

특집: 푸드테크와 식품 정보

식물성 에스트로겐, 리그난 고함유 식품과 정보 현황

김영화^{1*} · 한동엽^{2,3} · 김현웅⁴¹경성대학교 식품생명공학과, ²경북대학교 식품공학부
³경북대학교 농생명융합공학과, ⁴국립농업과학원 식생활영양과

Phytoestrogen, Natural Resources and Database of Lignans

Younghwa Kim^{1*}, Dongyup Hahn^{2,3}, and Heon-Woong Kim⁴¹Department of Food Science and Biotechnology, Kyung Sung University, Korea
²School of Food Science and Biotechnology, Kyungpook National University, Korea
³Department of Integrative Biology, Kyungpook National University, Korea
⁴Food and Nutrition Division, National Institute of Agricultural Sciences, Korea

서 론

스 현황에 대하여 논하고자 한다.

리그난(lignan)은 두 개의 페닐프로판노이드(phenylpropanoid, C6-C3) 단위체가 프로판 측쇄의 베타 위치 탄소들끼리(8번-8'번 탄소간) 짝지음 반응으로 생성되는 페놀화합물로서, shikimate 합성 경로를 통해 식물에서만 생합성되는 것으로 알려져 있다(1)(그림 1). 이러한 리그난은 식물의 목질부, 뿌리, 잎, 꽃, 종자에서 모두 발견되며 유리형 또는 배당체 형태로 수백 종의 화합물이 보고되어 있다. 리그난의 대표적인 형태는 pinoresinol(Pino), lariciresinol(Lari), secoisolariciresinol(Seco), hydroxymatairesinol(HMR), syringaresinol(Syr), matairesinol(Mat) 등이 있다(2). 최근 리그난은 식물성 에스트로겐의 활성과 항암 작용 등으로 인해 많은 관심을 받고 있다. 따라서 본 논문에서는 리그난을 함유한 식품 소재와 리그난 데이터베이스

리그난의 건강상 중요성

식품 중 리그난은 주로 콩, 아마씨 등의 다양한 종자류와 과일, 채소, 차, 초콜릿 등에서 발견된다. 특히 전곡물이나 종자류에 다량 함유되어 있고, 채소 및 과일류(아스파라거스, 포도, 키위, 레몬, 오렌지, 파인애플 및 포도주, 커피, 차 및 귀리)는 상대적으로 적게 함유된 것으로 알려져 있다(3). 반면, 동물성 식품에는 리그난이 거의 함유되어 있지 않는 것으로 보고되어 있다. 리그난은 페놀화합물로서 구조 특성상 강한 항산화 활성(라디칼 소거능), 식물성 에스트로겐(phytoestrogen)으로서의 활성이 있으며 건강기능성 소재의 유효성분으로서의 잠재력이 있는 것으로 알려져 있다(4). 식물성 에스트로겐은 화학적 구조와 생체 합성 측면에서 리그

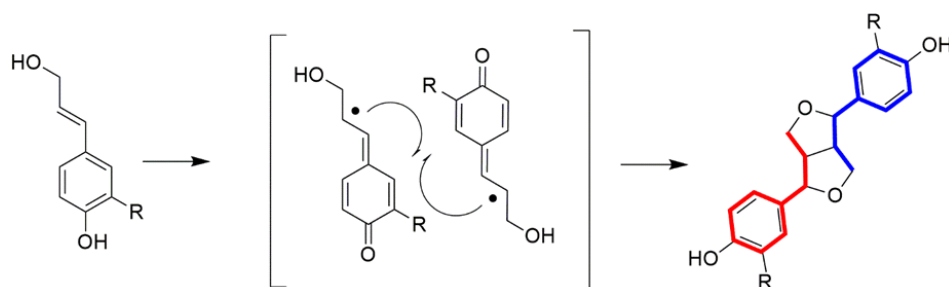


그림 1. 리그난의 생합성 과정.

*Corresponding author. E-mail: younghwakim@ks.ac.kr

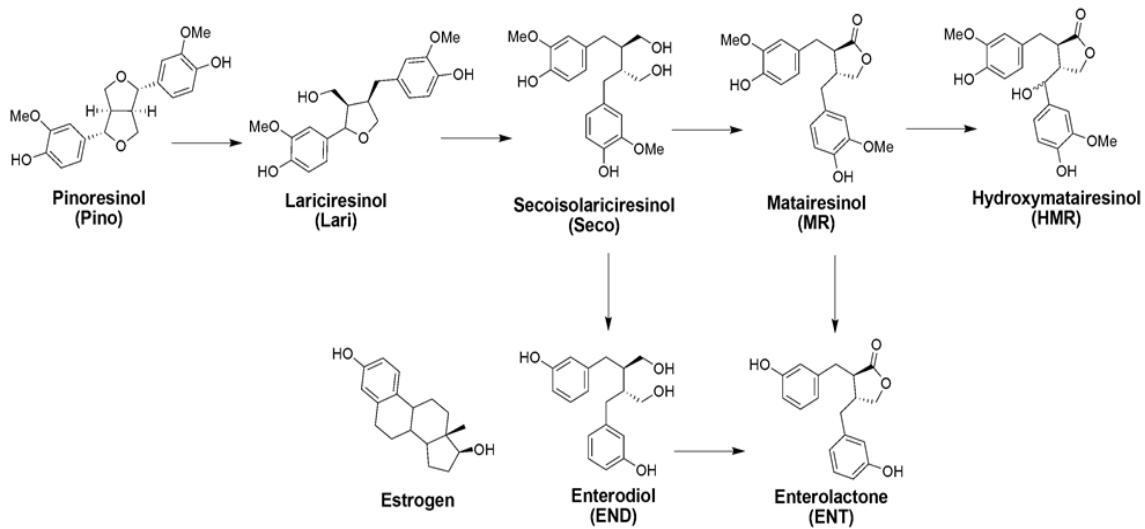


그림 2. 주요 리그난 및 엔테로리그난의 구조와 생성 과정.

난, 플라보노이드(flavonoid), 칼콘(chalcone), 스틸베노이드(stilbenoid) 등의 그룹으로 분류된다. 천연 리그난 자체는 에스트로젠 수용체를 활성화시키는 성질이 약한 것으로 알려져 있으나, 리그난의 장내 대사물인 enterodiol(END) 또는 enterolactone(ENT) 등의 엔테로리그난(enterolignan)은 체내에서 에스트로젠을 모사하는 성질을 갖는 것으로 보고되어 있다(5)(그림 2). 따라서 천연 리그난은 엔테로리그난들로 전환되어 식물성 에스트로젠으로서 암 예방, 안면 홍조 등의 갱년기 증상 완화, 혈당 조절, 갑상선 기능 개선, 심혈관 건강 증진에 도움을 줄 수 있다는 보고가 있다(6). 그뿐만 아니라 리그난은 심혈관질환 완화 및 골 질환에 대한 예방 효과 등이 보고되어 있어 건강상 이점이 다양한 물질로 각광받고 있다(7-9).

참깨의 리그난

참깨(*Sesamum indicum* L.)는 참깨과(Pedaliaceae)의 단년생 식물로 우리나라를 비롯하여 전 세계적으로 널리 재배하고 있다. 참깨의 성분은 지질 44~58%, 단백질 18~25%, 탄수화물 13.5%, 회분 5%로 구성되어

있으며, 이 중 sesamin, sesamolin, sesamol, Pino와 같은 리그난 화합물은 참깨의 항산화 작용과 생리활성 작용에 기여한 것으로 알려져 있다(10)(그림 3). 특히, sesamin과 sesamolin은 참깨에 함유된 주요 리그난으로 참기름의 산패를 억제하여 저장 안정성을 향상시키고, 면역기능 강화, 간세포 보호 및 해독 작용 등의 효과를 나타내는 것으로 보고된다(11). 농촌진흥청은 현재 150여 품종의 참깨를 육성하였으며, 리그난의 함량이 높은 참깨 품종을 개발하고 있다. 이 중 “밀양 74호” 품종은 리그난 함량이 일반 참깨에 비하여 4배 가량 증가한 품종으로 sesamin과 sesamolin의 함량이 17.0 mg/g인 것으로 알려져 있다(12). 그뿐만 아니라 이를 활용하여 리그난 함량이 높은 참기름이 상품으로 시중에 판매 중이다. “밀양 74호” 참기름을 섭취한 동물모델은 대조군에 비하여 뇌세포의 손상을 예방하고 재생을 촉진하는 효과가 있으며, 인지기능 개선 작용도 뛰어난 것으로 나타나 있다(12)(그림 4).

오미자의 리그난

오미자(*Schisandra chinensis*(Turcz.) Baill.)는 우

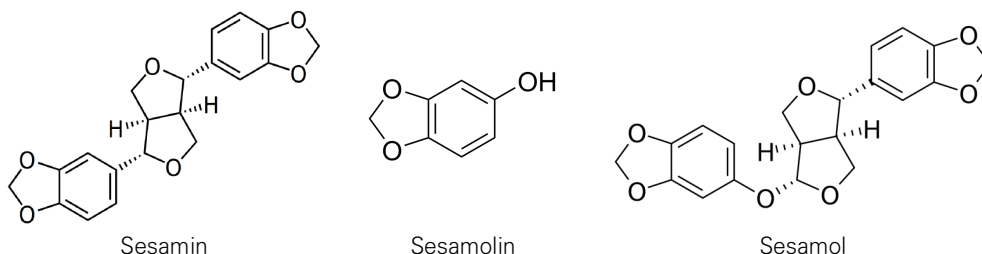


그림 3. 참깨에 함유된 주요 리그난.

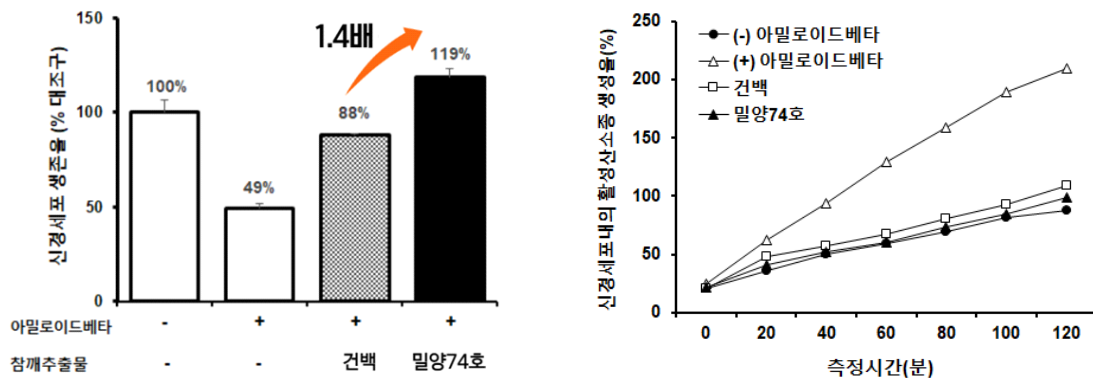


그림 4. "밀양 74호"의 신경세포 보호 효과. 출처: 농촌진흥청 보도자료.

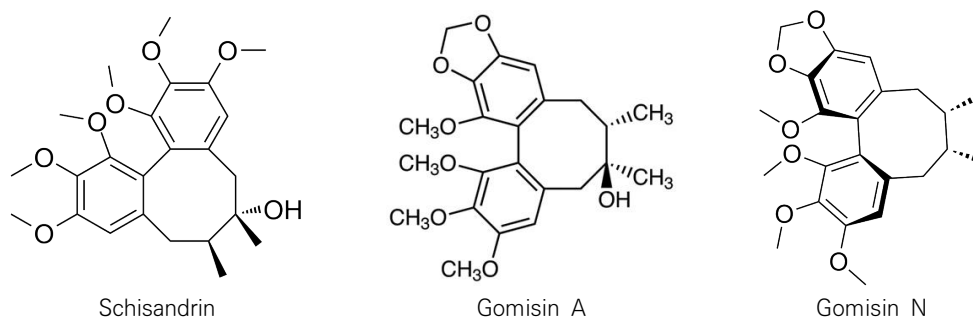


그림 5. 오미자에 함유된 주요 리그난.

리나라를 비롯하여 동북아시아에서 자라는 열매 덩굴성 식물로, 예로부터 열매를 식품 및 약재로 사용하고 있다. 오미자의 과실은 단맛, 신맛, 짠맛, 쓴맛, 떫은맛의 5가지 맛이 나는 것이 특징이다. 오미자의 과실은 약재로써 전신쇠약, 피로, 신경쇠약 등에 효능을 나타내는 것으로 알려져 있다(13). 최근 연구에 따르면 오미자는 항산화, 알츠하이머 질병 예방, 항당뇨, 간세포 보호 및 간 기능 회복 등의 효과를 나타내는 것으로 알려져 있다(14-16). 오미자에 함유된 주성분으로는 schizandrins A-C, gomisins A-H, gomisins J-K, gomisin N 등의 리그난과 wuweizidilactones G-H, schindilactones A-G, wuwerizilactone acid 등의 triterpenoid로 알려져 있다(17)(그림 5). 현재 우리나라에서 생산되는 오미자는 경상북도 문경에서 재배된 것이 45% 가까이 차지하는 것으로 알려져 있다. 문경시는 오미자 산업 특구로 지정되어 연간 1,500톤의 오미자를 생산하고 있다(18,19)(그림 6). 오미자는 리그난을 상당량 함유하고 있기에 갱년기 여성 건강에 도움을 주는 건강기능식품의 기능성 원료로 인정되고 있다(20). 이는 리그난 화합물인 schizandrin, gomisin A, gomisin N을 지표물질로 활용하고 있다. 그뿐만 아니라 오미자 추출물에 함유된 schisandrin은 근력 개선에 대한 효능으로 개별인정형 기능성 원료로 인정받아

문경오미자산업 현황(2016년은 잠정, 자료:문경시)

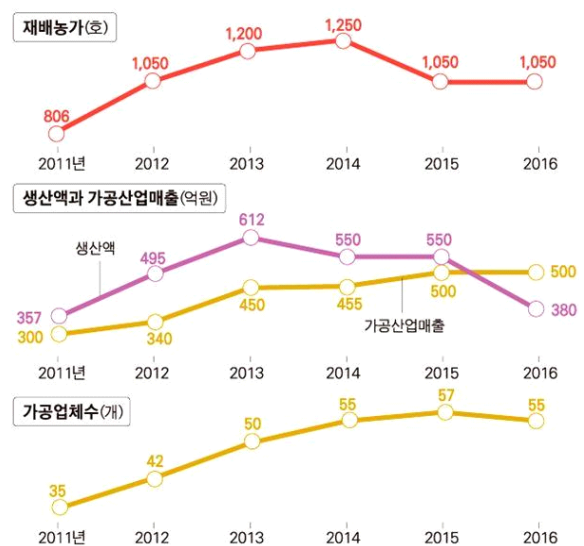


그림 6. 경상북도 문경시 오미자 산업 현황. 출처: 한국일보.

건강기능 식품이 출시되고 있다.

아마씨의 리그난

아마는 중앙아시아가 원산지인 1년생 초본으로, 카자흐스탄, 러시아, 캐나다 및 뉴질랜드가 주요 생산국

표 1. 아마씨 기름에 함유된 주요 지방산 조성

Fatty acid	Percentage (%) (Range)
Palmitic acid (C16:0)	4.90~8.00
Stearic acid (C18:0)	2.24~4.59
Oleic acid (C18:1)	13.44~19.39
Linoleic acid (C18:2) (ω -6)	12.25~17.44
α -Linolenic acid (C18:3) (ω -3)	39.90~60.42

출처: Goyal 등, 2014(22).

이다. 전 세계 생산량은 연간 340만 톤으로 추정되며, 이중 캐나다에서 연간 100만 톤 이상의 아마씨를 수출하고 있다. 리그난은 북미와 유럽에서는 식품으로 섭취하고 있으나, 우리나라를 비롯한 아시아 국가에서는 섭취가 저조한 편이지만 건강상 이로운 점으로 인해 관심이 증가하고 있다. 아마씨에는 secoisolariciresinol diglucoside(SDG)의 함량이 높은 것으로 알려져 있으며, 그 외 Lari, isolariciresinol, 7-HMR, Mat, Pino, arctigenin, Syr, asarinin 등이 함유된 것으로 보고되어 있다(21). 이들 리그난은 동물이 섭취 후 장내 미생물 군총에 의해서 END와 enterolactone으로 전환된 후 흡수되며, 에스트로젠 활성을 나타내는 것으로 알려져 있다(1). 그뿐만 아니라 아마씨에는 α -linolenic acid(식물성 오메가-3 지방산)의 함량이 풍부하여 기능성 식품 소재로 각광받고 있다(22)(표 1). 현재 캐나다산 아마씨 유래 리그난을 활용한 여성 갱년기증상 개선용 기능성 식품개발이 이루어져 있고, 아마씨를 원료로 한 건강기능식품이 다양하게 출시되고 있는 현황이며, 이들을 활용한 연구 개발은 더욱 확대될 전망이다.

식품의 리그난 데이터베이스 현황

국외 리그난 데이터베이스의 현황은 일부 국가에서만 이루어졌으며, 2003년 핀란드에서 리그난을 포함하여 phytoestrogen 데이터베이스 구축을 시작하였으며, 주요 국가에서 구축된 리그난 데이터베이스 현황은

표 2. 각국의 리그난 데이터베이스 구축 현황

나라	품목 (개)	분석항목					
		Seco	Mat	Lari	Pino	Syr	Med
일본	86	O	O	O	O	O	O
스페인	593	O	O	O	O	O	O
캐나다	121	O	O	O	O		
네덜란드	109	O	O	O	O		
핀란드	180	O	O				
영국	496	O	O				

표 2와 같다.

프랑스의 INRAE(France's National Research Institute for Agriculture, Food and Environment)를 필두로 제공하고 있는 Phenol-Explorer 3.6에는 332개 식품에서 29종의 리그난을 분석한 데이터베이스를 구축하고 있다(23). 일본도 2008년 채소류 34 품목, 구근류 16 품목, 버섯 3 품목, 과일류 16 품목, 두류 4 품목, 대두 가공식품 6 품목, 곡물 가공식품 4 품목, 동물성 식품 3 품목 등 총 86개 식품에서 주요 리그난 6종(Seco, Mat, Lari, Pino, Syr, medioresinol(Med))을 정량 분석하여 데이터베이스를 구축하였다. USDA에서는 미국 내 유통 소비되는 식품 중 506품목에 대한 플라보노이드(26종) 및 560품목에 대한 이소플라본(5종)의 데이터베이스를 구축하여 온라인을 통해 제공하고 있으나, 리그난에 관한 정보는 매우 제한적이다(24). 유럽 및 미국 등은 데이터 기반 국민 건강 식생활 지원을 위하여 자국 농산물의 기능성분 데이터베이스를 구축하고 지속적으로 갱신, 공개하여 국민 건강 식생활 개선에 필요한 정보를 제공하고 고부가가치 식품 개발 등 관련 산업 지원 용도로 활용 중이다. 특히, 캐나다는 FooDB에 리그난을 포함한 28,000여 개의 화합물 정보를 구축하고 있으며, 유럽연합은 기능성분 데이터베이스인 Phenol-Explorer를 구축하여 2009년 version 1.0에서 polyphenol 데이터를 제공하기 시작하였고, 리그난, 폴리페놀 및 플라보노이드 화합물에 대한 함량 정보를 제공하고 있다(그림 7).

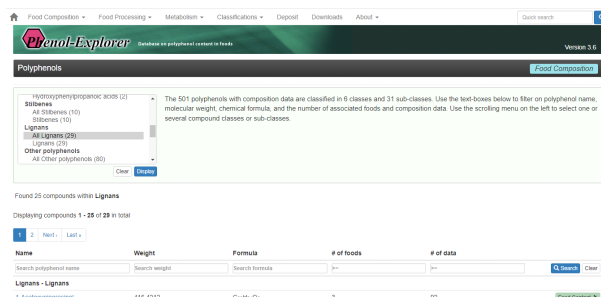
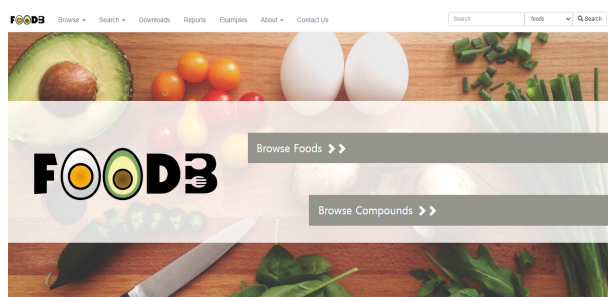


그림 7. 캐나다의 FooDB(좌) 및 EU의 Phenol-Explorer(우).



그림 8. 우리나라 기능성분 데이터베이스(농촌진흥청 농식품올바로).

국의 리그난 데이터베이스의 식품 품목과 분석 항목은 나라별로 차이가 있으며, 다른 영양성분 및 기능성분에 비하여 리그난 데이터베이스는 매우 미흡한 실정이다. 세계 각국은 각 나라의 실정에 맞고, 그 지역의 대표적 식문화를 바탕으로 하는 식품군에 대하여 체계적 분석법 개발, 분석법 검증, 식품에 함유된 함량의 총체적 평가 등 국가별 실정에 맞는 유용 데이터베이스화 작업을 이룬 실정이므로, 우리나라에서도 우리 농식품자원에 대한 기능성분 데이터베이스를 구축하여, K-농식품자원의 잠재성을 개발할 필요성이 있다. 이로 인하여 2022년부터 농촌진흥청은 우리나라 농식품자원에 함유된 리그난의 함량 정보를 구축하기 위한 연구를 수행하고 있으며, 리그난의 함량 및 조성에 관한 정보는 향후 농촌진흥청의 “농식품올바로” 홈페이지에 제공될 예정이다(그림 8).

과거에 비해 건강 및 식품 소재에 대한 관심 증대로 우리나라에서 소비되는 농식품자원의 기능성분에 관한 데이터의 데이터베이스 구축은 필요한 실정이다. 우리 한식은 식물성 식품이 많고 식물성 식재료가 다양하므로, 우리나라 국민들이 섭취하는 식품 중 함유된 리그난 정보를 확보하는 것은 국민건강증진을 위해 필요한 것으로 판단된다. 현재 우리나라 농식품자원의 리그난 정보는 일부 식품에 대하여 수행된 바는 있으나, 데이터베이스화된 것은 전무하며, 분석이 수행된 식품의 종류도 매우 제한적인 실정이다. 따라서 기능성분이 함유된 식품의 품목과 종류도 다르기에 우리나라 국민들의 다빈도·다소비 식품과 리그난 고함유 식품에 함유된 리그난을 정량 및 정성 분석하여 데이터베이스를 구축

하는 것은 당면한 과제로 판단된다.

결론

국민들이 식품에 대한 이해와 건강에 대한 관심도가 점점 높아져 소비자들은 다양한 식품에 대한 섭취에 있어서 식품의 품질뿐만 아니라, 영양적인 측면에서 보다 자세하고 신뢰성 있는 정보를 기대하고 있다. 농산식품의 선별 및 등급화 과정을 통하여 만들어지는 영양표시는 국민건강 및 영양 정책에 대한 대표성 및 신뢰성을 확보할 수 있는 농산식품에 대한 식품영양성분 데이터베이스(DB) 구축에 중요하게 적용될 뿐만 아니라, 자유무역협정에 따라서 점점 극심해지고 있는 수입 개방에 대해 우리나라 농산식품이 생존할 수 있는 대처 방안이 될 수 있을 것으로 생각된다. 리그난은 식물성 에스트로겐으로 기능적으로 잠재성이 뛰어나며 지속적으로 이를 활용한 상품 개발이 이뤄질 것으로 기대된다. 그러나 현재 우리나라에서 소비하고 있는 식품의 리그난 함량 정보는 매우 부족한 상황이다. 우리나라 국민들이 많이 소비하는 참기름 또는 오미자와 같은 리그난 함량이 높은 식품을 활용한 기능성 식품의 개발을 위해서는 정확한 함량정보를 구축할 필요가 있다. 농촌진흥청에서는 리그난의 함량정보를 구축하기 위한 연구를 수행하고 있다. 우리나라 국민들이 자주 섭취하는 다소비 및 다빈도 식품에 함유된 리그난 정보를 알기 위하여 2022년부터 리그난 데이터베이스를 구축하고 있다. 우리나라 국민들이 자주 섭취하는 식품에 함유된 리그난 정보를 구축하여 이를 활용한 다양한 기능성 식품이 개

발되길 기대해 본다.

참고문헌

- Peterson J, Dwyer J, Adlercreutz H, Scalbert A, Jacques P, McCullough ML. Dietary lignans: physiology and potential for cardiovascular disease risk reduction. *Nutr Rev*. 2010. 68:571-603.
- Bagniewska-Zadworna A, Barakat A, Łakomy P, Smoliński DJ, Zadworny M. Lignin and lignans in plant defence: insight from expression profiling of cinnamyl alcohol dehydrogenase genes during development and following fungal infection in *Populus*. *Plant Sci*. 2014. 229:111-121.
- Cederroth CR, Auger J, Zimmermann C, Eustache F, Nef S. Soy, phyto-oestrogens and male reproductive function: a review. *Int J Androl*. 2010. 33:304-316.
- Heinonen S, Nurmi T, Liukkonen K, Poutanen K, Wähälä K, Deyama T, et al. In vitro metabolism of plant lignans: new precursors of mammalian lignans enterolactone and enterodiol. *J Agric Food Chem*. 2001. 49:3178-3186.
- Cornwell T, Cohick W, Raskin I. Dietary phytoestrogens and health. *Phytochemistry*. 2004. 65:995-1016.
- Penttinen P, Jaehrling J, Damdimopoulos AE, Inzunza J, Lemmen JG, van der Saag P, et al. Diet-derived polyphenol metabolite enterolactone is a tissue-specific estrogen receptor activator. *Endocrinology*. 2007. 148:4875-4886.
- Adlercreutz H, Mazur W. Phyto-oestrogens and Western diseases. *Ann Med*. 1997. 29:95-120.
- Setchell KD. Phytoestrogens: the biochemistry, physiology and implications for human health of soy isoflavones. *Am J Clin Nutr*. 1998. 68:1333S-1346S.
- Kang MH, Naito M, Sakai K, Uchida K, Osawa T. Mode of action of sesame lignans in protecting low-density lipoprotein against oxidative damage in vitro. *Life Sci*. 2000. 66:161-171.
- Makinde FM, Akinoso R. Comparison between the nutritional quality of flour obtained from raw, roasted and fermented sesame (*Sesamum indicum* L.) seed grown in Nigeria. *Acta Sci Pol Technol Aliment*. 2014. 13:309-319.
- Wu S, Wang L, Shu F, Cao W, Chen F, Wang X. Effect of refining on the lignan content and oxidative stability of oil pressed from roasted sesame seed. *Int J Food Sci Technol*. 2013. 48:1187-1192.
- 농촌진흥청. 리그난 함량 약 4배 높은 국산 참깨 신품종('밀양74호') 개발. 보도자료. 2022 Nov 24 [cited 2023 Jun 30]. Available from: <https://www.korea.kr/briefing/pressReleaseView.do?newsId=156538312#pressRelease>
- Lee JS. Literature review on the Omija activities in the Dongeuibogam. *J East Asian Soc Diet Life*. 1995. 5:1-6.
- Choi SR, Kim CS, Kim JY, You DH, Kim JM, Kim YS, et al. Changes of antioxidant activity and lignan contents in *Schisandra chinensis* by harvesting times. *Korean J Med Crop Sci*. 2011. 19:414-420.
- Mocan A, Zengin G, Crişan G, Mollica A. Enzymatic assays and molecular modeling studies of *Schisandra chinensis* lignans and phenolics from fruit and leaf extracts. *J Enzyme Inhib Med Chem*. 2016. 31:200-210.
- Han CK, Seong KS, Lee KW, Park SS, Jeong JY, Kim SS. Effects of Omija (*Schizandra chinensis* Baillon) concentrate on blood alcohol clearance and hepatoprotective function in rats induced by acute ethanol intoxication and chronic ethanol treatment. *J Korean Soc Food Sci Nutr*. 2014. 43:1139-1147.
- Koo DC, Suh WS, Baek SY, Shim SH. Quantitative determination of lignans from *Schizandra chinensis* by HPLC. *Kor J Pharmacogn*. 2011. 42:233-239.
- 성지은. 문경 오미자 산업의 발전과정과 산업혁신 네트워크 분석. 한국농촌경제연구원 연구자료. R748-2. 2015. p 6-7.
- 추종호. 오미자 재배의 최적지... "가공산업도 키워 1000억 매출 올려요". 한국일보. 2017 Jul 7 [cited 2023 Jun 30]. Available from: <https://m.hankookilbo.com/News/Read/201707070415407195>
- 식품의약품안전처. 건강기능식품 검색. [cited 2023 Jun 30]. Available from: <https://www.foodsafetykorea.go.kr/port al/healthyfoodlife/searchHomeHFDdetail.do?prdlstReportLedgNo=2017021000218248>
- Mason JK, Thompson LU. Flaxseed and its lignan and oil components: can they play a role in reducing the risk of and improving the treatment of breast cancer?. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2014. 39:663-678.
- Goyal A, Sharma V, Upadhyay N, Gill S, Sihag M. Flax and flaxseed oil: an ancient medicine & modern functional food. *J Food Sci Technol*. 2014. 51:1633-1653.
- Phenol-Explorer. Lignans. [cited 2023 Jun 30]. Available from: <http://phenol-explorer.eu/compounds>
- USDA. Ag Data Commons. [cited 2023 Jul 10]. Available from: <https://data.nal.usda.gov/search/type/dataset>