pISSN 1225-4339 eISSN 2287-4992
Korean J. Food Nutr. Vol. 32. No. 4, 275~283 (2019)
https://doi.org/10.9799/ksfan.2019.32.4.275

THE KOREAN JOURNAL OF
한국식품영양학회지
FOOD AND NUTRITION

노니의 기능 및 역할에 관한 연구

황효정 · 신경옥* · †한경식*
삼육대학교 식품영양학과 겸임교수, 삼육대학교 식품영양학과 부교수*

A Study on the Function and Role of *Morinda citrifolia* L. (Noni)

Hyo-Jeong Hwang, Kyung-Ok Shin* and Kyoung-Sik Han*
Adjunct Professor, Dept. of Food and Nutrition, Sahmyook University, Seoul 01795, Korea
**Associate Professor, Dept. of Food and Nutrition, Sahmyook University, Seoul 01795, Korea*

Abstract

This study was carried out to investigate the various roles and effects of *Morinda citrifolia* L.(noni) on the human body and to utilize the findings obtained for future disease related research on food and nutrition. *Morinda citrifolia* L. has been used in folk medicine by Polynesians for over 2,000 years and is reported to have a broad range of therapeutic effects. Noni is an alkaloid system such as proxeronine, scopoletin, octanoic acid, terpenoids, alkaloids, anthraquinones, nordamnacanthal, morindone, rubiadin, b-sitosterol, flavone glycosides, linoleic acid, acubin, L-asperuloside, caproic acid, caprylic acid, ursolic acid, rutin. Noni's side effects have been reported to affect anti-inflammatory, analgesics, LDL antioxidant, anti-tumor, antifungal, antibiotic, antiviral, antiparasitic and immunosuppressive effects. In particular, noni's efficacy is considered to be important for the prevention of diseases by inhibiting active oxygen, which is a direct cause of oxidative stress, through various metabolites through 'xeronine system'. Noni's functions and effects that have been examined in this study include anti-inflammation, pain relief, antioxidant, anticancer, hepatocyte protection among others. Therefore, noni's extracts are considered highly useful for diverse scientific and nutritional health functional foods.

Key words: *Morinda citrifolia* L., xeronine, chronic pain, antiinflammation, antioxidant

서 론

노니(*Morinda citrifolia* L.)는 약 2,000년 전부터 폴리네시아 지역, 인도 및 중국 등에서 발견된 약용 식물 중 하나로 동의보감에 해파극(海波戟) 또는 파극천(巴戟天)으로 기술되어 있으며, 전통 민간 약용 식물로 사용되어 왔다(Tabrah & Eveleth 1966; Dixon 등 1999). 노니는 모린다(*Morinda*)와 루비과(Rubiaceae)에 속하며, 모린다는 약 80종을 포함하는데, 그 중 노니는 "여왕"으로 간주된다(McClatchey W 2002). 해발 약 1,300 피트의 산림 지대에서 자라는 작은 상록수이며, 식물의 형태는 크고 타원형의 밝은 녹색을 띄고 있는 잎과 흰색의 관 모양의 꽃 그리고 독특한 형태를 지니고 있는 열매로 구성되어 있다. 이 열매는 최대 12 cm까지 자라며, 다각형 모양의 단면의 형태를 지니고 있고, 잘 익은 과육은 강력한 부티르산을 함유하고 있어 독특한 냄새를 풍기며, 수분을 많이 함유하고 있다(Swanholm 등 1959; Morton JF 1992; Wang 등 2002). 폴리네시아 지역 사람들은 이 노니의 과육뿐만 아니라, 뿌리 · 줄기 · 나무껍질 · 잎 · 꽃 등을 이용하여 옷을 염색하거나, 상처에 덧붙이는 등 약 40여 가지의 다양한 방법으로 활용해 왔으며, 그 중에서도 노니 과육의 추출물로 만든 노니 주스 형태가 가장 활용도가 높은 것으로 알려져 있다(Whistler WA 1992; Sunder 등 2013).

폴리네시아 지역 내에서 다양하게 쓰이고 있는 노니는 1970년 미국의 생화학자인 랄프 하이니케(Ralph Heinicke) 박

† Corresponding author: Kyoung-Sik Han, Associate Professor, Dept. of Food and Nutrition, Sahmyook University, Seoul 01795, Korea. Tel: +82-2-3399-1765, E-mail: kshan@syu.ac.kr

사에 의해 무기질, 비타민, 단백질 등의 영양소 외의 다양한 성분이 포함되어 있다는 사실이 밝혀지면서 전 세계적으로 알려지게 되었다(Heinicke RM 1983; Yoo 등 2004). 노니의 과육에는 약 90%의 수분을 함유하고 있으며, 그 외에도 식이섬유, 단백질 등이 다량 함유되어 있다(Singh DR 2012). 선행연구 결과를 통하여 노니의 과육에는 페놀화합물, 유기산 및 알칼로이드를 포함하는 약 160종의 화학물질을 함유하고 있으며, 비타민 C · 비타민 B_1 · 비타민 B_2 · 비타민 B_6 · 비타민 B_{12} · 엽산 · 니아신(비타민 B_3) · 판도텐산 · 비타민 E · 베타카로틴(비타민 A) 등의 다양한 비타민과 칼슘 · 마그네슘 · 인 · 철 · 몰리브덴 · 나트륨 · 칼륨 등의 무기질, 식이섬유, 조지방과 조단백질 성분이 다양하게 함유되어 있다(Heinicke RM 1985; Wang & Su 2001).

랄프 하이니케 박사는 파인애플의 약리학적 특성을 부여하는 브로멜린을 분석하는 도중 노니의 다양한 성분에 대한 연구를 하게 되었고, 알려져 있지 않은 새로운 알칼로이드를 보고하였다(Heinicke RM 1983). 이 새로운 알칼로이드 성분은 노니의 독특한 효능의 주요 성분인 proxeronine, scopoletin, octoanoic acid, terpenoids, alkaloids, anthraquinones, nordamnacanthal, morindone, rubiadin, b-sitosterol, flavone glycosides, linoleic acid, acubin, L-asperuloside, caproic acid, caprylic acid, ursolic acid, rutin 등을 포함하고 있다(Levand & Larson 1979; Heinicke RM 1985; Higa & Fuyama 1993; Legal 등 1994; Farine 등 1996; Mathivanan 등 2005). 이렇게 다양한 노니의 알칼로이드 성분 중 proxeronine는 xeronine의 전구체로서 대장에서 xeronine을 형성하는 것으로 알려져 있다. 이 xeronine의 생체 내 독특한 기능을 'xeronine system'이라 명명하였다(Heinicke RM 1985). Xeronine은 세포 조절의 필수적인 알칼로이드로서, 단백질의 구조와 기능을 조절하여 손상된 세포 기능을 재생시키며, 세포 재생을 강화시켜 체내의 모든 기능을 더욱 활성화시키고, 영양소 흡수 기능에 도움을 주는 등 중요한 기능을 담당하고 있는 것으로 밝혀졌다(Heinicke RM 1985; Motshakeri & Ghazali 2015).

노니 과육의 섭취를 통한 다양한 선행연구(Hirazumi & Furusawa 1999; Saludes 등 2002; Furusawa 등 2003; Kamiya 등 2004; Yoo 등 2004; Peter PI 2007)에서 밝혀진 노니의 효능은 항생제, 항바이러스제, 항진균제, 항종양제, 항돌연변이성 항암제, 구충제, 진통제, 저혈압, 항염증제, LDL 산화 방지 및 면역 강화효과에 영향을 있다는 것으로 보고되고 있다. 이러한 노니의 효능은 'xeronine system'을 통하여 다양한 대사산물로 산화적 스트레스의 직접적인 원인인 활성산소(reactive oxygen)를 통해 유발되는 세포와 조직에 비가역적인 손상, 세포노화, DNA 합성 억제 및 돌연변이 유발, 암의 유발 그리고 효소의 불활성 등을 통해 초래되는 암, 심혈관계질환, 면역질환의 개선 가능성을 제시하며, 생체 내 free radical 생성을 억제하는 것으로 밝혀져 질병 예방에 중요한 대응책 중 하나로 여겨진다(Willcox 등 2004; Allemann & Baumann 2008; Ahmad 등 2012).

노니에 함유된 성분들의 기작이 밝혀지고, 체내에서 다양한 긍정적인 영향을 미치고 있는 것이 알려지면서 전 세계적으로 노니의 소비는 증가하고 있다. 특히 노니는 재배 국가보다 미국, 유럽 및 일본 등에서 상업화가 많이 이루어지고 있으며, EU(European Union)에서도 새로운 성분으로 다양한 제품들이 생산되고 있어 건강 기능성 식품으로 활용도가 높다. 그러나 구체적으로 노니와 질병과의 연관성에 대한 내용을 체계적으로 정리를 하여 발표된 총설이 많지 않으므로, 본 연구를 통해 노니 연구논문들을 정리하고자 한다.

따라서 본 연구에서는 선행연구들을 통해 증명된 체내에서 노니의 다양한 기능과 역할을 정리하여 살펴봄으로써 영양학적으로 노니의 건강 기능성 식품으로의 활용도를 높이고, 노니 추출물과 질병과의 기초 연구 자료로 활용하기 위해 총설을 작성하였다.

재료 및 방법

본 연구는 노니의 기능 및 역할과 관련 연구에 대해 총설(systematic review)을 작성하였다. Yoon & Shin(2018)의 연구에서 제시한 총설 연구방법에 따라 1단계는 노니의 특성에 관한 연구내용을 설계 및 계획하였으며, 2단계는 노니와 관련된 다양한 문헌을 검색하였다. 3단계는 선정된 문헌을 바탕으로 연구적 내용을 질병과 연관지어 차례로 제시하였다. 4단계는 본 논문에서 설명하고자 했던 내용에 대해 분석된 데이터를 통해 객관적으로 해석하고, 결론을 유추하였다.

본 문헌의 검색과 결과의 정리 기간과 자료의 게재 시기는 2018년 5월 1일부터 2019년 5월 30일까지 이루어졌다. 문헌 검색은 database로서 Pubmed와 국내 각각의 학회 사이트를 활용하였으며, 검색어로는 '*Morinda citrifolia* L.' xeronine, chronic pain, antiinflammation, antioxidant 및 그와 관련된 용어들을 사용하였다.

결론 및 고찰

1. 노니의 항염 및 통증완화

수십 년 동안 폴리네시아인들은 고통을 줄이고, 염증을 줄이기 위해 노니 열매와 잎을 관절염 치료 및 상처 치유 등 모든 종류의 통증을 멈추거나 줄이기 위해 2,000년 전부터 사용되어 왔다(Pawlus & Kinghorn 2007). 폴레이시아 지역 피지섬의 주민들은 노니의 가장 유익한 영향에 대한 역학적 분석

에 따르면, 관절염 및 기타 이유로 인한 통증 감소를 위한 섭취가 가장 높은 것으로 밝혀졌다(Pande 등 2005).

관절 연골의 기능 저하는 심한 통증 유발 및 붓기와 열이 발생하여 관절에서 연골이 점진적으로 파괴되는데(Basar 등 2010), 골관절염의 진행을 멈추게 하는 치료법으로 염증을 유발하는 가장 대표적 효소인 cyclooxygenase Ⅰ와 Ⅱ를 조절하기 위하여 비스테로이드 항염증제를 많이 활용하고 있다(Vane & Botting 1998; Palu 등 2008). 그러나 이러한 약물은 종종 위, 간, 신장 및 기타 장기에 심각한 부작용을 발생하는 것으로 밝혀졌다(Pirmohamed 등 2004). 따라서 비스테로이드 항염증제에 대한 대안으로 관절염을 유발시키는 중요한 물질 interleukin-1b가 연골세포의 prostaglandin(PG) 생성을 억제하여 matrix metalloproteinase(MMP)나 nitric oxide(NO)를 포함한 oxygen-derived free radical 등의 연골을 분해시킬 수 있는 물질의 생성을 촉진, 기질을 분해하고, 연골세포의 사멸을 촉진하게 되는 기전을 조절하는 치료법에 노니를 이용하고 있다(Baker & Ferguson 2005; Hulejova 등 2007).

Hulejova 등(2007)은 골관절염 환자를 대상으로 건강한 대조군과 비교한 결과, 혈청 내 MMP 수치가 훨씬 높고 관절액 내 MMP 농도도 50배 이상 높은 것을 확인하였으며, 이러한 결과는 골관절염 환자들의 질환 및 통증은 MMP의 농도에 영향을 받는다고 보고하였다. Brown AC(2012)는 노니 과일 퓌레의 알코올 추출물은 지질 다당류(LPS)로 자극한 후, 인간 단구에서 MMP 방출을 억제함으로써 진통 및 항염증 효과에 대하여 제시하였고, Basar 등(2010)은 면역 세포 자극 후 인간 단구에서 MMP의 방출이 노니 열매의 알코올 추출물에 의해서도 억제됨을 보고하였고, 이 효과는 내인성 항염증 화합물 하이드로 코르티손(코르티졸)의 효과와 유사한 것으로 나타났다. 노니의 효능은 MMP의 억제뿐만 아니라, cyclooxygenases (COX-1과 COX-2)와 lipoxygenase(LOX-5)를 이중 억제하는 것으로 보고되었다(Rethinam & Sivaraman 2007; Palu 등 2008). 염증 반응으로 백혈구의 유출을 유발시키는 bradykinin은 혈액에 미량만 존재하더라도 혈압 강화와 급성 부종을 유발시키는데, 혈액 내 bradykinin의 농도가 높은 흰쥐에게 노니 추출물 200 mg을 경구 투여한 결과, 부종이 빠르게 억제되었다고 보고하였다(Chan-Blanco 등 2006).

Younos 등(1990)은 비만 유발 생쥐를 열판 테스트를 통해 노니의 진통제와 진정 작용을 연구한 결과, 노니 뿌리 추출물(1,600 mg/kg)을 투여한 군에서는 유의한 진통 효과를 보였으며, 이 결과는 강력한 진통제인 morphine의 75% 활성 정도를 나타내는 것을 확인할 수 있었다. 따라서 노니는 강력한 진통제와 유사한 효과를 가지며, 특히 인체 내에서 외인성 독소로부터 간을 보호하는데 효과적이라고 보고되었다(Wang 등 2008).

2. 노니의 항산화 효과

생체 대사산물인 과산화물들은 세포막을 손상시켜 다양한 질환의 주요 원인이며, 그 중 하나인 lipid hydroperoxide는 헤모글로빈 손상에 영향을 주어 노화 등 다양한 생리변화를 일으킨다. 이러한 변화를 예방하기 위하여 다양한 항산화 영양소의 섭취를 통하여 과산화물의 활성을 예방하고자 한다.

노니 과육으로부터 추출한 에탄올과 에틸 아세테이트 추출물은 대표적 항산화제인 α-토코페롤과 부틸 하이드록시 톨루엔(BHT)과 동일한 양으로 ferric thiocyanate(FTC)와 thiobarbituric acid test(TBA)로 분석한 결과, 유사한 항산화력을 보이는 연구 결과가 나타났으며, 노니 과육에는 에탄올과 에틸 아세테이트 추출물이 각각 0.2 mg/mL와 1.5 mg/mL 함유되어 있다고 보고하였다(Ohara 등 1993; Gokce 등 1999; Zin 등 2002; Stocker & Keaney 2004). 노니에 함유된 proxeronine 성분은 대표 생리활성 물질로 보고되어 있는데, 특히 이 성분은 일종의

Table 1. Anti-inflammatory and analgesics effects of *Morinda citrifolia* L. (noni)

Year	Result	Reference
2002	10 mg of noni extract had effect on carrageenan-induced inflammation, whereas the extract inhibited bradykinin-induced maximum increase in volume by 40% and completely relieved the edema within 4 h	McKoy 등
2002	A decrease in inflammatory foci and lymphocytes surrounding central vein areas were observed at 6 hours post CCl_4 administration in animals pretreated with 10% noni extract for twelve days	Wang 등
2003	*M. citriforlia* fruit powder showed potent inhibitory effects on COX-1 with the IC50 values of 141.25, 144.54, 158.48, and 163.30 μg/mL, respectively	Li 등
2005	Treatment of animals with *Morinda citrifolia* alcoholic extract (1~4 g kg^{-1}, i.p.) analgesic effect of the 4 g kg^{-1} dose of extract was similar to that produced by morphine in a dose of 1.5 mg kg^{-1} (93.1±1.7% and 96.7±1.6%, respectively) and it was statistically significant (p<0.001)	Punjanon & Nandhasri
2010	Injection of diluted noni extract to rats reduced MMP-9 secretion 100 times dilution: 56.31±1.03% decreased for MMP-9/200 times dilution: 50.75±4.66% decreased for MMP-9	Basar 등

Table 2. Antioxidant effect of *Morinda citrifolia* L. (noni)

Year	Result	Reference
2004	In the concentration range of 0.25?9.0 mg/mL, extract of *Morinda lucida* (ML) elicited rat aortic rings vasorelaxation in noradrenaline-precontracted rings	Ettarch & Emeka
2007	Ethyl acetate extract of noni exhibited strong inhibition of lipid oxidation comparable to the same weight of pure α-tocopherol and butylated hydroxy toluene (BHT)	Mohd 등
2011	Antioxidant capacity was 1.2-2.2 times, their total phenols 1.5 times, and their ascorbic acid content 7.0 times those of immature green noni fruits, and were 1.1-1.5, 1.3, and 1.3 times greater than those of ripe fruits	Yang 등

인삼 사포닌(saponin) 성분과 유사한 기능을 보이며, 에너지 대사에 영향을 미치는 단백질의 활성을 강화시키고, 에너지 대사를 촉진시키는 것으로 보고되었다(Oh 등 2010).

한편, Wang 등(1999)의 연구에 의하면 노니 잎에서 발견된 iridoid glycoside는 AP-1활성과 세포의 변형을 억제한다고 보고하였다. 또한 노니 추출물의 항산화 작용은 vitamin C보다 약 1.4배, 포도씨 분말보다 약 1.1배 강한 항산화 작용이 있다는 것으로 밝혀져 있으며, 사염화탄소에 의한 간세포의 lipid hyperoxidation은 노니 추출물을 12일간 투여 시 사염화탄소 투여 3시간 후 지질과산화를 20~50% 감소시킨다고 보고하였다(Wang & Su 2001). 흡연자를 대상으로 노니 추출물을 30일 동안 보충하였을 때, 혈청 활성산소 수준이 유의적으로 낮아지는 것을 확인할 수 있었다(Wang 등 2009). 이러한 결과는 노니의 주요 성분인 여러 항산화제의 가장 뚜렷한 생리활성을 통한 건강에 미치는 유익한 영향이라는 것으로 확인할 수 있다. 최근의 밝혀진 연구 결과에서는 노니 추출물 0.25~9.0 mg/mL 농도에서 저밀도지단백질(LDL-cholesterol)의 산화를 저하시키며, 대동맥에서 내피 세포 의존성 경로와 비의존성 경로를 통해 혈관을 이완시키는 것으로 밝혀졌다(Ettarch & Emeka 2004).

3. 노니의 항암 효과

암의 발생은 환경과 유전요인에 의해 발생되며, 유전 요인으로는 염색체 이상에서부터 돌연변이에 이르는 다양한 유전 변이들이 축적되어 발생한다(Pitot & Sirica 1980; Farber E 1984). 일반적으로 과일과 채소는 항산화 물질을 함유하고 있으며, 과일과 채소의 섭취를 통해 인체 내 활성산소에 의한 세포 산화 손상이 감소하고, 결과적으로 암의 위험을 감소시킨다. 대표적인 발암 물질인 방향족 탄화수소 7,12-dimethylbenz(a)anthrancene(DMBA), 과산화물질인 superoxide anion radical(SAR) 등의 활성을 저하시키는 방법으로 노니가 함유한 proxeronine 등의 항산화 성분들이 많이 활용되고 있다(Bostrom 등 2002; Xue & Warshawsky 2005). 노니 추출물의 강력한 항산화력이 세포의 산화적 변화를 유발시키는 SAR 및 DMBA의 활성을 억제함으로써 발암의 개시단계에서 예방효과가 있다고 보고하였다(Wang & Su 2001). 특히 xeronine은 세포의 기능을 유지해 주고, 손상된 세포에는 재생능력을 부여하는데 도움을 주는 것으로 알려졌다(Ahmad 등 2012). 또한 노니 추출물은 직접적으로 면역체계를 자극하여 암 발생을 억제하는 것으로 나타나, 다양한 항암 요법으로 쓰이는 adriamycin(Adria), cisplatin(CDDP), 5-flourouracil(5-FU) 및 vincristine(VCR)에서 보조제로서 항암제의 치료 효과를 향상시키는 것으로 보고되었다(Hirazumi & Furusawa 1999). 이러한 결과는 암 환자에게 항암제의 복용량을 낮추거나 동일한 양의 항암제를 복용하더라도 노니 추출물을 함께 섭취하면 더 좋은 결과를 얻을 수 있게 함으로써 암 환자의 건강상태 완화에 긍정적인 영향을 미칠 수 있다고 사료된다.

4. 노니의 항균효과

노니의 항균효과는 가장 처음 밝혀진 성질로 과학적인 연

Table 3. Anti-cancer effect of *Morinda citrifolia* L. (noni)

Year	Result	Reference
1999	Therapeutic administration of 6~15 mg crude noni juice significantly enhanced the duration of survival of inbred syngeneic LLC tumour bearing mice	Hirazumi & Furusawa
2001	The carcinogenic rats were fed with 10% noni juice : The amount of 7,12-dimethyl[a]benzanthracene-DNA in heart, lung, liver and kidney decreased by 30%, 41%, 42% and 80%, respectively	Wang & Su
2003	Capillary vessels from cancer cells rapidly degenerate (2~3 days) in media supplemented with 10% noni	Hornick 등

구가 부족한 때부터 특별한 처리과정 없이 태평양 섬에서 노니를 보트로 장시간 운반하는데 문제가 없었다. 이러한 특성을 바탕으로 다양한 균의 증식과정을 연구한 선행연구 결과, Locher 등(1995)은 노니의 성분 중 aucubin, L-asperuloside 및 alizarin 등은 병원성 균주인 *Pseudomonas*, *Salmonella* 등에 항균 효과를 나타내었고, 각종 전염성 세균에서도 감소 효과가 있는 것으로 나타났다. 다른 연구(Duncan 등 1998)에서는 노니의 구성성분인 식물성 플라보노이드 중 esculin에 의해 장 내에 존재하며, 다양한 질병의 원인균인 *E. coli* O157의 생육 저해 효과가 있음을 보고하고, 또 다른 노니의 성분인 E-phytol, cycloartenol, stigmasterol, beta-sitosterol, campesta-5,7,22-trien-3-betanol 및 stigmasta-4-en-3-one 등을 포함한 각종 ketosteroids 등이 결핵균을 사멸하는데 효과가 있다고 발표하였다. 그리고 노니의 숙성과 가공 형태에 따라 함유되는 에탄올 및 핵산 추출물의 양이 달라지는데, 이 성분 또한 결핵균인 *Mycobacterium tuberculosis*의 성장을 87~95% 억제하는 것으로 밝혀졌다(Saludes 등 2002). Locher 등(1995)은 노니 뿌리의 anthraquinone은 항균작용이 강한 것으로 알려져 있으며, 특히 *Pseudomonas aeruginosa, Proteus morgaii, Staphylococcus aureus, Baciillis subtilis, Escherichia coli, Salmonella* 및 *Shigela*와 같은 감염성 세균을 억제하며, 노니의 항균성 물질들은 피부염, 감기, 열을 치료하는데 효과적이라고 보고하였다. 노니 열매의 메탄올 추출물은 피부질환을 유발하는 균인 *Trichophyton mentagrophytes*의 성장을 억제하는 것으로 나타났으며, *Penicillium, Fusarium* 및 *Rhizopus* 종의 성장도 억제하는 것으로 밝혀졌다(Jainkittivong 등 2009). 따라서 노화가 진행되면서 면역계 질환의 발생 빈도가 높은데, 꾸준한 노니 추출물을 복용한다면 체내 감염성 세균의 감염 비율을 줄일 수 있을 것으로 사료되며, UVB로 인한 피부손상 및 피부질환을 완화(West 등 2009)시키는데 도움이 될 것으로 사료된다.

5. 그 외 노니의 다양한 효과

현재까지 밝혀진 노니 추출물의 기능은 진통제, 항산화, 항암, 항염 외에도 다양하게 존재한다.

노니 추출물은 염증 반응을 억제하는데, 이는 간 효소 활성 증가를 억제함으로써 급성 외인성 화학 물질에 의한 간 손상을 효과적으로 예방하는 것으로 밝혀졌다(Wang 등 2008). 선행연구(Liu 등 1995; Seifert 등 1995; Aniya 등 2005)에서는 carbon tetrachloride(CCl_4)를 투여하여 흰쥐에서 간세포의 손상을 유도한 후, 노니 추출물의 항산화 및 항염 작용으로 lipid peroxides(LPO)(2.3±0.4 nmol/mg)를 중화시킴으로 간세포 보호에 중요한 역할을 한다고 보고하였다. 따라서 노니 추출물은 화학적으로 간 독성에 대한 천연 간 보호 영양제로써 보충제로 활용될 수 있으며, 향후 노니 추출물로 간 손상과 관련된 염증 및 세포 독성 사이토카인에 어떻게 영향을 미치는지에 대해 연구 초점을 맞출 필요가 있다. 노니 추출물은 염증매개물질인 여러 가지 사이토카인의 분비를 촉진하여 면역세포들에서 TNF-α, interleukin-1β, IL-10, IL-12, inerferon-1β, nitric oxide 생성을 증가시키는 것으로 밝혀졌다(Hirazumi & Furusawa 1999). 또한 면역 세포인 B-세포는 노니 추출물에 의해 혈구 응집력이 증가하는 것으로 나타났으며, 노니 추출물은 면역 반응에서도 긍정적인 역할을 하는 것으로 밝혀졌다(Davis & Kuttan 2000; Joharapurkar 등 2003; Prasad 등 2006; Nayak & Mengi 2010).

Nayak 등(2011)은 *in vitro* 연구에서 노니 추출물이 인슐린에 영향을 미쳐 혈당 조절에 관여한다고 보고하였으며, 식물 추출물로써 노니 추출물은 합성 약품의 지속적인 사용으로 인하여 질환자에게 발생할 수 있는 부작용을 보다 안전하게 관리할 수 있을 것이라고 강조하였다. 또한 Kamiya 등(2004)은 노니 추출물의 리그난 성분이 혈액 내 저밀도지단백질(LDLs)의 산화를 감소시킴으로 동맥경화를 예방한다고 보고하였으며, Wang 등(2008)의 연구에 따르면 흡연자들에게 하루에 29.5~188 mL의 노니주스 섭취시킨 결과, 섭취하지 않은 실험군에 비하여 콜레스테롤, 중성지방 및 hs-CRP를 감소시켰다고 보고하였다. 노니 추출물 중 scopoletin은 혈관을 확장시켜 고혈압을 완화시키는데 도움을 주며, serotonin(포유동물의 혈청, 혈소판, 뇌 등에 있는 혈관을 수축시키는 물질)을 차단시키는 기능이 있는 것으로 나타났다(Dittmar A 1993).

Table 4. Antibacterial effect of *Morinda citrifolia* L. (noni)

Year	Result	Reference
1998	The number of *E. coli* O157 represents approximately 6% of the total viable anaerobic bacteria in the control incubations, with no added esculin (flavonid of noni), compared to 0.003% when esculin was added, representing a 2,000-fold decrease in the relative proportion of viable *E. coli* O157 cells	Duncan 등
2009	Methanolic extract of the noni exhibited inhibition against *Trichophyton mentagrophytes* (79.3%), while approximately 50% activity was recorded against *Penicillium*, *Fusarium* and *Rhizopus* species	Jainkittivong 등
2012	Ethanolic extract of mature noni fruit against *K. pneumonia* (21 mm) whereas in methanolic extract of mature noni fruit showed maximum antifungal activity against *A. flavous* (19 mm)	Ramesh 등

Table 5. Biological function of *Morinda citrifolia* L. (noni)

Effects	Result	Reference
Immunity	Gallic acid (noni extract) reduced compound 48/80-or immunoglobulin E (IgE) which induced histamine release from mast cells. The inhibitory effect of gallic acid(noni extract) on the histamine release was mediated by the modulation of cAMP and intracellular calcium	Kim 등(2006)
	In-vivo studies reported oral administration of Tahitian noni juice(1 mg/mL) *ad libitum* for 16 days decreased the production of IL-4 and increased the production of IFN-ɣ	Palu 등(2008)
Liver funtion	The MeOH extract and $CHCl_3$-, EtOAc- from the fruits of *M. citrifolia* were evaluated for their inhibitory activity on copper-induced LDL oxidation by the thiobarbituric acid-reactive substances (TBARS) method. The MeOH extract and EtOAc-soluble phase showed 88 and 96% inhibition, respectively	Kamiya 등(2004)
	Blood serum alanine aminotransferase and aspartate aminotransferase levels were significantly lower in the noni group than the placebo group. Female SD rats, pretreated with 10% placebo for 12 days, caused sequential progressive hepatotoxic lesions over a 24 h period, while a protective effect from 10% noni juice pretreatment was observed	Wang 등(2008)
	Both the groups(treated with *M. citrifolia* juice (2 mL/kg, twice a day) and diabetic standard with hypoglycemic drug, glibenclamide orally for 20 days) exhibited a significant reduction in blood glucose level of 150±15.88 mg/dL and 125±3.89 mg/dL, respectively, as compared to diabetic untreated with FBS=360.0±15.81 mg/dL	Nayak 등(2011)

따라서 노니는 천연생리 활성 물질로 다양한 기능과 역할이 연구되고 있으며, *in vivo*와 *in vitro* 실험을 통해 노니 추출물이 체내에 미치는 영향에 대한 연구는 더 진행되어야 된다고 사료된다.

요약 및 결론

본 연구는 최근 건강 기능성 식품으로 많이 활용되고 있는 노니의 기능과 역할을 선행연구들을 통해 정리하여 알아보고, 인체 내에서 노니의 다양한 역할을 살펴봄으로써 영양학적으로 노니와 질병 관련 연구에 대한 기초 자료로 활용하고자 총설을 작성하였다. 위의 총설에서 언급한 것처럼, 노니 추출물은 체내에서 여러 역할을 수행하며, 주요 입증된 기능적 특성은 여러 질병의 통제와 관련이 있다. 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, 통증완화, 항산화, 항암, 항생제, 항바이러스제, 항진균제, 항종양제, 항돌연변이성 항암제, 진통제 및 면역 강화효과, 간세포 보호 등에 도움을 주며, 이 외에도 다양한 기능과 효과가 있을 것으로 기대된다. 현대 사회를 살아가면서 여러 가지 요인들로 인하여 건강을 위협받는 이 시점에서 노니 추출물은 천연물질로써 합성화합물보다 더 안전한 식품으로 활용될 수 있다. 따라서 노니 추출물이 천연물이라는 장점을 적극 활용하여 앞으로 관련된 연구가 더 많이 수행되어야 하며, 노니 추출물은 건강 기능성 식품으로 과학적 및 영양학적으로 다양한 면에서 활용도가 높을 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 '2018 삼육대학교 교내공모과제 연구비' 지원에 의해 이루어진 것으로 지원에 감사드립니다.

References

Ahmad MS, Sheeba AA, Rai KB. 2012. Cancer preventive effect of *Morinda citrifolia* (noni) fruit juice against the aflatoxin-B_1-induced genotoxicity in human peripheral lymphocytes *in vitro*. *IOSR J Pharm* 2:228-234

Allemann IB, Baumann L. 2008. Antioxidants used in skin care formulations. *Skin Ther Lett* 13:5-9

Aniya Y, Koyama T, Miyagi C, Miyahira M, Inomata C, Kinoshita S, Ichiba T. 2005. Free radical scavenging and hepatoprotective actions of the medicinal herb, *Crassocephalum crepidioides* from the Okinawa Islands. *Biol Pharm Bull* 28:19-23

Baker CL Jr, Ferguson CM. 2005. Future treatment of osteoarthritis. *Orthopedics* 28:227-234

Basar S, Uhlenhut K, Hogger P, Schone F, Westendorf J. 2010. Analgesic and antiinflammatory activity of *Morinda citrifolia*

L. (noni) fruit. *Phytother Res* 24:38-42

Bostrom CE, Gerde P, Hanberg A, Jernstrom B, Johansson C, Kyrklund T, Rannug A, Tornqvist M, Victorin K, Westerholm R. 2002. Cancer risk assessment, indicators, and guidelines for polycyclic aromatic hydrocarbons in the ambient air. *Environ Health Perspect* 110:451-488

Brown AC. 2012. Anticancer activity of *Morinda citrifolia* (noni) fruit: A review. *Phytother Res* 26:1427-1440

Chan-Blanco Y, Vaillant F, Perez AM, Reynes M, Brillouet JM, Brat P. 2006. The noni fruit (*Morinda citrifolia* L.): A review of agricultural research, nutritional and therapeutic properties. *J Food Compos Anal* 19:645-654

Davis L, Kuttan G. 2000. Immunomodulatory activity of *Withania somnifera*. *J Ethnopharmacol* 71:193-200

Dittmar A. 1993. *Morinda citrifolia* L.-Use in indigenous Samoan medicine. *J Herbs Spices Med Plants* 1:77-92

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

Duncan SH, Flint HJ, Stewart CS. 1998. Inhibitory activity of gut bacteria against *Escherichia coli* O157 mediated by dietary plant metabolites. *FEMS Microbiol Lett* 164:283-288

Ettarch RR, Emeka P. 2004. *Morinda lucida* extract induces endothelium-dependent and -independent relaxation of rat aorta. *Fitoterpia* 75:332-336

Farber E. 1984. The multistep nature of cancer development. *Cancer Res* 44:4217-4223

Farine JP, Legal L, Moreteau B, Le Quere JL. 1996. Volatile components of ripe fruits of *Morinda citrifolia* and their effects on *Drosophila*. *Phytochemistry* 41:433-438

Furusawa E, Hirazumi A, Story S, Jensen J. 2003. Antitumour potential of a polysaccharide-rich substance from the fruit juice of *Morinda citrifolia* (noni) on sarcoma 180 ascites tumour in mice. *Phytother Res* 17:1158-1164

Gokce N, Keaney JF Jr, Frei B, Holbrook M, Olesiak M, Zachariah BJ, Leeuwenburgh C, Heinecke JW, Vita JA. 1999. Long-term ascorbic acid administration reverses endothelial vasomotor dysfunction in patients with coronary artery disease. *Circulation* 99:3234-3240

Heinicke RM. 1983. Xeronine, a new alkaloid, useful in medical, food and industrial fields. US Patent 4,409,144

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

Higa I, Fuyama Y. 1993. Genetics of food preference in *Drosophila sechellia*. I. Responses to food attractants. *Genetica* 88:129-136

Hirazumi A, Furusawa E. 1999. An immunomodulatory polysaccharide-rich substance from the fruit juice of *Morinda citrifolia* (noni) with antitumour activity. *Phytother Res* 13: 380-387

Hornick CA, Myers A, Sadowska-Krowicka H, Anthony CT, Woltering EA. 2003. Inhibition of angiogenic initiation and disruption of newly established human vascular networks by juice from *Morinda citrifolia* (noni). *Angiogenesis* 6:143-149

Hulejova H, Baresova V, Klezl Z, Polanska M, Adam M, Senolt L. 2007. Increased level of cytokines and matrix metalloproteinases in osteoarthritic subchondral bone. *Cytokine* 38:151-156

Jainkittivong A, Butsarakamruha T, Langlais RP. 2009. Antifungal activity of *Morinda citrifolia* fruit extract against *Candida albicans*. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 108:394-398

Joharapurkar AA, Zambad SP, Wanjari MM, Umathe SN. 2003. *In vivo* evaluation of antioxidant activity of alcoholic extract of *Rubia cordifolia* Linn. and its influence on ethanol-induced immunosuppression. *Indian J Pharmacol* 35:232-236

Kamiya K, Tanaka Y, Endang H, Umar M, Satake T. 2004. Chemical constituents of *Morinda citrifolia* fruits inhibit copper-induced low-density lipoprotein oxidation. *J Agric Food Chem* 52:5843-5848

Kim SH, Jun CD, Suk K, Choi BJ, Lim H, Park S, Lee SH, Shin HY, Kim DK, Shin TY. 2006. Gallic acid inhibits histamine release and pro-inflammatory cytokine production in mast cells. *Toxicol Sci* 91:123-131

Legal L, Chappe B, Jallon JM. 1994. Molecular basis of *Morinda citrifolia* (L.): Toxicity on drosophila. *J Chem Ecol* 20:1931-1943

Levand O, Larson HO. 1979. Some chemical constituents of *Morinda citrifolia*. *Planta Med* 36:186-187

Li RW, Myers SP, Leach DN, Lin GD, Leach G. 2003. A cross-cultural study: Anti-inflammatory activity of Australian and Chinese plants. *J Ethnopharmacol* 85:25-32

Liu SL, Degli Esposti S, Yao T, Diehl AM, Zern MA. 1995. Vitamin E therapy of acute CCl_4-induced hepatic injury in mice is associated with inhibition of nuclear factor kappa B binding. *Hepatology* 22:1474-1481

Locher CP, Burch MT, Mower HF, Berestecky J, Davis H, Van Poel B, Lasure A, Vanden Berghe DA, Vlietinck AJ. 1995. Anti-microbial activity and anti-complement activity of ex-

tracts obtained from selected Hawaiian medicinal plants. *J Ethnopharmacol* 49:23-32

Mathivanan N, Surendiran G, Srinivasan K, Sagadevan E, Malarvizhi K. 2005. Review on the current scenario of noni research: Taxonomy, distribution, chemistry, medicinal and therapeutic values of *Morinda citrifolia*. *Int J Noni Res* 1:1-16

McClatchey W. 2002. From Polynesian healers to health food stores: Changing perspectives of *Morinda citrifolia* (Rubiaceae). *Integr Cancer Ther* 1:110-120

Mckoy MG, Thomas EA, Simon OR. 2002. Preliminary investigation of the anti-inflammatory properties of an aqueous extract from *Morinda citrifolia* (noni). *Proc West Pharmacol Soc* 45:76-78

Mohd Zin Z, Abdul Hamid A, Osman A, Saari N, Misran A. 2007. Isolation and identification of antioxidative compound from fruit of mengkudu (*Morinda citrifolia* L.). *Int J Food Prop* 10:363-373

Morton JF. 1992. The ocean-going noni, or Indian mulberry (*Morinda citrifolia*, Rubiaceae) and some of its "colorful" relatives. *Econ Bot* 46:241-256

Motshakeri M, Ghazali HM. 2015. Nutritional, phytochemical and commercial quality of noni fruit: A multi-beneficial gift from nature. *Trends Food Sci Technol* 45:118-129

Nayak BS, Marshall JR, Isitor G, Adogwa A. 2011. Hypoglycemic and hepatoprotective activity of fermented fruit juice of *Morinda citrifolia* (noni) in diabetic rats. *J Evidence-Based Complementary Altern Med* p.875293

Nayak S, Mengi S. 2010. Immunostimulant activity of noni (*Morinda citrifolia*) on T and B lymphocytes. *Pharm Biol* 48:724-731

Oh HI, Park HB, Ju MS, Jung SY, Oh MS. 2010. Comparative study of anti-oxidant and anti-inflammatory activities between *Curcumae longae radix* and *Curcumae longae rhizoma*. *Korea J Herbol* 25:83-91

Ohara Y, Peterson TE, Harrison DG. 1993. Hypercholesterolemia increases endothelial superoxide anion production. *J Clin Invest* 91:2546-2551

Palu AK, Kim AH, West BJ, Deng S, Jensen J, White L. 2008. The effects of *Morinda citrifolia* L. (noni) on the immune system: Its molecular mechanisms of action. *J Ethnopharmacol* 115:502-506

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

Pawlus AD, Kinghorn AD. 2007. Review of the ethnobotany, chemistry, biological activity and safety of the botanical dietary supplement *Morinda citrifolia* (noni). *J Pharm Pharmacol* 59:1587-1609

Peter PI. 2007. Clinical research on *Morinda citrifolia* L.- noni. *Noni Cli Res J* 1:4-19

Pirmohamed M, James S, Meakin S, Green C, Scott AK, Walley TJ, Farrar K, Park BK, Breckenridge AM. 2004. Adverse drug reactions as cause of admission to hospital: Prospective analysis of 18 820 patients. *BMJ* 3:15-19

Pitot HC, Sirica AE. 1980. The stages of initiation and promotion in hepatocarcinogenesis. *Biochim Biophys Acta (BBA) Rev Cancer* 605:191-215

Prasad V, Jain V, Dorle AK. 2006. Evaluation of *Momordica charantia ghrita* for immunomodulatory activity. *J Plant Sci* 1:80-85

Punjanon T, Nandhasri P. 2005. Analgesic effect of the alcoholic extract from the fruits of *Morinda citrifolia*. pp.103-106, ISHS Acta Horticulturae 678: III WOCMAP Congress on Medicinal and Aromatic Plants

Ramesh S, Radhakrishnan M, Anburaj R, Elangomathavan R, Patharajan S. 2012. Physicochemical, phytochemical and antimicrobial studies on *Morinda citrifolia* L. fruits at different maturity stages. *Int J Pharm Pharm Sci* 4:473-476

Rethinam P, Sivaraman K. 2007. Noni (*Morinda citrifolia* L.) - the miracle fruit: A holistic review. *Int J Noni Res* 2:4-37

Saludes JP, Garson MJ, Franzblau SG, Aguinaldo AM. 2002. Antitubercular constituents from the hexane fraction of *Morinda citrifolia* Linn. (Rubiaceae). *Phytother Res* 16:683-685

Seifert WF, Bosma A, Hendriks HF, van Leeuwen RE, van Thiel-de Ruiter GC, Seifert-Bock I, Knook DL, Brouwer A. 1995. Beta-carotene (provitamin A) decreases the severity of CCl_4-induced hepatic inflammation and fibrosis in rats. *Liver* 15:1-8

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

Stocker R, Keaney JF Jr, 2004. Role of oxidative modifications in atherosclerosis. *Physiol Rev* 84:1381-1478

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 quails. *Adv Anim Vet Sci* 1:157-160

Swanholm CE, St John H, Scheuer PJ. 1959. A survey for alkaloids in Hawaiian plants. I. *Pac Sci* 13:295-305

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

Vane JR, Botting RM. 1998. Mechanism of action of non-steroidal anti-inflammatory drugs. *Am J Med* 104:2S-8S

Wang M, Kikuzaki H, Csiszar K, Boyd CD, Maunakea A, Fong SF, Ghai G, Rosen RT, Nakatani N, Ho CT. 1999. Novel trisaccharide fatty acid ester identified from the fruits of *Morinda citrifolia* (noni). *J Agric Food Chem* 47:4880-4882

Wang MY, Lutfiyya MN, Weidenbacher-Hoper V, Anderson G, Su CX, West BJ. 2009. Antioxidant activity of noni juice in heavy smokers. *Chem Cent J* 3:13

Wang MY, Nowicki D, Anderson G, Jensen J, West B. 2008. Liver protective effects of *Morinda citrifolia* (noni). *Plant Food Hum Nutr* 63:59-63

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

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

West BJ, Deng S, Palu AK, Jensen CJ. 2009. *Morinda citrifolia* Linn. (Rubiaceae) leaf extracts mitigate UVB-induced erythema. *J Nat Med* 63:351-354

Whistler WA. 1992. Tongan Herbal Medicine. pp.89-90. University of Hawaii Press

Willcox JK, Ash SL, Catignani GL. 2004. Antioxidants and prevention of chronic disease. *Crit Rev Food Sci Nutr* 44:275-295

Xue W, Warshawsky D. 2005. Metabolic activation of polycyclic and heterocyclic aromatic hydrocarbons and DNA damage: A review. *Toxicol Appl Pharmacol* 206:73-93

Yang J, Gadi R, Thomson T. 2011. Antioxidant capacity, total phenols, and ascorbic acid content of noni (*Morinda citrifolia*) fruits and leaves at various stages of maturity. *Micronesica* 41:167-176

Yoo JS, Hwang JT, Yoo ES, Cheun BS. 2004. Study on herbal extract on the noni (*Morinda citriforia*). *Korean J Biotechnol Bioeng* 19:110-112

Yoon JA, Shin KO. 2018. Studies on the biological activity of synbiotics: A review. *Korean J Food Nutr* 31:319-327

Younos C, Rolland A, Fleurentin J, Lanhers MC, Misslin R, Mortier F. 1990. Analgesic and behavioural effects of *Morinda citrifolia*. *Planta Med* 56:430-443

Zin ZM, Abdul-Hamid A, Osman A. 2002. Antioxidative activity of extracts from Mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) root, fruit and leaf. *Food Chem* 78:227-231

Received 11 June, 2019
Revised 29 July, 2019
Accepted 06 August, 2019