pISSN 1225-4339 eISSN 2287-4992
Korean J. Food Nutr. Vol. 33. No. 2, 210~214 (2020)
https://doi.org/10.9799/ksfan.2020.33.2.210

THE KOREAN JOURNAL OF
한국식품영양학회지
FOOD AND NUTRITION

노니가루 70% 에탄올 추출물의 항산화 및 α-Amylase Inhibitory 활성

†이 연 리
대전보건대학교 식품영양과 부교수

Antioxidant and α-Amylase Inhibitory Activity of 70% Ethanolic Extract from *Morinda citrifolia* L. (Noni)

†Youn Ri Lee
Associate Professor, Dept. of Food and Nutrition, Daejeon Health Institude of Technology, Daejeon 34504, Korea

Abstract

In this study, polyphenol and flavonoid contents were measured, and DPPH, OH, H_2O_2 radical scavenging activity, and the α-amylase inhibitory activity were measured to study the antioxidant activity of 70% ethanol extract from *Morinda citrifolia* L. The polyphenol and flavonoid contents of noni 70% ethanol extract were 29.52 GAE/g and 12.48 CE/g, respectively. Also, the IC_{50} values of DPPH, hydroxyl radical, and hydrogen peroxide scavenging activity of 70% ethanol extract from noni were 18.70 mg/mL, 26.45 mg/mL, and 35.67 mg/mL, respectively. Measurement of the α-amylase inhibitory activity of 70% ethanol extract from noni showed 45% inhibitory activity at 10 mg/mL.

Key words: *Morinda citrifolia* L. (noni), polyphenol contents, flavonoid contents, radical scavenging activity, α-amylase inhibitory activity

서 론

최근 식품 중 건강기능성에 대한 관심이 증대하며, 신소재로서의 가능성을 갖춘 식재료가 많이 활용되고 있다(Wang 등 2002). 노니(*Morinda citrifolia* L.)는 약 2,000년 전부터 폴리네시아 지역, 인도 및 중국 등에서 발견된 약용식물로 전통 민간약용 식물로 사용되어 왔다(Tabrah & Eveleth 1966; Dixon 등 1999). 노니의 과육에는 약 90%의 수분을 함유하고 있으며, 그 외에도 식이 섬유, 단백질 등이 다량 함유되어 있다(Singh DR 2012). 선행 연구 결과, 노니의 과육에는 페놀화합물, 유기산 및 알칼로이드를 포함하는 약 160종의 화학물질을 함유하고 있으며, 다양한 비타민, 무기질, 식이섬유 성분이 다양하게 함유되어 있다(Heinicke RM 1985; Wang & Su 2001).

노니는 열대성 식물로 잎, 뿌리, 줄기, 씨, 꽃, 열매에는 여러 가지 기능을 가진 성분들이 다양한 것으로 알려져 있는데, 특히, 알칼로이드 성분은 세포노화를 방지하고, 세포활동을 강화시켜 체내의 모든 기능을 강화하고 탄력으로 유지한다고 보고되었다(Sunder 등 2013). 노니뿌리의 항균작용물질은 anthhraquinones 알려져 있고, serotonin은 통증을 줄여주며, 고혈압과 암 등에도 효과가 있고(Pande 등 2005), 항고혈압, 항염증, 항균, 항산화 등 다양한 효능이 알려지며(Lee 등 2018), 건강기능식품으로서 우리나라에도 수입되어 많은 사람이 복용하고 있는 추세이다(Lee 등 2018).

따라서 본 연구에서는 노니가루를 70% 에탄올로 추출하여 항산화 효과 및 α-amylase inhibitory activity를 분석하여 건강기능성식품의 소재로 가능성을 제시하고자 한다.

재료 및 방법

1. 재료 및 추출물의 조제

시약은 Folin-Ciocalteu reagent, gallic acid, DPPH(1,1-

† Corresponding author: Youn Ri Lee, Associate Professor, Dept. of Food and Nutrition, Daejeon Health Institude of Technology, Daejeon 34504, Korea. Tel: +82-42-670-9246, Fax: +82-42-670-9246, E-mail: leeyounri@hit.ac.kr

diphenyl-2-picrylhydrazyl), EDTA(ethylenediaminetetraacetic acid), 2-deoxyribose, TCA(trichloroacetic acid), TBA(tribromoacetic acid) 등은 Sigma- Aldrich(St. Louis, MO, USA) 제품을 사용하였으며, 사용된 노니가루는 대형마트에서 2019년도 구입하였다. 활성시료 제조는 노니가루 10 g 씩을 취하여 70% 에탄올 100 mL로 4시간 가열추출하여 여과하여 농출한 후 용매인 DMSO 녹여서 시료로 사용하였다.

2. 노니가루 70% 에탄올 추출물의 항산화성분 함량측정

총 폴리페놀 함량은 Folin-Denis's phenol method(Folin & Denis 1915)에 준하여 측정하였다. 시료액 150 μL에 2,400 μL의 증류수와 2 N Folin-Ciocalteu reagent(Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA) 150 μL를 가한 후 3분간 방치하고, 1 N sodium carbonate(Na_2CO_3) 300 μL를 가하여 암소에서 2시간 동안 반응시킨 후 725 nm에서 흡광도(V-530, Jasco, Tokyo, Japan)를 측정하였다. Gallic acid(Sigma- Aldrich)를 표준물질로 하여 표준 검량선으로부터 추출물의 총 페놀 함량을 계산하였다.

총 플라보노이드 함량은 Kang 등(2011)의 방법에 따라 시료액 1 mL에 90% diethylenglycol 10 mL와 1 N NaOH 1 mL를 가하여 37℃ water bath에서 1시간 동안 반응시킨 후 420 nm에서 흡광도를 측정하였다. Catechin(Sigma-Aldrich)을 표준물질로 하여 표준 검량선으로부터 추출물의 총 플라보노이드 함량을 계산하였다.

3. 노니가루 70% 에탄올 추출물의 항산화 활성 측정

DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) 라디칼 소거능은 Blois MS(1958)의 방법에 의해 각 추출물을 농도별로 제조한 시료에 DPPH 200 μL를 첨가하여 암조건에서 30분간 반응시킨 후 517 nm에서 흡광도를 측정하여 50% 감소시키는 IC_{50}을 구하였다.

Hydroxyl radical 소거 활성은 Smirnoff & Cumbes(1989)의 방법에 따라 EDTA가 포함된 Fenton 반응계에서 분석하였으며, 10 mM $FeSO_4 \cdot 7H_2O$용액, 10 mM EDTA · 2Na 용액, 10 mM 2-deoxyribose 용액을 각각 200 μL의 Fenton 반응 혼합물에 일정농도의 시료용액 200 μL에 0.1 M phosphate buffer용액(pH 7.4) 1.2 mL를 넣어 총 용액 1.8 mL로 조제하였다. 여기에 10 mM H_2O_2 용액 200 μL를 가하여 혼합한 후 37℃에서 4시간 반응시켰다. 다시 2.8% TCA(trichloroacetic acid) 시약 1.0 mL와 1% TBA(thiobarbituric acid) 1.0 mL를 가하여 끓는 물에서 10분간 반응시킨 후 실온에서 급냉한 후 532 nm에서 흡광도를 측정하여 50% 감소시키는 IC_{50}을 구하였다.

Hydrogen peroxide 소거능은 Müller HE(1985)에 ABTS-peroxidase system을 이용하였다. 96 well plate에 시료용 80 μL, 10 mM H_2O_2용 20 μL, phosphate buffer(pH 5.0, 0.1 M) 100 μL에 37℃에 5분간 반응시켰다. 그 후 1.25 mM ABTS 30 μL peroxidease(1 unit/mL) 첨가하여 37℃에 10분간 반응시킨 후 405 nm에 측정하여 50% 감소시키는 IC_{50}을 구하였다.

4. 노니가루 70% 에탄올 추출물의 α-amylase 저해 활성

α-Amylase 저해 활성은 Xu 등(2011)의 방법을 변형하였으며, 추출물 125 μL에 12 unit/mL pancreatin 기원의 α-amylase 효소액 62.5 μL, 200 mM potassium phosphate buffer(pH 6.8) 62.5 μL와 혼합하여 37℃에서 10분간 전배양한 후 1% starch를 125 μL 가하여 37℃에서 5분간 반응시켰다. 반응액에 48 mM 3,5-dinitrosalicylic acid(DNS, 30% sodium potassium tartrate in 0.5 M NaOH) 발색시약 125 μL를 넣고, 100℃에서 15분간 끓여 발색을 시킨 후 충분히 냉각시키고, 이 반응액에 3배량의 증류수를 가한 후 ELISA(UV-1650PC, Shimadzu)를 사용하여 540 nm에서 흡광도를 측정하고 저해율을 계산하였으며, 대조군으로 acarbose을 사용하였다.

5. 통계처리

실험에서 얻어진 결과는 SPSS(statisticalpackage for social sciences, Version 10.0, Chicago, USA)를 이용하여 평균±표준편차로 나타내었습니다.

결과 및 고찰

1. 노니가루 70% 에탄올 추출물의 항산화성분 함량측정

페놀성 물질은 hydroxyl(－OH)기를 가지고 있어서 체내에서 활성산소로부터 세포를 보호하여 항산화 활성에 관여한다(Kang 등 2002; Yu 등 2006). 플라보노이드식물에 널리 존재하는 노란색 계열의 색소를 나타내는 4,000여 개의 항산화작용, 순환기계 질환의 예방, 항염증, 항알레르기, 항균, 항바이러스, 지질저하작용, 면역증강작용, 모세혈관 강화작용 등이 보고된 바 있다(Kim 등 2004; Jeon 등 2008). Table 1은 노니가루 70% 에탄올 추출물의 폴리페놀 및 플라보노이드 함량을 나타내었다. 노니가루 70% 에탄올 추출물의 폴리페놀함량은 29.52 mg GAE/g으로 나타났으며, 플라보노이드 함량은 12.48 mg CE/g으로 나타났다. Lee 등(2018) 연구에 의하면 마키베리의, 아로니아 및 버찌의 총 페놀 함량 31.32~95.05 GAE mg/g으로 나타났으며, 플라보노이드 함량의 경우 아로니아가 2.23±0.12 QE mg/g, 버찌에서 2.07±0.05 QE mg/g을 나타냈다.

Table 1. Total polyphenol and flavonoid of 70% ethanolic extract from *Morinda citrifolia* L.

Sample	Total polyphenol content (mg gallic acid equivalent/g)	Total flavonoid content (mg catechin equivalent/g)
Morinda citrifolia L.	29.52±0.93[1)]	12.48±0.35

[1)] Mean±S.D.

2. 노니가루 70% 에탄올 추출물의 항산화 활성 측정

활성산소는 여러 생체물질과 쉽게 화학반응을 일으켜 체내에 비가역적 손상을 야기하며, 노화 및 만성질환을 유발한다(Halliwell B 1996).

노니가루 70% 에탄올 추출물의 DPPH 라디칼 소거능의 IC_{50} value는 18.70 mg/mL의 DPPH 라디칼 소거 활성을 보였다(Table 2). DPPH 라디칼 소거능의 IC_{50} value는 니파야자 꽃대 0.017±0.00 mg/mL, 건조블루베리 0.672±0.01 mg/mL, 건조홍삼 1.282±0.03 mg/mL로 Lee 등(2017)의 연구에 보고되었다.

Hydroxyl radical은 DNA의 핵산과 결합하여 돌연변이 및 세포독성, 발암성을 유발하고, 지질과산화 과정에서 빠른 개시제로서 작용하며, hydroxyl radical 소거 활성은 지질과산화 과정의 진행을 방해하거나 활성산소를 소거하여 연쇄반응으로 저해하기 때문이라고 한다(Manian 등 2008).

노니가루 70% 에탄올 추출물의 hydroxyl radical 소거능의 IC_{50} value 26.45 mg/mL의 hydroxyl radical 소거 활성을 보였다(Table 2). Lee YR(2016)의 연구에 의하면 볶음 처리한 우엉과 돼지감자의 hydroxyl radical 소거능의 IC_{50} value는 각각 25.96, 22.93 mg/mL로 나타났다.

노니가루 70% 에탄올 추출물의 hydrogen peroxide 소거능의 IC_{50} value는 35.67 mg/mL의 hydrogen peroxide 소거 활성을 나타내었다(Table 2). Kang 등(2002)의 보고에 의하면 페놀성 물질이 항산화작용의 지표이며, 페놀성 물질은 환원력이 큰 것일수록 전자공여능이 높은 것으로 나타났다.

3. 노니가루 70% 에탄올 추출물의 α-amylase 억제 활성 측정

섭취된 음식물은 소화과정을 통해 다당류가 단당류로 분해되어 혈당이 높아지게 된다(Kim 등 2011). 고혈당 상태에서 인슐린과 인슐린 수용체의 결합으로 포도당이 세포로 이동해서 혈당이 정상수준으로 유지해야 하는데, 인슐린의 부족이나 인슐린 저항성 고혈당이 유지되는 상태를 당뇨병라고 한다(Kim 등 2011).

α-Amylase는 탄수화물의 α-D-(1,4)-glucan 결합을 분해하는 효소이고, α-glucosidase 소장 상피세포의 Brush-Border membrane에 존재하는 효소로서 소장에서 음식물 중의 전분을 포도당과 같은 단당으로 분해하여 흡수시킨다(Lee 등 2008). 따라서 소장의 α-amylase와 α-glucosidase를 저해함으로써 포도당의 흡수를 지연시킬 수 있어 α-amylase와 α-glucosidase의 저해 활성은 혈당수치 상승억제의 지표로써 사용된다(Lee 등 2008).

노니가루 70% 에탄올 추출물의 α-amylase 억제 활성측정은 Table 3과 같이 10 mg/mL에서 45% 저해활성을 나타내었다. Lee 등(2008) 연구에 의하면 약용식물 메탄올 추출물에서 칡, 삼백초, 비수리, 율무, 둥글레가 각각 42.20, 40.94, 48.45, 41.54, 44.96%로 보고되고 있다.

Hwang 등(2019) 연구에 의하면 노니에 함유된 비타민, 무기질, 식이섬유, 단백질 및 다양한 종류의 알칼로이드 성분(proxeronine, scopoletin, octoanoic acid, terpenoids, alkaloids, anthraquinones, nordamnacanthal, morindone, rubiadin, β-sitosterol, flavone glycosides, linoleic acid, acubin, L-asperuloside, caproic acid, caprylic acid, ursolic acid, rutin 등)은 항염, 통증 완화, 항산화, 항암, 항생제, 항바이러스제, 항진균제, 항종양제, 항돌연변이성 항암제, 진통제 및 면역 강화 효과, 간세포 보호 등에 효과가 있다고 보고되고 있다.

본 연구결과에 의하면 노니가루 70% 에탄올 추출물의 phenolic acids와 flavonoids 및 기타 phenol성 물질은 환원력이 큰 것일수록 전자공여능이 높았으며, 본 연구에서도 노니가루 70% 에탄올 추출물의 폴리페놀함량의 결과와 일치하는 경향으로 라디칼 소거능을 가지는 것을 확인할 수 있었다. 노니가루 70% 에탄올 추출물의 α-amylase 억제 활성은 고농도에서 45% 억제 활성을 보여 추후 좀 더 체계적인 실험을 하고자 한다.

Table 2. Radical scavenging activity 70% ethanolic extract from *Morinda citrifolia* L. (noni)

Sample	IC_{50} (mg/mL)		
	DPPH	OH	H_2O_2
Morinda citrifolia L.	18.70±0.34[1)]	26.45±0.11	35.67±0.21
L-Ascorbic acid	0.82±0.01	1.33±0.01	6.54±0.02

[1)] Mean±S.D.

Table 3. α-Amylase activity 70% ethanolic extract from *Morinda citrifolia* L. (Noni)

Sample	mg/mL		
	1	5	10
Morinda citrifolia L.	9.90±0.06[1)]	20.73±0.48	45.22±0.93
Acarbose	94.70±0.80	-	-

[1)] Mean±S.D.

요약 및 결론

본 연구는 노니가루 70% 에탄올 추출물의 항산화 활성을 보고자 폴리페놀 및 플라보노이드 함량을 측정하고, DPPH, OH, H_2O_2 라디칼 소거능 및 α-amylase 억제 활성을 측정하였다. 노니가루 70% 에탄올 추출물의 폴리페놀 및 플라보노이드 함량은 각각 29.52 GAE/g, 12.48 CE/g으로 나타났다. 노니가루 70% 에탄올 추출물의 DPPH, hydroxyl radical, hydrogen peroxide 소거능의 IC_{50} value는 각각 18.70, 26.45, 35.67 mg/mL로 나타났다. 노니가루 70% 에탄올 추출물의 α-amylase 억제 활성측정은 10 mg/mL에서 45% 저해 활성을 나타내었다. 노니가루 70% 에탄올 추출물의 전공여능이 phenolic acids와 flavonoids 및 기타 phenol성 물질은 환원력이 큰 것일수록 전자공여능이 높았으며, 라디칼 소거능도 확인할 수 있었다.

References

Blois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181:1199-1200

Dixon AR, McMillen H, Etkin NL. 1999. Ferment this: The transformation of noni, a traditional Polynesian medicine (*Morinda citrifolia,* Rubiaceae). *Econ Bot* 53:51-68

Folin O, Denis W. 1915. A colorimetric method for the determination of phenols and phenols derivatives in urine. *J Biol Chem* 22:305-308

Halliwell B. 1996. Antioxidants in human health and disease. *Annu Rev Nutr* 16:33-50

Heinicke RM. 1985. The pharmacologically active ingredient of noni. *Pac Trop Bot Gard Bull* 15:10-14

Hwang HJ, Shin KO, Han KS. 2019. A study on the function and role of *Morinda citrifolia* L. *Korean J Food Nutr* 32:275-283

Jeon YH, Kim MH, Kim MR. 2008. Antioxidative and antimutagenic activity of ethanol extracts from *Cuscutae semen*. *Korean J Food Cookery Sci* 24:46-51

Kang MH, Choi CS, Kim ZS, Chung HK, Min KS, Park CG, Park HW. 2002. Antioxidative activities of ethanol extract prepared from leaves, seed, branch and aerial part of *Crotalaria sessiflora* L. *Korean J Food Sci Technol* 34:1098-1102

Kang MS, Kim SY, Lee YH, Choi JW, Baek OH, Han HK, Kim SN, Kim JB, Park HJ, Cho YS. 2011. Analysis of nutritional components of *Euonymus sieboldiana* leaves. *J East Asian Soc Diet Life* 21:918-923

Kim EY, Baik IH, Kim JH, Kim SR, Rhyu MR. 2004. Screening of the antioxidant activity of some medicinal plants. *Korean J Food Sci Technol* 36:333-338

Kim HY, Lim SH, Park YH, Ham HJ, Lee KJ, Park DS, Kim KH, Kim S. 2011. Screening of α-amylase, α-glucosidase and lipase inhibitory activity with Gangwon-do wild plants extracts. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40:308-315

Lee BB, Park SR, Han CS, Han DY, Park E, Park HR, Lee SC. 2008. Antioxidant activity and inhibition activity against α-amylase and α-glucosidase of *Viola mandshurica* extracts. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37:405-409

Lee KW, Je H, Jung TH, Lee YL, Choi JH, Hwang HJ, Shin KO. 2018. Comparison of components and anti-oxidant activity of cherry, aronia, and maquiberry. *Korean J Food Nutr* 31:729-736

Lee YH, Kim WK, Jung HA, Oh WK. 2017. Analysis of nutritional components and antioxidant activity of nipa palm (*Nypa fruticans* Wurmb) flower stalk. *Korean J Food Nutr* 30:1080-1086

Lee YR. 2016. Analysis of nutritional components and antioxidant activity of roasting Wooung (Burdock, *Arctium lappa* L.) and Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.). *Korean J Food Nut* 29:870-877

Manian R, Anusuya N, Siddhyraju P, Manian S. 2008. The antioxidant activity and free radical scavenging potential of two different solvent extracts of *Camellia sinensis* (L.) O. Kuntz, *Ficus bengalensis* L. and *Ficus racemosa* L. *Food Chem* 107:1000-1007

Müller HE. 1985. Detection of hydrogen peroxide produced by microorganism on ABTS peroxidase medium. *Zentralbl Bakteriol Mikrobiol Hyg Ser A* 259:151-154

Pande M, Naiker M, Mills G, Singh N, Voro T. 2005. The Kura files: Qualitative social survey. *Pac Health Surveill Response* 12:85-93

Singh DR. 2012. *Morinda citrifolia* L. (noni): A review of the scientific validation for its nutritional and therapeutic properties. *J Diabetes Endocrinol* 3:77-91

Smirnoff N, Cumbes QJ. 1989. Hydroxyl radical scavenging activity of compatible solutes. *Phytochemistry* 28:1057-1060

Sunder J, Jeyakumar S, Sujatha T, Kundu A. 2013. Effect of feeding of morical: A herbal based supplement on

production and egg quality in Japanese quail. *Adv Anim Vet Sci* 1:157-160

Tabrah FL, Eveleth BM. 1966. Evaluation of the effectiveness of ancient Hawaiian medicine. *Hawaii Med J* 25:223-230

Wang MY, Su C. 2001. Cancer preventive effect of *Morinda citrifolia* (noni). *Ann NY Acad Sci* 952:161-168

Wang MY, West BJ, Jensen CJ, Nowicki D, Su C, Palu AK, Anderson G. 2002. *Morinda citrifolia* (noni): A literature review and recent advances in noni research. *Acta Pharmacol Sin* 23:1127-1141

Xu ML, Wang L, Xu GF, Wang MH. 2011. Antidiabetes and angiotensin converting enzyme inhibitory activity of *Sonchus asper* (L.) hill extract. *Korean J Pharmacogn* 42:61-67

Yu MH, Im HG, Lee HJ, Ji YJ, Lee IS. 2006. Components and their antioxidative activities of methanol extracts from sarcocarp and seed of *Zyzyphus jujuba* var. *inermis* Rehder. *Korean J Food Sci Technol* 38:128-134

Received 13 March, 2020
Revised 26 March, 2020
Accepted 01 April, 2020