

에탄올 농도에 따른 노니주스 추출물의 항산화활성 및 노니곤약젤리의 품질특성

정지선¹ · 주신윤^{2,*}

¹대전대학교 교육대학원 영양교육전공, ²대전대학교 식품영양학과

Antioxidant activities of noni juice extracts using various ethanol ratios and quality characteristics of *Konjak* jelly added with noni juices

Ji Sun Jung¹ and Shin Youn Joo^{2,*}

¹Major in Nutrition Education, Graduate School of Education, Daejin University

²Department of Food Science and Nutrition, Daejin University

Abstract This study examined the antioxidant activities of noni juice (NJ) extracts using various ethanol ratios and quality characteristics of *Konjak* jelly (KJ) supplemented with NJ. The total polyphenol content of 0% EtOH extract (EE) was higher than that of the other samples. The 100% EE contained the highest amount of total flavonoids. The 50% EE showed higher DPPH radical scavenging activity (SA) than the other samples. ABTS⁺ radical SA was the highest at 100% EE. The pH and moisture content of KJ decreased as the amount of NJ increased. The sugar content of KJ increased with an increase in the amount of NJ. Hardness and gumminess showed an increasing tendency, while L and b values decreased with the addition of NJ. Regarding consumer acceptability, 25% noni KJ was evaluated to be high in color and flavor. As a result, KJ containing 25% NJ was suitable for increasing consumer acceptability and functionality of KJ.

Keywords: noni, konjak jelly, quality characteristic, antioxidant activity, reducing powder

서 론

최근 건강에 대한 소비자의 관심이 높아지면서 다양한 기능성을 나타내는 건강식품 시장이 성장하고 있다. 또한 생활수준의 향상으로 소비자들의 라이프 스타일이 변화하면서 디저트에 대한 관심도 증가되어 소비자의 니즈를 충족시키기 위한 새로운 디저트의 개발이 증가하고 있다(Lee 등, 2012; Son 등, 2005). 젤리는 다양한 식감으로 유아부터 노인까지 모든 연령층에서 기호도가 높아 디저트로 각광받고 있다(Oh 등, 2013). 젤리의 종류에는 펙틴젤리, 한천젤리, 전분젤리, 젤라틴젤리 등이 있으며, 이들은 젤리에 첨가되는 젤화제에 따라 나뉜다. 펙틴젤리와 한천젤리는 씹힘성이 약하고 쉽게 끊어지며, 전분젤리는 단단한 질감을 지니고, 젤라틴젤리는 씹힘성이 뛰어나다. 이러한 젤리의 물성은 다양한 소비자의 기호를 충족시키고 있다(Lee 등, 1991). 당질복합체인 곤약, 카라기난(carrageenan) 등의 젤화제는 체내에서 유용한 생리작용을 하며, 기능성을 가진 식이섬유로 기능성 젤상 식품의 제조가 가능하다(Byun 등, 2000; Lee 등, 2003). 특히, 곤약은 구약감자에서 추출한 다당류로 글루코만난(glucomannan)이

주성분이다. 글루코만난은 포도당의 흡수는 저해하고 특유의 팽윤성으로 포만감을 부여하여 비만을 예방하고, 저장작용을 통해 혈청 콜레스테롤 감소 및 장내 이물질 흡착 등의 기능을 가지고 있다(Choi와 Kim, 2012; Kim 등, 2013). 최근에는 다이어트 음식에 관심이 높은 여성 소비자를 중심으로 낮은 칼로리로 포만감을 주는 곤약젤리에 대한 관심이 증가하고 있다(Kang과 Yoon, 2020). 곤약젤리에 관한 최근 연구로는 청포도즙 곤약젤리(Jeon과 Lee, 2019), 가시파래 곤약젤리(Kim 등, 2019), 흑미미강 곤약젤리(Kang과 Yoon, 2020) 등으로 매우 미흡하다.

노니 (Noni, *Morinda citrifolia* L.)는 용담목 꼭두서니과의 다년생 식물로 지역에 따라 맹쿠도, 노노, 느하우 등 다양한 이름으로 불리고 있다. 노니는 잎(소염진통작용), 뿌리(혈당억제작용), 줄기(지혈작용), 꽃(눈의 염증해소작용) 등의 모든 부분에 약효가 뛰어나며, 특히 열매는 이들 효능을 모두 가지고 있는 것으로 알려져 있다. 노니 특유의 맛과 냄새로 인해 생산자 및 소비자에게 기피 식품으로 취급되기도 했으나, 그 효능이 알려지면서 면역강화제, 질병 치유제 등으로 널리 사용하게 되어 현재는 노니의 기능성에 관심이 집중되고 있다(Yoo 등, 2004). 또한 노니에 함유된 ascorbic acid, lignan, anthraquinone, polyphenol, flavonoid, iridoid 등의 생리활성물질은 항균, 항염증, 항암, 항산화 등 다양한 효능을 나타낸다고 보고되고 있다(Assi 등, 2017; Lee, 2020; Yang 등, 2010). 노니를 식품에 첨가하여 그 특성을 살펴본 연구에는 홍삼과 복분자, 석류를 첨가한 노니 혼합음료(Kim, 2011), 노니분말 첨가 쿠키(Kim와 Lee, 2015), 노니분말 첨가 머핀(Kim과 Kim, 2019), 노니분말 첨가 분쇄돈육(Lee 등, 2020) 등으로 노니를 이용한 제품 개발에 대한 연구는 많이 부족한 실정이다.

*Corresponding author: Shin Youn Joo, Department of Food Science and Nutrition, Daejin University, 1007, Hoguk-ro, Pocheon-si, Gyeonggi-do 11159, Republic of Korea
Tel: +82-31-539-1865
Fax: +82-31-539-1860
E-mail: joo@daejin.ac.kr
Received May 7, 2021; revised June 24, 2021;
accepted June 28, 2021

노니는 주로 착즙하여 주스의 형태로 판매 및 섭취되고 있으며, 노니주스에는 노니 열매와 같이 ascorbic acid 등의 생리활성 성분이 풍부하다고 알려져 있다(Chan-Blance 등, 2006; Kim 등, 2017). 노니주스가 지닌 우수성이 알려지면서 노니주스의 제조 및 유통이 늘고 있지만 노니주스 특유의 이취로 인해 소비자들은 섭취를 힘들어하고 있는 상황이다(Potterat 등, 2007). 이에 본 연구에서는 노니주스의 활용도를 높이고자 노니주스 추출용매별 항산화활성을 측정하고, 노니주스 첨가 곤약젤리를 제조하여 품질 특성 측정 및 관능검사를 진행함으로써 노니의 천연 항산화 소재로서의 이용 가능성과 젤리에 적용 가능성을 살펴보고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료

노니 곤약젤리 제조에 사용한 노니주스(Nam-viet foods and beverage Co., Binh Duong, Vietnam)는 온라인에서 구매하였으며, 저온압착공법을 사용하여 30일 숙성공정을 거친 100% 노니 착즙액으로 9°Brix의 당도를 가진 제품이다. 곤약분말(Miryangagar Co., Yangsan, Korea), 사과즙(Uiseong-gun, Gyeongbuk, Korea), 설탕(CheilJedang Co., Seoul, Korea)은 시장에서 구입하여 사용하였다. 항산화 실험에 사용한 ethanol, diethylene glycol, sodium hydroxide, trichloroacetic acid 등은 일급시약을 구입하였고, Folin-Ciocalteu's phenol reagent, gallic acid, naringin, 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH), 2,2'-Azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) (ABTS) 등은 Sigma사(Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA)에서 구입하여 사용하였다.

노니주스의 에탄올 농도에 따른 추출물 제조

노니주스 추출용매는 에탄올(EtOH) 0, 50, 100%로 제조하여 실험에 사용하였다. 노니주스 50 g에 각각의 용매 50 mL를 가하여 shaking incubator (SI-900R, JeioTech, Deajeon, Korea)에서 12시간 동안 추출하였다. 추출액은 25°C에서 20분간 10,000 rpm으로 원심분리(Supra-21K, Hanil Science Co., Incheon, Korea)하여 상등액을 여과한 후 시료로 사용하였다.

노니주스 추출물의 총 페놀 및 플라보노이드 함량 측정

노니주스 추출물의 총 페놀 함량은 시료 0.05 mL, 증류수 1 mL 및 phenol 용액 0.1 mL를 잘 섞어 3분간 방치한 후 10% Na₂CO₃ 용액 1 mL를 가하였다. 암실에서 1시간 반응시킨 다음 765 nm에서 흡광도(EMC-18PC-UV, EMCLAB GmbH, Duisburg, Germany)를 측정하였다. 표준검량선은 gallic acid를 이용하였다(Lin과 Tang, 2007). 총 플라보노이드 함량은 시료 0.1 mL, diethylene glycol 2 mL 및 1 N NaOH 0.3 mL를 교반한 후 37°C에서 1시간 동안 반응시켜 420 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준검량

선은 naringin을 사용하였다(Lee 등, 1997).

노니주스 추출물의 DPPH radical 소거능 측정

노니주스 추출물의 DPPH radical 소거능은 시료 250 µL와 1.5×10⁻⁴ M DPPH 용액 1 mL를 섞은 다음 암소에서 30분간 반응시켰다. 반응액은 517 nm에서 흡광도를 측정하였고, 아래의 식으로 계산하였다(Lee 등, 2007).

$$\text{DPPH radical scavenging activity (\%)} = (1 - \text{Abs}_{\text{sample}} / \text{Abs}_{\text{control}}) \times 100$$

노니주스 추출물의 ABTS⁺ radical 소거능 측정

노니주스 추출물의 ABTS⁺ radical 소거능은 시료 0.1 mL와 ABTS 용액 1.6 mL를 교반하여 5분간 반응시킨 다음 734 nm에서 흡광도를 측정하였다. ABTS 용액은 2.45 mM potassium persulfate와 7 mM 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt를 1:14로 혼합하여 radical 생성을 위해 암소에서 20시간 방치하였으며, 734 nm에서 흡광도 값이 0.68-0.72가 되도록 희석하여 측정에 사용하였다. ABTS⁺ radical 소거능은 아래의 식으로 계산하였다(Re 등, 1999).

$$\text{ABTS}^+ \text{ radical 소거능 (\%)} = (\text{Abs}_{\text{control}} - \text{Abs}_{\text{sample}} / \text{Abs}_{\text{control}}) \times 100$$

노니주스 추출물의 환원력 측정

노니주스 추출물의 환원력은 시료 0.5 mL, 0.2 M sodium phosphate buffer 0.5 mL 및 1% potassiumferricyanide 0.5 mL를 교반하여 50°C에서 20분간 반응시켰다. 여기에 10% trichloroacetic acid 용액 0.5 mL와 0.1% FeCl₃ 0.2 mL를 가하여 교반한 후 700 nm에서 흡광도를 측정하였다(Wong과 Chye, 2009).

노니 곤약젤리의 제조

노니 곤약젤리의 배합비율은 Table 1과 같으며, 몇 차례 예비 실험을 통해 실험에 사용할 배합비율을 결정하였다. 사과즙, 곤약, 설탕의 비율은 고정하고 물 첨가량 대비 0, 25, 50, 75, 100%의 노니주스를 첨가하여 노니 곤약젤리를 제조하였다. 냄비에 모든 재료를 넣고 30초간 섞은 다음 중불에서 3분간 주걱으로 섞으며 가열하였다. 이후 가로 20 cm×세로 13 cm×높이 5 cm의 틀에 담아 실온에서 30분간 방냉한 후 2시간 냉장하여 실험의 시료로 사용하였다(Jeon과 Lee, 2019).

노니 곤약젤리의 pH 측정

노니 곤약젤리의 pH는 마쇄한 시료 3 g에 9배의 증류수를 넣고 교반한 다음 여과(Whatman No. 1, Whatman International Ltd., Maidstone, UK)하였다. 이후 276 g에서 15분 동안 원심분리하여 얻어진 상등액을 pH meter (Orion star A211, Thermo Fisher Scientific Inc., Waltham, MA, USA)로 상온에서 측정하였다.

Table 1. Formulations of *Konjac* jelly added with noni juices

Ingredients (g)	Noni juice levels (%)				
	0	25	50	75	100
Noni juice	0	37.5	75	112.5	150
Water	150	112.5	75	37.5	0
Apple juice	150	150	150	150	150
<i>Konjac</i> powder	5	5	5	5	5
Sugar	30	30	30	30	30

노니 곤약젤리의 당도 측정

노니 곤약젤리의 당도는 마쇄한 시료 3 g에 9배의 증류수를 넣고 교반한 후 여과하였고, 여과액을 276 g에서 15분간 원심분리하여 얻어진 상등액을 당도계(Atago PR-101a, Tokyo, Japan)로 측정하였다.

노니 곤약젤리의 수분함량 측정

노니 곤약젤리의 수분함량은 마쇄한 시료 1 g을 적외선 수분 측정기(MB-45, Ohaus, Parsippany, NJ, USA)로 측정하였다.

노니 곤약젤리의 조직감 측정

노니 곤약젤리의 조직감은 texture analyser (TAXTPlus, Stable Micro System Ltd., Surrey, UK)로 측정하였다. 시료는 가로 2 cm×세로 2 cm×높이 1.5 cm의 일정한 크기로 잘라서 사용하였으며, 경도(hardness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 검성(gumminess) 및 씹힘성(chewiness)의 5가지 항목에 대해 100 mm plunger를 이용하여 측정하였다. 측정조건은 pre-test speed 1.0 mm/sec, test speed 1.0 mm/sec, post-test speed 5.0 mm/sec, test distance 7.0 mm, trigger force 5 g이었다.

노니 곤약젤리의 색도 측정

노니 곤약젤리의 색도는 색차계(JX 777, Juki, Tokyo, Japan)로 측정하였다. 시료의 밝고 어두운 정도를 나타내는 명도(L값, lightness), 붉은색의 진하고 연한 정도를 나타내는 적색도(a값, redness), 황색의 진하고 연한 정도를 나타내는 황색도(b값, yellowness)로 시료의 색을 수치화하여 나타냈다. 실험에 사용한 백색판은 L=98.21, a=-0.04, b=-0.26이었다.

노니 곤약젤리의 관능검사

노니 곤약젤리의 관능검사는 식품영양학과 재학생 및 대학원생 25명을 대상으로 하였으며, 관능검사에 참여한 패널은 20-30대의 나이로 한정하였다. Lee와 Ryu(2020)의 연구에서 과거에는 건강기능식품의 소비가 중노년층을 중심으로 이루어진 반면 최근에는 20-30대에서도 활성화되고 있다고 보고하였다. 이에 노니 주스를 첨가한 노니 곤약젤리에 대한 기호도를 20-30대에서 확인하고자 하였다. 관능검사 시행 전 연구목적 및 평가방법에 대해 상세하게 설명한 후 관능검사를 진행하였다(대전대학교 생명윤리심의위원회 승인번호: 1040656-202104-HR-01-05).

노니 곤약젤리는 관능검사 2시간 전에 냉장고에서 꺼내어 가로 2 cm×세로 2 cm×높이 1 cm의 일정한 크기로 잘라 시료로 사용하였다. 각 시료는 난수표를 이용한 세 자리 숫자로 구분한 후 흰색 일회용 접시에 담아 동시에 제공하였다. 관능검사는 전반적인 기호도, 외관, 색, 향, 맛 및 조직감의 6가지 항목으로 진행하였고, 7점 척도법을 이용하여 1점(대단히 많이 싫어한다)에서 7점(대단히 많이 좋아한다) 사이의 점수로 결과를 나타냈다. 맛에

대한 기호도를 평가할 때는 하나의 시료를 평가한 후 다음 시료를 평가하기 전에 물로 입안을 헹군 다음 진행하도록 하였다.

통계처리

본 연구의 결과는 3회 이상 반복 측정하였으며, 결과값은 SPSS statistics (ver. 25, IBM Co., Armonk, NY, USA)를 사용하였다. 대조군과 실험군 간의 유의성($p<0.05$) 검증은 일원배치분산분석(One Way ANOVA)을 이용하였고, 사후검정으로 Duncan's multiple range test를 실시하였다.

결과 및 고찰

노니주스 추출물의 총 페놀 및 총 플라보노이드 함량

총 페놀 화합물은 주로 식물에 함유되어 있는 물질로 항산화력을 나타낸다고 알려져 있다(Lu와 Foo, 2000). 노니주스 추출물의 총 페놀 함량 측정 결과는 Table 2와 같다. 추출용매에 따른 노니주스 추출물의 총 페놀 함량은 4.37-6.76 mg/GAE 100 g으로 나타났다. Lin 등(2013)은 HPLC를 이용하여 측정된 노니주스의 총 페놀 함량은 59.41 mg/100 g이라고 보고하여 본 연구결과보다 높은 함량을 보였다. Kang 등(2000)의 보고에 따르면 같은 품종의 식물이라도 생산지의 특성에 따라 함유하는 성분에 차이를 나타내며 특히 특수성분의 함유량은 큰 차이를 보인다고 하였다. 이에 본 연구의 총 페놀 함량 측정 결과가 Lin 등(2013)의 연구결과와 차이를 보인 것은 노니의 품종, 재배지역, 분석방법 등에 따른 차이로 사료된다. 또한 Son 등(2008)은 비트즙 0-5% 첨가 당근주스의 총 페놀함량이 5.50-11.43 mg/GAE 100 g이라고 보고하여 본 연구의 노니주스 추출물과 유사한 함량을 나타냈다. 추출용매 중 0% EtOH 추출물의 총 페놀 함량이 가장 높았고, 50% EtOH와 100% EtOH 추출물에서는 차이가 없었다($p<0.05$). Yeo 등(2014)의 연구에서 찔레꽃 열수추출물의 총 페놀 함량은 에탄올추출물 보다 높다고 보고하여 본 실험결과와 유사하였다.

플라보노이드는 식물에서 만들어지는 폴리페놀의 하나로 free radical 소거활성이 있어 항산화력을 나타낸다(Beecher, 2003). 노니주스 추출물의 총 플라보노이드 함량은 Table 2와 같다. 추출용매에 따른 노니주스 추출물의 총 플라보노이드 함량은 1.21-2.40 mg/NE 100 g으로 나타났고, 100% EtOH 추출물의 총 플라보노이드 함량이 가장 높았다($p<0.05$). Kwon 등(2016)은 비단풀 에탄올 추출물의 총 플라보노이드 함량이 물 추출물 보다 높다고 보고하였고, Kim과 Kim(2020)은 개똥쑥의 총 플라보노이드 함량은 에탄올 단일용매 보다 물과 에탄올을 혼합한 용매에서 더 높다고 보고하였다. 또한 Middleton와 Kandaswami(1992)의 연구에서 플라보노이드계 물질은 화학구조에 따라 물과 에탄올에 대해 용해되는 정도가 다르다고 보고하여, 시료에 함유된 물질에 따라 추출용매에 용해되는 플라보노이드 함량은 다양하게 나타나는 것으로 생각된다.

Table 2. Total polyphenol and flavonoid contents of noni juices extracts by various ethanol ratios

Parameters	Total polyphenol (mg/GAE ¹⁾ 100 g)	Total flavonoid (mg/NE 100 g)
0% EtOH	6.76±0.24 ^{2(a,3)}	1.21±0.20 ^b
50% EtOH	4.95±0.35 ^b	1.96±0.39 ^{ab}
100% EtOH	4.37±0.34 ^b	2.40±0.62 ^a

¹GAE: gallic acid equivalent, NE: naringin equivalent.

²All values are mean±SD (n=3).

³Different superscripts^{a-b} in a column indicate significant differences at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

Table 3. DPPH, ABTS⁺ radical scavenging activity and reducing power of noni juices extracts by various ethanol ratios

Parameters	DPPH radical scavenging activity (%)	ABTS ⁺ radical scavenging activity (%)	Reducing power (OD)
0% EtOH	67.32±0.39 ^{1) b2)}	33.76±1.89 ^b	2.25±0.01 ^{NS3)}
50% EtOH	72.27±0.69 ^a	39.73±1.05 ^a	2.21±0.09
100% EtOH	70.64±3.14 ^{ab}	42.20±1.62 ^a	2.41±0.24

¹⁾All values are mean±SD (n=3).

²⁾Different superscripts^{a-b} in a column indicate significant differences at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

³⁾NS, Not significantly different at $p > 0.05$.

노니주스 추출물의 DPPH radical 소거능

DPPH radical 소거능은 보라색 화합물에 함유되어 있는 diphenylpicrylhydrazyl free radical이 항산화능을 지닌 천연물질로부터 전자 받기 환원되면서 탈색이 되는 원리를 이용한 항산화 활성 측정방법이다(Blois, 1958). 노니주스 추출물의 추출용매별 DPPH radical 소거능은 Table 3과 같다. 노니주스 50% EtOH 추출물이 72.27%, 100% EtOH 추출물이 70.64%, 0% EtOH 추출물이 67.32%로 50% EtOH 추출물의 활성이 가장 좋았다($p < 0.05$). Kim (2017)은 착즙방법에 따른 주스의 DPPH radical 소거능 측정 결과, 50% 농도에서 당근 3.09-11.93%, 사과 20.27-41.08%, 블루베리 48.10-78.52%의 활성을 나타냈다고 보고하였다. 본 연구의 노니주스 추출물은 당근과 사과주스 보다는 활성이 높고, 블루베리 주스와는 유사한 활성을 나타내는 것으로 사료된다. 또한 추출용매에 따른 비단풀 추출물의 DPPH radical 소거능 측정 결과(Kwon 등, 2016) 에탄올 추출물이 물 추출물에 비해 활성이 높다고 보고하였고, 에탄올 농도에 따른 머루 추출물의 DPPH radical 소거능 측정 결과(Jeong 등, 2007), 50% EtOH 추출물이 0%와 100% EtOH 추출물 보다 활성이 높았다고 보고하여 본 연구 결과와 유사하게 나타났다. 노니주스 추출물의 추출용매별 DPPH radical 소거능 측정 결과는 앞선 총 페놀 및 총 플라보노이드 함량 측정 결과와 차이를 보였다. 일반적으로 총 페놀 및 총 플라보노이드 함량이 높으면 DPPH radical 소거능의 활성도 높은 것으로 알려져 있지만 본 연구에서는 이러한 경향을 찾을 수 없었다. 구기자 추출물의 항산화 연구(Shon 등, 2008)에서도 총 페놀 및 총 플라보노이드 함량과 DPPH radical 소거능 간에 상관관계가 없었다고 보고하였으며, 이는 폴리페놀 화합물의 종류에 따른 차이로 항산화 활성을 나타내는 것은 폴리페놀 화합물 중 특정 성분에 기인하는 것으로 보고하였다.

노니주스 추출물의 ABTS⁺ radical 소거능

ABTS⁺ radical 소거능은 ABTS가 potassium persulfate와 반응하여 생성된 radical이 항산화성 물질로 인해 제거되는 과정에서 탈색되는 원리를 이용한 항산화 활성 측정방법이다(Re 등, 1999). 노니주스 추출물의 추출용매별 ABTS⁺ radical 소거능은 Table 3과 같다. 노니주스 50% EtOH와 100% EtOH 추출물의 ABTS⁺ radical 소거능은 각각 39.73%, 42.20%로 0% EtOH 추출물의 33.76% 보다 높게 나타났다($p < 0.05$). 이러한 경향은 Kwon 등 (2016)의 연구에서도 유사하게 나타나 비단풀 에탄올 추출물의 ABTS⁺ radical 소거능이 물 추출물 보다 약 16% 높은 활성을 나타냈다고 보고하였다. Kim 등(2014)은 자색 콜라비 착즙액의 ABTS⁺ radical 소거능 측정결과 100% 농도에서 38%의 radical 소거능을 나타냈다고 보고하여 본 연구에서 측정한 노니주스 50% EtOH 추출물의 ABTS⁺ radical 소거능과 유사한 활성을 보여주었다. 앞선 DPPH radical 소거능 측정 결과에서 50-100% EtOH 추

출물이 0% EtOH 추출물 보다 높은 활성을 나타내었는데 이러한 경향은 ABTS⁺ radical 소거능 측정 결과에서도 유사하게 나타났다. Kim 등(2014)의 결과와도 일치하였다. 노니주스 추출용매의 EtOH 함량이 증가할수록 ABTS⁺ radical 소거능도 함께 증가하였는데 이러한 경향은 앞선 총 플라보노이드 함량 측정 결과에서도 볼 수 있었다. 이는 노니주스에 함유된 총 플라보노이드 성분이 ABTS⁺ radical 소거에 작용하여 나타난 결과로 사료된다(Song과 Choi, 2017).

노니주스 추출물의 환원력

환원성 물질은 유리라디칼에 수소원자를 제공하거나 산소원자를 공여함으로써 활성산소를 제거하고, 체내에서 과산화물이나 과산화물 전구체와 직접 반응하여 과산화물 형성을 억제시켜 항산화 활성을 나타낸다(Majid 등 2009). 노니주스 추출물의 추출용매별 환원력 측정 결과는 Table 3과 같다. 노니주스 0-50% EtOH 추출물의 환원력은 2.21-2.41로 시료 간 차이를 보이지 않았다. 콜라비 착즙액의 항산화 활성 연구(Kim 등 2014)에서 녹색 콜라비와 자색 콜라비의 환원력은 100% 농도에서 약 0.33과 0.18로 보고되었다. ABTS⁺ radical 소거능 측정 결과에서 자색 콜라비와 노니주스 50% EtOH 추출물의 활성이 유사하게 나타난 것에 비해 환원력의 경우 노니주스 50% EtOH 추출물이 자색 콜라비의 활성에 비해 약 13배 정도 높게 나타났다. 또한 Lee 등 (2019)은 국내 시판 오렌지주스 3종 및 자몽주스 3종의 항산화 활성을 측정한 결과 주스 6종의 원액에서 0.70-1.11의 환원력 범위를 나타낸다고 보고하였는데, 50% 농도에서 노니주스 0% EtOH 추출물의 환원력은 2.25로 이에 비해 매우 높은 것을 알 수 있었다.

노니 곤약젤리의 pH

노니 곤약젤리의 pH 측정결과는 Table 4와 같다. 노니 곤약젤리의 pH는 노니주스 0% 첨가군이 4.46으로 가장 높았고 노니주스 25-100% 첨가군이 4.15-4.34의 범위를 나타내어 노니주스를 첨가할수록 노니 곤약젤리의 pH가 감소하였다($p < 0.05$). Kim 등 (2017)의 연구에서 산지별 노니열매 착즙액 6종의 pH는 3.63-3.83으로 보고하였고, Jeon과 Lee(2019)는 청포도즙 첨가량이 증가할수록 곤약젤리의 pH가 감소하며 이는 청포도에 존재하는 유기산에 의한 것으로 보고하였다. 따라서 노니주스 첨가량에 따른 노니젤리의 pH 감소는 노니에 함유되어 있는 비타민 C와 유기산에 의한 결과로 생각된다(Hwang 등 2019; West 등 2011). Lee 등(2020)의 연구에서 노니분말 첨가 분쇄돈육은 시료 첨가량에 따라 pH가 감소하였고, Kim과 Lee의 연구(2015)에서도 노니분말 첨가 쿠키 반죽의 pH가 시료 첨가량에 따라 감소하였다고 보고하여 본 연구결과와 일치하였다. 청포도즙 첨가 곤약젤리 연구 (Jeon과 Lee, 2019)에서 대조군의 pH가 5.27, 시료 첨가군의 pH

Table 4. pH, sugar and moisture contents of *Konjac* jelly added with noni juices

Parameters	Noni juice levels (%)				
	0	25	50	75	100
pH	4.46±0.01 ^{1)a2)}	4.34±0.02 ^b	4.27±0.03 ^c	4.19±0.02 ^d	4.15±0.02 ^e
Sugar content (°Brix)	1.80±0.00 ^e	1.90±0.00 ^d	2.00±0.00 ^c	2.10±0.00 ^b	2.20±0.00 ^a
Moisture content (%)	77.79±1.45 ^a	77.68±0.94 ^a	75.96±0.68 ^b	74.93±0.29 ^{bc}	74.23±0.67 ^c

¹⁾All values are mean±SD (n=5).

²⁾Different superscripts^{a-e} in a row indicate significant differences at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

가 3.25-3.42의 범위를 나타냈다고 보고하여 본 연구의 곤약 젤리 pH 보다 낮게 나타났다. 생강 젤리 연구(Nam 등, 2020)에서는 제조된 젤리의 pH가 4.52-4.92로 나타났으며, 이는 일반적인 젤리의 pH 3.2-6.7 범위에 포함된다고 보고하여 본 연구에서 제조된 젤리의 pH는 적절한 것으로 판단된다. 또한 각 연구에서 제조된 젤리의 pH가 다르게 나타나는 것은 젤리 제조 시 첨가된 부재료의 차이에 따른 결과로 생각된다(Nam 등, 2020).

노니 곤약젤리의 당도

노니 곤약젤리의 당도 측정결과는 Table 4와 같다. 노니 곤약젤리의 당도는 노니주스 0-100% 첨가량에 따라 1.80°Brix에서 2.20°Brix로 증가하였다($p<0.05$). 청포도즙 첨가 곤약젤리 연구(Jeon과 Lee, 2019)에서 청포도에 존재하는 당의 영향으로 시료 첨가량에 따라 젤리의 당도가 높아진 것으로 보고하여 본 연구와 비슷한 결과를 보여주었으며, Kim(2011)은 노니 원액의 당도가 8.87°Brix라고 보고하였다. 이에 본 연구에서 노니주스 첨가량에 따라 젤리의 당도가 증가한 것은 물을 대체하여 첨가한 노니의 당도가 물의 당도 보다 높아 나타난 결과로 사료된다. 흑미미강 곤약젤리(Kang와 Yoon, 2020)는 당도가 2.40-2.95°Brix로 보고되었고, 자색 고구마 농축액 젤리(Choi와 Lee, 2013)는 당도가 1.84-2.08°Brix로 보고되어 본 연구의 노니 곤약젤리의 당도와 크게 다르지 않았다. 젤리 간의 당도 차이는 젤화제의 종류와 함량, 첨가하는 당의 종류와 함량, 제조방법의 차이로 나타난다고 보고되었다(Nam 등, 2020).

노니 곤약젤리의 수분함량

노니 곤약젤리의 수분함량 측정결과는 Table 4와 같다. 노니 곤약젤리의 수분함량은 74.23-77.79%의 범위로 나타났으며, 노니주스 첨가량이 증가함에 따라 젤리의 수분함량은 감소하는 경향을 보였다($p<0.05$). 노니 곤약젤리 제조 시 물을 대체하여 노니주스를 첨가하였는데 노니주스가 물에 비해 수분 함량이 낮아 젤

리의 수분함량에도 영향을 준 것으로 사료된다. 이러한 경향은 Moon 등(2012)의 오디 착즙액 첨가 젤리 연구에서도 유사하게 나타났다. Choi와 Lee(2013)의 자색 고구마 농축액 첨가 젤리 연구에서 젤리의 수분함량은 82.03-83.82%로 본 연구의 곤약젤리에 비해 다소 높은 수분함량을 나타냈다. 또한 흑미미강 곤약젤리 연구(Kang와 Yoon, 2020)에서 곤약젤리의 수분함량이 23.21-24.72%라고 보고하여 본 연구 결과와 큰 차이를 보였다. 이러한 결과는 젤리에 첨가한 시료와 부재료의 종류 및 함량, 젤리의 제조방법 등에 의한 차이로 생각된다(Choi와 Lee, 2013).

노니 곤약젤리의 조직감

노니 곤약젤리의 조직감 측정결과는 Table 5와 같다. 노니 곤약젤리의 경도(hardness)와 검성(gumminess)은 노니주스 100% 첨가군에서 각각 4.00 kg/cm², 592.98 g으로 가장 높게 나타났으며 노니주스 첨가량에 비례하여 증가하였다($p<0.05$). 이러한 결과는 젤리에 첨가하는 노니주스의 함량이 증가함에 따라 젤리의 수분함량(Table 4)이 낮아져 젤리의 조직감을 단단하게 하는 것으로 생각된다. 청포도즙 곤약젤리(Jeon과 Lee, 2019)와 자색 고구마 농축액 젤리(Choi와 Lee, 2013)에서도 본 연구와 유사한 결과를 보였다. 노니 곤약젤리의 탄력성(springiness)과 응집성(cohesiveness)은 노니주스가 첨가됨에 따라 감소하였고($p<0.05$), 씹힘성(chewiness)은 노니주스 0%와 100% 첨가군에서 각각 117.40 g, 121.00 g로 높았다($p<0.05$). 노니주스 0% 첨가군과 노니주스 100% 첨가군의 조직감을 비교해보면 노니주스 100% 첨가군의 경도, 검성, 씹힘성이 다소 높은 수치를 나타냈고, 탄력성과 응집성은 낮게 나타났다. 따라서 노니주스의 첨가는 곤약젤리를 단단하게 하여 젤리의 탄력성을 감소시키는 것으로 생각된다. 그러나 Park과 Joo(2006)는 노니주스의 첨가가 젤리의 경도, 응집성, 탄력성, 검성의 물성에 큰 영향을 주지 않았다고 보고하여 본 연구 결과와 차이를 보였다.

Table 5. Texture analysis of *Konjac* jelly added with noni juices

Parameters	Noni juice levels (%)				
	0	25	50	75	100
Hardness (kg/cm ²)	2.47±0.15 ^{1)b2)}	2.66±0.46 ^b	2.83±0.11 ^b	3.82±0.60 ^a	4.00±0.50 ^a
Springiness (%)	0.25±0.00 ^a	0.23±0.02 ^b	0.22±0.00 ^{bc}	0.21±0.02 ^c	0.20±0.01 ^c
Cohesiveness (%)	0.19±0.00 ^a	0.17±0.01 ^b	0.17±0.01 ^b	0.15±0.02 ^c	0.15±0.01 ^c
Gumminess (g)	462.38±19.83 ^c	450.40±35.44 ^c	480.29±23.75 ^c	548.24±35.41 ^b	592.98±36.98 ^a
Chewiness (g)	117.40±4.62 ^a	102.81±7.28 ^c	106.30±6.85 ^{bc}	113.67±6.64 ^{ab}	121.00±5.15 ^a

¹⁾All values are mean±SD (n=10).

²⁾Different superscripts^{a-c} in a row indicate significant differences at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

Table 6. Color value of *Konjac* jelly added with noni juices

Parameters	Noni juice levels (%)				
	0	25	50	75	100
Hunter L	31.37±1.06 ^{1)a2)}	22.87±1.15 ^b	16.39±0.63 ^c	12.83±0.73 ^d	11.06±0.71 ^e
Hunter a	4.42±0.15 ^c	8.27±0.23 ^c	9.25±0.38 ^a	8.62±0.60 ^b	6.88±0.74 ^d
Hunter b	17.78±0.45 ^b	19.62±1.13 ^a	14.82±1.12 ^c	10.95±1.07 ^d	8.01±1.19 ^e

¹⁾All values are mean±SD (n=10).

²⁾Different superscripts^{a-e} in a row indicate significant differences at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

Table 7. Sensory evaluation of *Konjac* jelly added with noni juices

Parameters	Noni juice levels (%)				
	0	25	50	75	100
Overall preference	4.96±1.37 ^{1)NS2)}	5.00±1.08	4.68±1.28	4.84±1.14	4.52±1.26
Appearance	5.12±1.48 ^{NS}	5.36±1.04	4.88±1.24	4.84±1.25	4.44±1.58
Color	5.52±1.36 ^{a3)}	5.36±1.15 ^a	5.08±1.12 ^{ab}	4.52±1.26 ^{bc}	4.08±1.63 ^c
Flavor	4.56±1.04 ^d	4.52±0.87 ^a	4.16±1.21 ^a	3.88±1.24 ^{ab}	3.24±1.36 ^b
Taste	4.64±1.63 ^{NS}	4.96±1.43	4.52±1.29	4.60±1.26	4.36±1.55
Texture	5.76±1.05 ^{NS}	5.32±1.18	5.40±1.35	5.28±1.34	5.12±1.27

¹⁾All values are mean±SD (n=25).

²⁾Different superscripts^{a-c} in a row indicate significant differences at $p<0.01$ by Duncan's multiple range test.

³⁾NS, Not significantly different at $p>0.05$.

노니 곤약젤리의 색도

노니 곤약젤리의 색도 측정결과는 Table 6과 같다. L값은 노니 주스 0% 첨가군에서 31.37로 가장 높게 나타났고 시료 첨가량이 증가할수록 감소하여 노니주스 100% 첨가군에서 11.06을 나타냈다($p<0.05$). 노니 곤약젤리의 a값은 대조군의 4.42에 비해 시료 첨가군이 6.88-9.25로 높게 나타났으며, b값은 노니주스 25% 첨가군이 19.62로 0% 첨가군의 17.78에 비해 다소 높은 수치를 나타냈지만 50, 70, 100% 첨가군에서는 시료 첨가량에 따라 감소하는 경향을 보였다($p<0.05$). 노니분말 첨가 쿠키(Kim과 Lee, 2015), 노니분말 첨가 머핀(Kim과 Kim, 2019)에서도 본 실험과 유사한 경향을 나타냈다. Kim 등(2017)의 보고에 따르면 노니의 열매는 일반적으로 황백색을 띠지만 수확 후 짙은 황갈색으로 갈변하여 착즙액의 색도 이와 유사하다고 하였다. 또한 산지별 노니열매 착즙액 6종의 색도는 L값 33.41-49.12, a값 3.44-7.98, b값 2.42-22.20의 범위를 나타낸다고 보고하였다. 이에 노니주스의 어두운 갈색이 곤약젤리의 색에 영향을 주어 시료 첨가량에 따라 짙은 갈색을 나타내는 것으로 사료된다.

노니 곤약젤리의 관능검사

노니 곤약젤리의 관능검사 결과는 Table 7과 같다. 노니 곤약젤리의 관능검사 결과 색(color)과 향(flavor)을 제외한 나머지 평가항목에서는 시료 간의 유의적인 차이가 없었다. 색의 기호도 측정 결과에서 노니주스 0% 첨가군과 25% 첨가군은 각각 5.52점, 5.36점을 나타내어 가장 높은 기호도를 보였다($p<0.05$). 앞선 노니 곤약젤리 색도측정 결과(Table 6)에서 노니주스 첨가량이 증가할수록 L값이 감소하여 노니 곤약젤리의 색이 어두워졌고, 젤리의 짙은 갈색은 소비자의 색 기호도를 감소시키는 것으로 생각된다. 향의 기호도 측정 결과는 0-50% 첨가군이 4.16-4.56점으로 보통 정도의 기호도를 나타낸 반면 75%와 100% 첨가군은 4점 이하의 점수를 받아 노니가 가진 독특한 향으로 인해 젤리향

의 기호도에 좋지 않은 영향을 준 것으로 판단된다. 노니 곤약젤리의 전반적인 기호도는 4.52-5.00점, 외관은 4.44-5.36점, 맛은 4.36-4.96점, 조직감은 5.12-5.76점의 범위를 나타내어 모두 보통(4.00점) 이상의 기호도를 나타냈다. 또한 시료 간의 유의적인 차이는 없었지만 25% 첨가군이 다른 시료에 비해 다소 높은 점수를 받았다. 노니분말 첨가 쿠키 연구(Kim과 Lee, 2015)와 노니분말 첨가 머핀 연구(Kim과 Kim, 2019)에서 과량 첨가된 노니는 제품의 기호도를 감소시킬 수 있어서 쿠키 제조 시 노니분말의 첨가량은 6%, 머핀 제조 시 노니분말의 첨가량은 10%가 적당하다고 보고하였다. 따라서 노니 곤약젤리 제조 시 다른 시료에 비해 5.00점 이상의 점수를 가장 많이 받았고 색과 향의 기호도가 높았던 노니주스 25%의 첨가량이 곤약젤리 제조에 바람직하다고 판단된다.

요 약

본 연구에서는 에탄올 농도에 따른 노니주스 추출물의 총 페놀 및 총 플라보노이드 함량을 측정하고, DPPH radical 소거능, ABTS⁺ radical 소거능 및 환원력을 측정하여 노니주스의 항산화 활성을 확인하였다. 또한 노니주스를 물에 대하여 각각 0, 25, 50, 75, 100%로 대체한 곤약젤리를 제조하여 품질특성 및 관능평가를 실시하였다. 노니주스 추출물의 총 페놀 함량은 0% EtOH 추출물이 6.76 mg GAE/100 g으로 가장 높게 나타났고, 총 플라보노이드는 100% EtOH 추출물이 2.40 mg NE/100 g으로 가장 높은 함량을 나타냈다. DPPH radical 소거능은 50% EtOH 추출물이 72.27%로 가장 높았고, ABTS⁺ radical 소거능은 100% EtOH 추출물이 42.20%로 높게 나타났다. 환원력은 추출용매에 따른 유의적인 차이가 없었다. 노니 곤약젤리의 pH와 수분함량은 시료 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 감소하였고, 당도는 시료 첨가량이 증가할수록 높아지는 경향을 보였다. 조직감 측정 결과,

노니주스의 첨가량이 증가할수록 끈약젤리의 경도와 검성은 증가하였고, 탄력성과 응집성은 감소하는 경향을 나타냈다. 노니 끈약젤리의 색도 측정결과에서 시료 첨가량이 증가할수록 L값과 b 값은 감소하고, a값은 시료 50% 첨가량까지 증가하다가 이후에는 감소하는 경향을 보였다. 관능검사 결과에서 색(color)과 향(flavor)의 기호도는 0%와 25% 첨가군이 높은 점수를 받았고, 나머지 평가항목에서는 시료 간의 유의적인 차이가 없었다. 노니 끈약젤리 제조 시 노니주스 25%의 첨가량이 끈약젤리의 항산화 활성을 증가시킬 수 있고 색과 향의 기호도도 높아 가장 적당할 것으로 판단된다.

References

- Assi RA, Darwis Y, Abdulbaqi IM, Khan AA, Vuanghao L, Laghari MH. *Morinda citrifolia* (noni): A comprehensive review on its industrial uses, pharmacological activities, and clinical trials. *Ara-bian J. Chem.* 10: 691-707 (2017)
- Beecher GR. Overview of dietary flavonoids: nomenclature, occurrence and intake. *J. Nutr.* 133: 3248S-3254S (2003)
- Blois MS. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1200 (1958)
- Byun MW, Ahn HJ, Yook HS, Lee JW, Kim DJ. Quality evaluation of jellies prepared with refined dietary fiber from ascidian (*Halocynthia roretzi*) tunic. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 29: 64-67 (2000)
- Chan-Blanco Y, Vaillant F, Perez AM, Reynes M, Brillouet J, Brat P. The noni fruit (*Morinda citrifolia* L.): A review of agricultural research, nutritional and therapeutic properties. *J. Food Compost. Anal.* 19: 645-654 (2006)
- Choi SH, Kim SM. Quality properties of giant squid (*Dosidicus gigas*) surimi-based product manufactured with *Amorphophallus konjac* flour. *Korean J Food Sci. Technol.* 44: 422-427 (2012)
- Choi EJ, Lee JH. Quality and antioxidant properties of jelly incorporated with purple sweet potato concentrate. *Korean J. Food Sci. Technol.* 45: 47-52 (2013)
- Hwang HJ, Shin KO, Han KS. A study on the function and role of *Morinda citrifolia* L. (noni). *Korean J. Food Nutr.* 32: 275-283 (2019)
- Jeon JE, Lee IS. Effects of adding green grape juice on quality characteristics of *Konjak* jelly. *J. Korean Soc. Food Cult.* 34: 629-636 (2019)
- Jeong HJ, Park SB, Kim SA, Kim HK. Total polyphenol content and antioxidative activity of wild grape (*Vitis coignetiae*) extracts depending on ethanol concentrations. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 36: 1491-1496 (2007)
- Kang MH, Oh MK, Bang JK, Kim DH, Kang CH, Lee BH. Varietal difference of lignan contents and fatty acids composition in Korean sesame cultivars. *Korean J. Crop Sci.* 45: 203-206 (2000)
- Kang MS, Yoon HH. Quality characteristics of black rice bran *Kon-jac* jelly added with erythritol. *Culi. Sci. & Hos. Res.* 26: 72-82 (2020)
- Kim EM. Formulation and quality characteristics of noni beverages mixed with red ginseng, *Rubus Coreanus* and pomegranate extracts. *Culi. Sci. & Hos. Res.* 17: 259-269 (2011)
- Kim EM. Effects of extraction methods on antioxidative properties of carrot, apples, and blueberry juices. *Culi. Sci. & Hos. Res.* 23: 166-173 (2017)
- Kim JM, Jeon YH, Jeong YJ, Yoon KY. Comparison of bioactive composition, antioxidant activity, and nitric oxide inhibition effect of enzyme-treated and commercial noni juice. *Korean J. Food Sci. Technol.* 52: 75-80 (2020)
- Kim JM, Jo YJ, Hahn DY. Physicochemical properties, bioactive composition and antioxidant activities of noni fruit juices from different regions of cultivation. *Korean J. Food Preserv.* 24: 1000-1006 (2017)
- Kim SJ, Kim HY. Sensory attributes of various noni (*Morinda citri-folia*) muffins using quantitative descriptive analysis. *KKITS.* 14: 563-573 (2019)
- Kim KC, Kim JS. Effect of varying ethanol concentrations on the extraction properties and physiological activity of *Artemisia annua* L. *Korean J. Food Sci. Technol.* 52: 130-137 (2020)
- Kim DH, Kim SJ, Kim MR. Physicochemical properties and antioxidant activities of allulose *Konjac* jelly added with *Enteromorpha prolifera*. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 48: 967-976 (2019)
- Kim SK, Kim SW, Noh SJ, Kim YJ, Kang JH, Lee SC. Qualities of *Konjac* containing tunic extract from *Styela clava*. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 42: 410-414 (2013)
- Kim SH, Lee MH. Quality characteristics of cookies made with *Morinda citrifolia* powder. *Culi. Sci. & Hos. Res.* 21: 130-138 (2015)
- Kim DB, Oh JW, Lee JS, Kim YH, Park IJ, Cho JH, Lee OH. Antioxidant activities of green and purple kohlrabi juices. *Korean J. Food Sci. Technol.* 46: 601-608 (2014)
- Kwon YR, Lee HR, Hwang SH, Kwon OJ, Youn KS. Antioxidant activities and physiological properties of *Euphorbia humifusa* extracts prepared using different solvents. *Korean J. Food Preserv.* 23: 252-258 (2016)
- Lee YR. Antioxidant and α -amylase inhibitory activity of 70% ethanolic extract from *Morinda citrifolia* L. (noni). *Korean J. Food Nutr.* 33: 210-214 (2020)
- Lee SH, Choi YJ, Choi GW, Lee KS, Jung IC. Physicochemical properties and antioxidant activity of ground pork with noni (*Morinda citrifolia*) powder. *Korean J. Food Nutr.* 33: 331-338 (2020)
- Lee YL, Huang GW, Liang ZC, Mau JL. Antioxidant properties of three extracts from *Pleurotus citrinopileatus*. *LWT-Food Sci. Technol.* 40: 823-833 (2007)
- Lee YC, Hwang KH, Han DH, Kim SD. Compositions of *Opuntia ficus-indica*. *Korean J. Food Sci. Technol.* 29: 847-853 (1997)
- Lee EJ, Ju HW, Lee KS. Quality characteristics of pan bread added with *Citrus Mandarin* peel powder. *Culi. Sci. & Hos. Res.* 18: 27-39 (2012)
- Lee JJ, Kim EJ, Kim JM, Yoon KY. Physicochemical properties and antioxidant activities of commercial orange juice and grapefruit juice. *Korean J. Food Preserv.* 26: 322-329 (2019)
- Lee GD, Kim SK, Kwon DY, Park SR. Monitoring the manufacturing characteristics of aloe gel-state food. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 32: 89-95 (2003)
- Lee TW, Lee YH, Yoo MS, Rhee KS. Instrumental and sensory characteristics of jelly. *Korean J. Food Sci. Technol.* 23: 336-340 (1991)
- Lee YH, Ryu MH. A Study on the health functional food purchase intentions of chinese consumers in their 20s and 30s: Focusing on extended model of goal-directed behavior. *J. Eurasian Studies* 17: 41-69 (2020)
- Lin YL, Chang YY, Yang DJ, Tzang BS, Chen YC. Beneficial effects of noni (*Morinda citrifolia* L.) juice on livers of high-fat dietary hamsters. *Food Chem.* 140: 31-38 (2013)
- Lin JY, Tang CY. Determination of total phenolic and flavonoid contents in selected fruits and vegetables, as well as their stimulatory effects on mouse splenocyte proliferation. *Food Chem.* 101: 140-147 (2007)
- Lu Y, Foo LY. Antioxidant and radical scavenging activities of polyphenols from apple pomace. *Food Chem.* 68: 81-85 (2000)
- Majid HR, Chang PR, Pegg RB, Tyler RT. Antioxidant capacity of bioactives extracted from canola meal by subcritical water, ethanolic and hot water extraction. *Food Chem.* 114: 717-726 (2009)
- Middleton JrE, Kandaswami C. Effects of flavonoids on immune and inflammatory cell functions. *Biochem. Pharmacol.* 43: 1167-1179 (1992)
- Moon HK, Lee SW, Moon JN, Yoon SJ, Lee S, Kim GY. Quality characteristics of jelly added with mulberry juice. *Korean J. Food Cook. Sci.* 28: 797-804 (2012)
- Nam DG, Kim MN, Im PR, Choe JS, Choi AJ. Quality properties of jelly using ginger (*Zingiber officinale* Rosc.) concentrate prepared with enzymatic hydrolysis. *Korean J. Food Cook. Sci.* 36: 233-242 (2020)
- Oh HJ, Back JW, Lee JY, Oh YJ, Lim SB. Quality characteristics of jelly added with pressed kiwi (*Actinidia chinensis* var. 'Halla Gold') Juice. *Culi. Sci. & Hos. Res.* 19: 110-120 (2013)

- Park SH, Joo NM. Optimization of jelly with addition of *Morinda citrifolia* (Noni) by response surface methodology. Korean J. Food Cook. Sci. 22: 1-11 (2006)
- Potterat O, Hamburger M. *Morinda citrifolia* (Noni) fruit-phytochemistry, pharmacology, safety. Planta Med. 73: 191-199 (2007)
- Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. Free Radic. Biol. Med. 26: 1231-1237 (1999)
- Shon HK, Lee YS, Park YH, Kim MJ, Lee KA. Physico-chemical properties of gugija (*Lycii fructus*) extracts. Korean J. Food Cook. Sci. 24: 905-911 (2008)
- Son MJ, Son SJ, Lee SP. Physicochemical properties of carrot juice containing *Phellinus linteus* extract and beet extract fermented by *Leuconostoc mesenteroides* SM. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 37: 798-804 (2008)
- Son MJ, Whang K, Lee SP. Development of jelly fortified with lactic acid fermented prickly pear extract. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 34: 408-413 (2005)
- Song WY, Choi JH. Total Phenols, flavonoid contents, and antioxidant activity of *Spirodela polyrhiza* extracts. J. Life Sci. 27: 180-186 (2017)
- West BJ, Deng S, Jensen CJ. Nutrient and phytochemical analyses of processed noni puree. Food Res. Int. 44: 2295-2301 (2011)
- Wong JY, Chye FY. Antioxidant properties of selected tropical wild edible mushrooms. J. Food Compost. Anal. 22: 269-277 (2009)
- Yang J, Gadi R, Paulino R, Thomson T. Total phenolics, ascorbic acid, and antioxidant capacity of noni (*Morinda citrifolia* L.) juice and powder as affected by illumination during storage. Food Chem. 122: 627-632 (2010)
- Yeo JS, Chun SS, Choi JH. Antioxidant activities of solvent extracts from *Rosa multiflora*. J. Life Sci. 24: 1217-1223 (2014)
- Yoo JS, Hwang JT, Yoo ES, Cheun BS. Study on herbal extract on the Noni (*Morinda citrifolia*). Korean Soc. Biotechnol. Bioeng. J. 19: 110-112 (2004)