내었다. 그 중 2:8의 처리구가 가장 높게 나타났으며 시제품이 가장 낮았다. 전체적인 경향은 총 페놀성 화합물과 비슷한 경향을 보여주었다.

ABTS 항산화력 측정 결과, 36.21~83.52%의 범위로 2:8 처리구가 가장 높고 시제품이 가장 낮게 나타났다. 시제품과 2:8 처리구를 제외한 나머지 처리구들은 유의적 차이를 보이지 않았다.

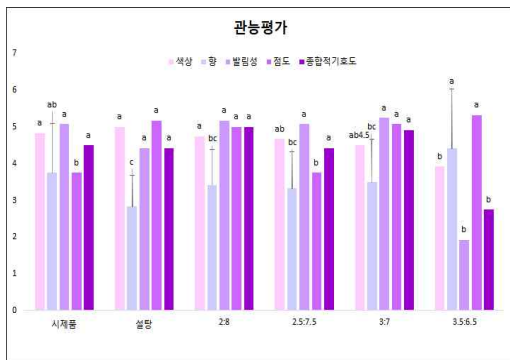
3.3 조직 물성특성

대체당의 함량을 달리한 기능성 잼의 조직감 측정은 표 2에서 나타내었다. 경도(Hardness)와 최대응력(Peak Stress)은 처리 간 유의적 차이가 나타났고 시제품과 비교 시 2:8 처리구를 제외하고 값이 증가하는 경향을 보였다. 부착성(Adhesiveness)과 깨짐성(Fracturability)또한 경도와 최대응력과 비슷한 경향을 보여주었다. 응집성(Cohesiveness)은 처리군간 유의적 차이가 나타나지 않았으나 에리스리톨을 첨가할수록 전반적으로 증가하는 경향을 보였다. 검성(Gumminess), 씹힘성(Chewiness), 탄력성(Springness)은 시제품과 2:8처리구의 비교 시 차이가 나타나지 않았으며 세 개의 측정값 모두 점차적으로 증가하는 경향을 나타냈다.

3.4 관능평가

대체당의 함량을 달리한 기능성 잼의 관능검사는 그림 2에 나타내었다.

종합적 기호도(Overall Acceptance) 특성항목에서도 각 처리구간 유의적 차이는 존재하였으나, 3.5:6.5의 비율로 첨가된 잼이 가장 낮은 점수를 받았다. 전반적으로 모든 항목들에서 3.5:6.5의 처리구를 제외하고, 시제품과 처리구 사이에 유의적 차이가 크게 나타나지 않았다. 이는 소비자들이 시제품과 비교했을 때 색, 점도, 향으로 인한 제품의 거부감 등이 크지 않다는 것을 보여준다.



[그림 2] 기능성 오디잼과 설탕으로 제조한 잼, 시제품의 관능평가

4. 결론

본 연구에서는 기존 잼 배합비에 히비스커스 분말을 첨가하고 설탕을 대체당으로 변경하여 기존의 잼에 저칼로리, 항산화 등의 능력을 포함하고 있는 기능성 잼 제품을 개발하고자 제품의 이화학적, 관능적 특성을 조사하였다.

잼의 수분함량은 20.39 - 36.56%의 범위로 나타났다. 설탕과 3.5:6.5와 2.5:7.5, 3:7의 경우 각각 유의적 차이가 없었으며, 나머지 처리구의 경우 유의적 차이를 보였다. 총 페놀성 및 총 플라보노이드 화합물 함량은 2:8 처리구가 가장 높게 나타났으며 대체당을 사용한 처리구 중에서는 에리스리톨의 양이 증가함에 따라 높게 나타났다. ABTS 자유라디칼 소거능은 시제품과 2:8 처리구를 제외한 나머지 처리구들은 유의적 차이를 보이지 않았다. 이에 잼 제조에 냉동 오디를 사용하였음에도 항산화 활성이 감소하지 않았음을 알 수 있다. 이를 통해 히비스커스의 anthocyanidin이 냉동 오디의 단점을 보완하고 있다고 판단하였다.

조직 물성특성에서는 경도와 최대응력이 처리구간

의 유의적 차이가 존재하였으며 2:8을 제외하고 에리스리톨의 첨가량에 따라 증가하는 경향을 보여주었다. 부착성과 깨짐성 또한 비슷한 경향을 보였고, 응집성은 처리구 간의 유의적 차이가 나타나지 않았다. 점성, 씹힘성, 탄력성은 시제품과 2:8 처리구의 비교 시 차이가 나타나지 않았으며 2:8을 제외하고 점차적으로 증가하는 경향을 보여주었다. 이는 대체당 비율에 따른 첨가량이 조직특성에 영향을 주는 것으로 사료된다. 마지막으로 색, 향, 발림성, 점도, 종합적 기호도 총 5가지로 진행한 관능평가에서는 3.5:6.5의 처리구를 제외하고 시제품과 처리구 사이에 유의적 차이가 크지 않음을 알 수 있었다. 이는 대체당에 대한 거부감이 없다고 판단할 수 있는 근거가 될 것이다.

따라서 대체당과 히비스커스가 함유된 기능성 잼을 제조할 때 이화학적 및 관능적 특성을 고려하여 시제품과 가장 비슷한 Erythritol : Allulose = 2 : 8이 첨가된 잼이 가장 적합하다고 사료된다.

5. 참고문헌

[1] Hwang eun-sun, Nhuando tai, Quality Characteristics and Antioxidant Activities of Aronia Jam Replacing Sucrose with Different Sugar Substances, Dept. of Nutrition and Culinary Science, HankyongNational University, Korean J. Food & Nutr. Vol. 27. No. 5, 888~896, 2014

[2] Noda K, Nakayama K, Oku T. 1994. Serum glucose and insulin levels and erythritol balance after oral administration of erythritol in healthy subjects. Euro J Clin Nutr 48: 286-292

[3] Eble T, Hoeksema H, Boyack G, Savage G (1959). Psicofuranine. I. Discovery, isolation, and properties. Antibiotics & Chemotherapy 9(7): 419-420.