

총 설

로즈힙의 영양학적 기능 및 생리활성에 대한 문헌적 고찰

정태환<sup>1</sup> · 황효정<sup>1</sup> · 신경옥<sup>1,\*</sup>  
<sup>1</sup>삼육대학교 식품영양학과

The nutritional functions and physiological activities of  
rose hip (*Rosa canina* fruits): A systematic review

Tae-Hwan Jung<sup>1</sup>, Hyo-Jeong Hwang<sup>1</sup>, and Kyung-Ok Shin<sup>1,\*</sup>  
<sup>1</sup>Department of Food and Nutrition, Sahmyook University

**Abstract** This study was conducted to investigate the efficacy of rose hip utilization on various diseases. Rose hips are produced on a shrub native to Europe, and have been used for medicinal purposes and nutritional supplementation for centuries. It is rich in minerals, vitamins, and various functional compounds, including calcium, magnesium, phosphorus, potassium, selenium, vitamin B, vitamin C, and vitamin E, quercetin, catechin,  $\beta$ -carotene,  $\beta$ -sitosterol, polyphenol, flavonoid, taxifolin, ellagic acid, and salicylic acid. Extracts and powders of rose hips have been reported to contain antioxidant, free radical scavenging, and anti-inflammatory activity, and exert beneficial effects including amelioration of osteoarthritis, body fat reduction, anti-obesity activity, anti-bacterial activity, antidiabetic properties, and anti-cancer activity. Therefore, rose hips as a functional natural food may be considered effective for use in treating diseases including obesity, diabetes, osteoporosis, cardiovascular disease, and cancer.

**Keywords:** rose hip, antioxidant, osteoarthritis, anti-inflammatory, antiobesity

서 론

로즈힙(*Rosa canina*)은 주로 유럽이나 남미지역에서 서식하는 장미과나무의 열매로 학명은 *Rosa canina*이며, 봄에 열매가 맺기 시작해 늦은 여름에서 초가를 정도에 성숙해진다(Nam 등, 2012). 로즈힙은 생산지, 기후 및 토양의 성질 등 성장 조건에 따라서 기능성 성분들의 함량이 변화될 수 있지만, 일반적으로 칼슘, 철, 마그네슘, 망간, 인, 칼륨, 셀레늄, 아연 등의 무기질 성분과 비타민 A, 비타민 B, 비타민 C, 비타민 E, 비타민 P 등 다양한 비타민 성분들이 풍부하게 함유되어 있으며, 특히 비타민 C의 함량은 레몬의 60배 수준으로 함유되어 있다고 보고되었다(Georgieva 등, 2014). 또한 로즈힙은 인체에 유용한  $\beta$ -카로틴,  $\beta$ -시토스테롤, 카테킨, 라이코펜, 폴리페놀, 플라보노이드, 프로안토시아닌, 퀘르세틴, 타키펠린, 엘라그산 및 살리실산 등의 기능성 성분이 다량 함유되어 있어(Angelov 등, 2014; Czyzowska 등, 2015; Kim과 Ko, 2013; Montazeri 등, 2011; Ozdemir 등, 2022) 항산화 효과가 매우 뛰어난 것으로 보고되었다(Ozturk와 Ercisli, 2011; Rovna 등, 2020).

로즈힙의 뛰어난 영양학적 기능성들이 알려지면서 유럽과 미국에서는 오랫동안 차, 비타민 C 보충제, 식품 및 의약품 등으로 활용하면서 수 세기 동안 영양보충 및 의학적인 목적으로 로즈

힙을 사용해 왔다(Choi, 2009; Cunja 등, 2015). 유럽에서는 수프, 시럽, 젤리, 요거트, 마멀레이드, 알코올 음료, 빵 및 허브티 등 다양한 식품에 로즈힙을 첨가하여 활용하고 있다(Boz와 Karaoglu, 2013; Taneva와 Panyotov, 2019; Yildiz와 Alpaslan, 2012). Winther 등(2016)과 Kerasioti 등(2019)은 하루에 2-5 g 정도의 로즈힙 분말을 꾸준히 섭취할 경우 로즈힙의 다양한 기능성 성분들로 인해 통풍, 항산화 효과, 항염 효과, 항비만 효과, 항당뇨 효과 및 항암 효과 등 매우 다양한 측면에서 건강에 도움이 된다고 보고하였다. 또한 Ghendov-Mosanu 등(2018)과 Cendrowski 등(2020)은 로즈힙 분말이 대장균, 살모넬라균, 리스테리아균, 황색포도상구균 및 녹농균 등의 다양한 병원성 균주들을 대상으로 항균 효과를 나타냈다고 보고하였으며, 그람 음성균주들과 비교하여 그람 양성균주들에 대한 항균효과가 더 뛰어나다고 보고하였다. 인체에 대한 유익한 기능성을 활용하기 위해 로즈힙은 분말 또는 추출물의 형태로 사용되고 있으며(Chrubasik-Hausmann 등, 2014), Cojocari 등(2019)은 소시지를 제조할 때 로즈힙 분말을 첨가할 경우 식품의 오염을 유발할 수 있는 미생물들의 성장이 억제되었다고 보고하였으며, 로즈힙 분말이 첨가된 유제품류도 미생물로 인해 발생될 수 있는 식품 오염에 대한 저항성이 증가했다고 보고되었다(Marmol 등, 2017; Sturza 등, 2019). 또한 Lattanzio 등(2011)은 로즈힙 추출물이 갖고 있는 항염증 특성을 활용하여 염증성 질병을 예방 및 개선할 수 있는 치료 보조제로 사용될 수 있다고 보고하였다.

로즈힙의 효능에 대한 많은 연구결과들이 보고되면서 로즈힙을 이용한 다양한 상품들이 판매되고 있으며, 특히 미국이나 유럽의 회사들은 로즈힙에서 비타민 C 등을 포함한 다양한 기능성 물질들을 추출하여 건강을 개선하기 위한 영양제 제품으로도 판매하고 있다. 로즈힙의 효과를 조사하기 위한 논문들은 지속적으로

\*Corresponding author: Kyung-Ok Shin, Department of Food and Nutrition, Sahmyook University, Seoul 01795, Korea  
Tel: +82-2-3399-1657  
Fax: +82-2-3399-1655  
E-mail: skorose@syu.ac.kr  
Received June 3, 2022; revised August 10, 2022;  
accepted August 10, 2022

로 보고되고 있으나, 로즈힙의 영양학적 기능 및 효능에 대한 내용을 체계적으로 정리하여 보고된 논문들은 매우 미흡하다.

따라서 본 총설은 로즈힙의 기능성에 대하여 보고되었던 선행 연구 결과들을 조사하여 로즈힙의 영양학적 기능 및 효능을 체계적으로 정리하기 위해 작성하였다.

## 재료 및 방법

본 논문은 로즈힙에 대하여 3단계로 나누어 총설(systematic review)을 작성하였다. 첫 번째 단계는 로즈힙에 대한 정의 및 내용을 계획하고 문헌들을 검색하여 자료들을 분석하였다. 두 번째 단계는 선정된 문헌들의 연구내용을 토대로 내용을 서술하였다. 세 번째 단계는 본 총설에서 중점적으로 다루고자 했던 내용들을 객관적으로 분석하고, 해석하였으며, 결론을 추론하였다(Shin과 Kwun, 2016). 총설을 작성하기 위해 검색했던 문헌들과 연구 결과들을 정리했던 기간은 2022년 1월 1일부터 2022년 5월 31일까지 이루어졌으며, 문헌 검색의 데이터베이스로는 Pubmed (50편), google scholar (6편) 및 ScienceON (16편) 등을 활용하였다. 문헌 검색은 'rose hip, antioxidant, osteoarthritis, anti-inflammatory, antiobesity' 등의 키워드 및 이와 관련된 용어들을 사용해서 진행하였고, 총 72편의 논문을 기반으로 본 총설을 작성하였다.

## 결과 및 고찰

### 로즈힙의 중요 영양소 성분

로즈힙의 중요 영양소 성분으로는 안토시아닌, 페놀산(하이드록시벤조산, 하이드록시신남산), 탄닌(가수분해성 탄닌 및 엘라그이탄닌), 플라비놀, 플라보노이드(디하이드로칼콘), 스틸베노이드, 카로티노이드, 클로린, 유기산, 당, 지방산, 갈락토피드(모노갈락토실디아실 글리세롤), 토코페롤 및 비타민 C 및 무기질(N, P, K, Ca, Mg 및 Zn) 등이 보고되었다(Ayati 등, 2018). 최근 로즈힙 추출물이 건강에 미치는 영향의 중요성이 강조되면서 전 세계적

으로 소비자들에게 이슈가 되고 있다. 본 연구에서는 위에서 제시한 로즈힙의 다양한 영양성분 중에서 특히 로즈힙 추출물에서 강조되고 있으며, 국내 소비자들에게 가장 중요시 되고 있는 몇 가지 영양성분을 다음과 같이 순서대로 제시하였다(Table 1). 또한 티리로시드, 필로퀴논 및 루비잔틴의 구조식은 Fig. 1에 제시하였다.

### 티리로시드(Tiliroside)

티리로시드는 플라보노이드 성분 중 하나로 식물의 과일, 뿌리, 잎 등에 분포한다(Grochowski 등, 2018). 티리로시드는 체내에서 항산화, 항염증 및 간을 보호하는 특성이 있으며, 특히 로즈힙의 핵심 생리활성 물질로써 지방 대사를 촉진시켜 체내에서 지방이 축적되는 것을 억제하면서 지방의 연소를 유도하기 때문에 체지방을 감소시키는데 효과가 있다고 보고되었다(Nagatomo 등, 2013). 또한 티리로시드는 NF-κB (nuclear factor kappa-light-chain-enhancer of activated B cells) 및 p38 MAPK (p38 mitogen-activated protein kinase) 신호 전달 경로의 TRAF-6 (tumor necrosis factor receptor associated factor 6) 매개 활성화와 관련된 메커니즘을 통해 BV2 미세아교세포에서 신경염증을 억제하는 항산화 특성이 강한 것으로 알려져 있다(Velagapudi 등, 2014). 특히 로즈힙에 함유된 티리로시드는 *Salmonella typhimurium* TA98, TA100, TA1535, TA1537 및 *Escherichia coli* WP2 uvrA 균주의 역돌연변이 테스트에서 유전자 돌연변이를 유도하지 않았으며, 배양된 중국 햄스터 폐(CHL/IU) 세포에서 염색체 이상을 유도하지 않았다고 보고되었다(Nagatomo 등, 2018).

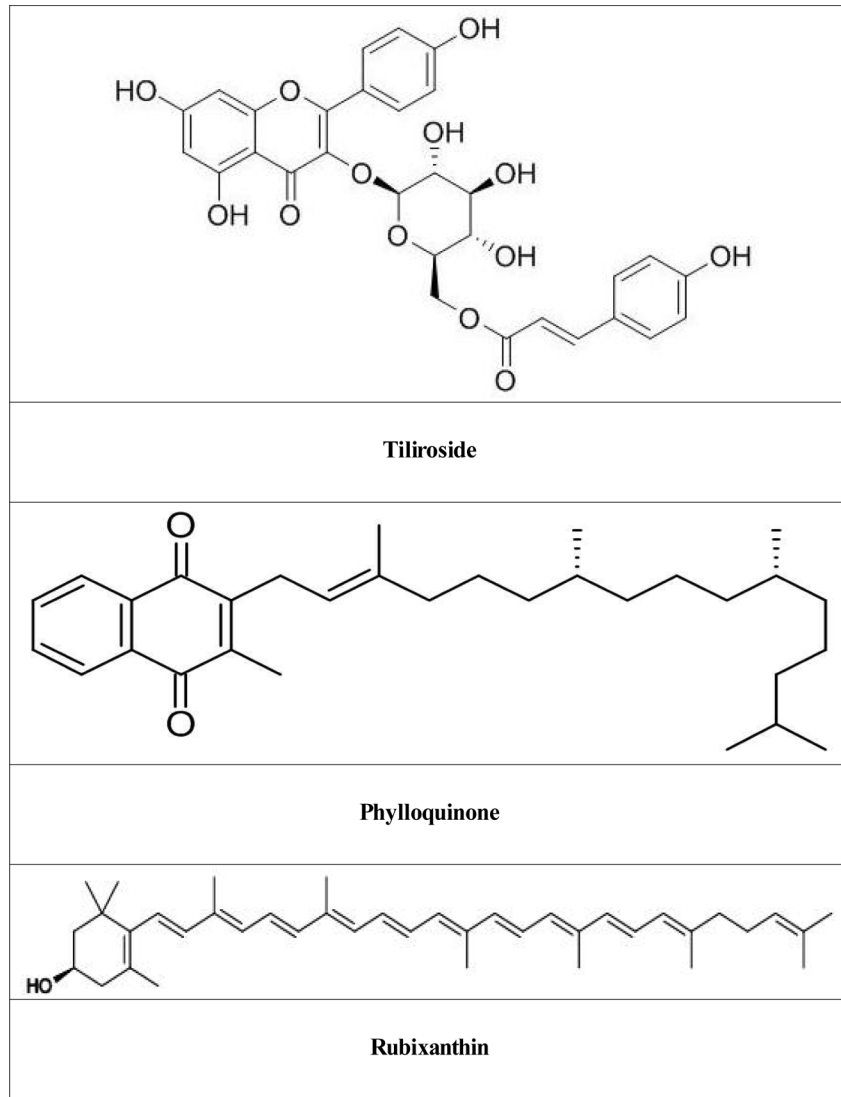
### 필로퀴논(Phylloquinone)

필로퀴논은 식물, 녹조류 및 일부 남조류에 의해 독점적으로 합성되는 프레닐화 나프토크논(prenylated naphthoquinone)으로서 photosystem I에서 중요한 전자 운반체 및 단백질 이황화 결합 형성을 위한 전자 수용체 역할을 한다(Basset 등, 2017). 필로퀴논은 다환방향족 케톤류로 수분 및 공기에는 비교적 안정하지만 햇

**Table 1.** The content of total and individual polyphenols, carotenoids and the antioxidant activity of the rose hip dry powder used for experiments (the results are expressed as means±standard deviations of three experiments)

Indices	Quantity
Total polyphenols (Folin-Ciocalteu), mg gallic acid equivalents (GAE)/100 g	5484±1001
Total polyphenols (Abs280), mg GAE/100 g	2968±21
Total flavonoids, mg quercetin equivalents (QE)/100 g	2130±39
Cinnamic acids, mg caffeic acid equivalents (CAE)/100 g	224±12
Flavonols, mg QE/100 g	194±7
Total carotenoids, mg/100 g	64.03±1.5
Procyanidin B <sub>1</sub> , mg/100 g	29.1±1.7
Chlorogenic ( <i>trans</i> -5-O-caffeoylquinic) acid, mg/100 g	10.5±0.2
Epicatechin, mg/100 g	5.7±1.2
Procyanidin B <sub>2</sub> , mg/100 g	5.2±1.1
Gallic acid, mg/100 g	5.1±0.0
Salicylic acid, mg/100 g	5.0±0.0
ABTS Antioxidant activity, mmol trolox equivalents (TE)/100 g	41.54±0.3
DPPH Antioxidant activity, mmol TE/100 g	140.8±1.4

ABTS=2,2'-azino-bis-3-ethylbenzthiazoline-6-sulphonic acid,  
DPPH=2,2-diphenyl-1-picryl-hydrazyl-hydrate.  
(Ghendov-Mosanu 등, 2020)



**Fig. 1.** Chemical structure of tiliroside, phylloquinone, rubixanthin

빛에 의해서는 쉽게 분해되며, 비타민 K<sub>1</sub>이라고도 불린다. 필로퀴논은 혈액 응고를 위해 필요한 단백질의 합성 과정에 중요한 역할을 하며, 신장 기능을 개선하고 뼈에서 칼슘의 결합에 관여하는 단백질 중 하나인 오스테오칼신의 생성에 관여하여 뼈의 생성을 촉진시킬 수 있다(Romadanova 등, 2021). 특히 고관절 골절 환자나 단기간의 금식 후에 비타민 K 결핍의 유병률은 높다고 보고되었다(Bulyneck 등, 2020).

**루비잔틴(Rubixanthin)**

로즈힙에 다량 함유되어 있는 루비잔틴은 카로티노이드 성분의 일종으로 비타민 성분이기도 하며 체내에서 활성산소를 제거하여 정상 세포를 보호하는 역할을 함으로써 항산화 효과가 매우 뛰어나다(Koczka 등, 2018). 고농축 카로티노이드를 함유한 로즈힙 열매는 유럽에서 다양한 식품에 일반적으로 사용되며, 의학 적 특성을 가지고 있는 것으로 보고되었다(Zhong 등, 2016). 특히 로즈힙 추출물은 카로티노이드 복합체에서 rubixanthin, all-trans-β-carotene, all-trans-lycopene, zeaxanthin, α-cryptoxanthin, β-cryptoxanthin, cis-β-carotene, cis-γ-carotene 및 cis-lycopene의 함량이 높으며, 주요 페놀 성분으로는 프로시아니딘 B<sub>1</sub>, 클로로겐산,

에피카테킨, 프로시아니딘 B<sub>2</sub>, 갈산, 살리실산 및 카테킨 함량이 높다고 보고되었다(Ghendov-Mosanu 등, 2020).

**로즈힙의 항산화 효과**

활성산소는 체내에서 에너지를 생산하기 위해 미토콘드리아 내에서 ATP (adenosine triphosphate)가 합성되는 정상적인 대사과정 중에 생성될 수 있고 반응성이 매우 큰 특징을 갖고 있어 정상 세포의 핵산, 단백질, 지질 등과 결합한 뒤 구조를 변화시켜 다양한 질병의 원인이 될 수 있다(Bartz와 Piantadosi, 2010). 체내에서 활성산소가 생성되고 소거되는 과정은 대사과정을 통해서 유기적으로 조절되지만 hydroxyl radical, superoxide radical, peroxy radical 등의 활성산소 수치가 일정한 수준을 초과하게 되면 세포의 핵산, 단백질, 지질 구조를 변형시키고 정상세포가 이상증식 되어 종양으로 발전되거나 사멸될 수 있다. 따라서 체내의 활성산소를 제거하는 것은 다양한 질병을 예방 및 개선하는데 매우 중요한 요인이며, 항산화제는 hydroxyl radical, superoxide radical, peroxy radical 등의 활성산소를 제거하여 다양한 질병으로부터 신체를 보호해 주는 역할을 할 수 있다.

로즈힙은 다양한 연구들을 통해 항산화 효과가 매우 뛰어난 것으로 밝혀졌으며(Table 2), 로즈힙에 다량 함유되어 있는 페놀, 카

**Table 2. The antioxidant effects of rose hips**

References	Results
Widen <i>et al.</i> 2012	The maximum protection against oxidative stress, 59.4±4.0% (mean±standard deviation), was achieved when incubating the cells with the first eluted meta-phosphoric extract of rose hip.
Jemaa <i>et al.</i> 2017	The free radical scavenging activity of rose hip was found to be prominent against DPPH with an IC <sub>50</sub> of 0.668 mg/mL and against ABTS with an IC <sub>50</sub> of 0.467 mg/mL. The extract showed a significant ferric ion reducing activities with an IC <sub>50</sub> of 4.962 mg/mL.
Kerasioti <i>et al.</i> 2019	Treatment with <i>R. canina</i> extract significantly increased the levels of the antioxidant molecule glutathione, while <i>R. canina</i> extract significantly decreased Reactive Oxygen Species (ROS) in endothelial cells.
Cendrowski <i>et al.</i> 2020	The extracts of rose hip were characterized by high antioxidant activity, determined in four tests FRAP, DPPH, ORAC, and ABTS tests.

**Table 3. The effect of rose hip on osteoarthritis improvement**

References	Results
Scgwager <i>et al.</i> 2011	In macrophages and PBL (peripheral blood leukocytes), RHP (rose hip powder) and GLGPG (galactolipid (2S)-1, 2-di-O-[(9Z, 12Z, 15Z)-octadeca-9, 12, 15-trienoyl]-3-O-β-d-galactopyranosyl glycerol) inhibited NO (nitric oxide) and PGE 2 (prostaglandin E2) production and reduced the secretion of cytokines (TNF (tumor necrosis factor)-α, IFN (interferons)-γ, IL (interleukin)-1β, IL-6, IL-12) and chemokines (CCL5 (C-C motif chemokine ligand 5)/RANTES (regulated upon activation, normal T cell expressed, and secreted), CXCL10 (C-X-C motif chemokine ligand 10)/IP-10 (interferon gamma-induced protein 10)).
Nam <i>et al.</i> 2012	Rose hip water extracts show inhibitory effects on cell death by H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> mediated oxidative stress, which is related to inhibitory effects on inflammation due to TNF-α, NO, and Cox-2 (cyclooxygenase-2). The ability of rose hip extracts to ameliorate inflammation in primary cultures of cartilage cells seems to associate with an increased genetic expression of specific anabolic factors, collagen type I and aggrecan, and a decreased expression of catabolic factors, MMPs (matrix metalloproteinases) (3, 7, and 13).
Schwager <i>et al.</i> 2014	Rose hip powder diminished the secretion of chemokines and cytokines in LPS (lipopolysaccharides)/IFN-γ-activated PBL, including CCL5/RANTES, CXCL10/IP-10, IL-6, and IL-12. Most effects were transcriptional, since gene expression levels were significantly influenced by rose hip powder.
Gruenwald <i>et al.</i> 2019	Anti-inflammatory activities include the reduction of pro-inflammatory cytokines and chemokines, reduction of NF-κB signaling, inhibition of pro-inflammatory enzymes, including COX1/2, 5-LOX (5-lipoxygenase) and iNOS (inducible nitric oxide synthase), reduction of C-reactive protein levels, reduction of chemotaxis and chemoluminescence of PMNs (polymorphonuclear leukocytes), and an inhibition of pro-inflammatory metalloproteases.

로티노이드, 비타민 E 및 비타민 C 등의 성분은 체내에서 hydroxyl radical, superoxide radical, peroxy radical 등의 활성산소를 소거하는 능력이 뛰어나 산화방지제의 역할을 함으로써 항산화제로 사용될 수 있다(Sagdic 등, 2015; Al-Yafeai 등, 2018; Ghendov-Mosanu 등, 2020). 로즈힙에 함유된 영양소 성분의 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>를 소거하는 능력은 87.26%이고, BHA (butylated hydroxyanisole)와 BHA의 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>를 소거하는 능력은 각각 0.03, 0.14%로 보고되었다(Egea 등, 2010). 로즈힙의 항산화 효과에 대한 연구들은 주로 로즈힙 추출물을 이용한 *in vitro* 실험을 통해 진행되었고, Cendrowski 등(2020)은 로즈힙 추출물의 항산화 효과를 조사하기 위해 DPPH, ABTS, FRAP (ferric reducing ability of plasma) 및 ORAC (oxygen radical absorbance capacity) 등의 기법을 사용하여 연구를 진행하였으며, 그 결과 로즈힙 추출물은 효과적으로 활성산소를 제거하여 DPPH, ABTS, FRAP 및 ORAC의 4가지 실험에서 모두 항산화 효과를 보였다고 보고하였다. 또한 로즈힙 추출물의 뛰어난 항산화 효과와 로즈힙 추출물을 제조하기 위한 과정이 간단하고 활용도가 매우 높기 때문에 천연 항산화제로써 로즈힙 추출물은 음식 또는 식이 보충제 등에 유용하게 사용될 잠재성이 있다고 보고되었다(Cendrowski 등, 2020). Jemaa 등(2017)은 로즈힙 추출물의 총 페놀 및 총 플라보노이드 함량이 높아 활성산소를 소거하는 능력이 뛰어나 항산화 효과가 있다고 보고하였고, Widen 등(2012)은 로즈힙 추출물이 산화적 손상으로부터 세포를 보호하는 과정을 통해 세포의 생존율을 유의적으로

증가시켜 항산화 효과를 보였다고 보고하였다. 내피 세포를 대상으로 로즈힙 추출물의 항산화 효과를 조사하기 위한 또 다른 선행연구(Kerasioti 등, 2019)에서는 로즈힙 추출물이 활성산소에 의해 정상 DNA가 손상되는 것을 보호해 주고, 내피 세포에서 가장 중요한 항산화 분자인 글루타티온 수치를 증가시켜 심혈관 질환 등 내피 세포의 산화적 손상으로 인해 발생할 수 있는 질병을 예방 및 개선하는데 효과적이라고 보고하였다. 또한 Cavalera 등(2017)은 명확한 메카니즘은 규명되지 않았으나, 로즈힙을 투여한 실험동물은 로즈힙의 항산화 효과로 인해 심혈관질환의 위험도가 감소될 수 있다고 보고하였다. 또한 항산화 성분이 풍부한 로즈힙 추출물은 항염 및 항산화 효과가 있는 아스코르브산 및 페놀 화합물이 풍부하기 때문에 로즈힙 추출물은 고콜레스테롤혈증 마우스 모델에서 혈장 콜레스테롤을 낮추고, 죽상경화를 약화시켰다고 보고되었다(Cavalera 등, 2017).

### 로즈힙의 골관절염 개선 효과

로즈힙은 다양한 연구들을 통해 골관절염을 개선하는데 뛰어난 효과가 있다고 보고되었으며(Rein 등, 2004; Christensen 등, 2008; Chrusasik 등, 2008; Chrusasik-Hausmann 등, 2014; Wu 등, 2014) (Table 3), 이러한 효과는 로즈힙에 다량 함유된 페놀, 테르페노이드, 카로티노이드 및 과일산 등의 다양한 기능성 성분들이 연골세포를 대상으로 항염증 효과를 나타내 골관절염의 예방 및 개선에 효과가 있다고 밝혀졌다(Gruenwald 등, 2019).

**Table 4. The effect on reducing body fat of rose hips**

References	Results
Nagatomo <i>et al.</i> 2013	The HFDRH (high-fat diet containing rose extract)-fed group gained less body weight and had less visceral fat than the HFD-fed group. Liver weight was significantly lower in the HFDRH-fed group and total hepatic lipid and triglyceride (TG) content was also reduced.
Nagatomo <i>et al.</i> 2015	Abdominal total fat area, abdominal visceral fat area, body weight, and body mass index decreased significantly in the rosehip group at week 12 compared with their baseline levels ( $p < 0.01$ ) after receiving the rosehip tablet intake, and the decreases in these parameters were significantly higher when compared with those in the placebo group.
Cavalera <i>et al.</i> 2016	RH prevented body weight gain and lowered blood glucose, insulin and cholesterol levels. Indirect calorimetry showed that RH-fed mice have significantly higher EE (energy expenditure) during the dark phase, despite comparable voluntary activity.
Sudeep <i>et al.</i> 2021	Treatment with 250 and 500 $\mu$ g of rose fit dose-dependently reduced the differentiation of 3T3-L1 adipocytes and lipid accumulation thereof. The expression of adipogenic markers such as CCAAT/enhancer-binding protein-alpha and peroxisome proliferator-activated receptor gamma was markedly down regulated in the adipocytes treated with rosehips.

**Table 5. The various properties of rose hip**

References	Results
Andersson <i>et al.</i> 2012	In comparison with the control drink, 6 weeks of daily consumption of the rose hip drink resulted in a significant reduction of systolic blood pressure (A3.4%; $p < 0.021$ ), total plasma cholesterol (A4.9%; $p < 0.0018$ ), low-density lipoprotein (LDL) cholesterol (A6.0%; $p < 0.012$ ) and LDL/HDL (low-density lipoprotein/high-density lipoprotein) ratio (A6.5%; $P \frac{1}{4} 0.041$ ).
Phetcharat <i>et al.</i> 2015	In the double-blinded study, the rose hip group showed statistically significant improvements in crow's-foot wrinkles, skin moisture, and elasticity after 8 weeks of treatment
Jimenez <i>et al.</i> 2016	Changes in the redox status of Caco-2 cells in response to <i>Rosa canina</i> hips were determined. Cells were exposed to hydrogen peroxide in presence of plant fractions and the production of Reactive oxygen species (ROS) was significantly decreased.
Fattahi <i>et al.</i> 2017	<i>R. canina</i> extract can act as a growth factor for pancreatic $\beta$ -cell line providing a novel mechanism for the observed antidiabetic effect of this natural agent.
Cendrowski <i>et al.</i> 2020	The rose fruits aqueous extract showed the highest inhibitory activity against most of the 10 bacterial strains tested.

Schwager 등(2011)은 로즈힙 추출물이 대식세포와 peripheral blood leukocytes (PBL)에서 nitric oxide와 PGE2의 생성을 억제하고 TNF- $\alpha$ , IFN- $\gamma$ , IL-1 $\beta$ , IL-6 및 IL-12 등의 염증성 사이토카인과 CCL5/RANTS, CXCL10/IP-10 등의 염증성 케모카인의 분비를 감소시켰다고 밝혔으며, SW1353 세포 등의 연골세포에 로즈힙 추출물을 처리할 경우 MMP-1, MMP-3, MMP-13, MIP-1 (macrophage inflammatory protein-1) 및 CXCL10/IP-10 등 염증성 단백질 유전자의 발현이 유의적으로 감소되어 로즈힙 추출물이 연골 조직 내에서 염증을 완화시키는 과정을 통해 골관절염을 예방 및 개선할 수 있다고 보고하였다. Nam 등(2012)은 연골세포를 이용한 *in vitro* 실험에서 로즈힙 추출물을 연골세포에 처리하여 연골 세포의 사멸 억제 양상을 확인하고, TNF- $\alpha$ , nitric oxide, COX-2 등의 염증 관련 인자와 연골세포의 이화 및 동화작용에 관여하는 다양한 인자들의 유전자 발현을 조사하였다. 그 결과 연골세포에 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>를 처리하여 산화적 손상으로 인한 연골세포의 사멸을 유도했을 때, 로즈힙 추출물을 처리한 실험군에서는 연골세포의 사멸이 유의적으로 억제되었고, 연골세포에 로즈힙 추출물 처리 시 염증 관련 인자인 TNF- $\alpha$ 의 생성이 억제, nitric oxide의 생성 농도 감소, Cox-2의 발현 억제 등이 나타났다고 보고하였다. 또한 로즈힙 추출물이 연골세포의 동화작용에 관여하는 인자들 중 collagen type-1의 발현을 촉진시키고, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 처리에 의해 연골세포 사멸이 유도된 처리구와 비교하여 연골 조직 내에서 젤 형태의 화합물을 형성해 충격을 흡수할 수 있는 aggrecan의 농도가 유의적으로 증가한 반면, 연골세포의 이화작용에 관여하는 MMP-3,

MMP-7, MMP-13 등의 유전자 발현은 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>를 처리한 실험군과 비교하여 유의적으로 감소하는 양상이 나타나 로즈힙 추출물이 골관절염을 예방 및 개선할 수 있다고 보고하였다. Schwager 등(2014)은 로즈힙을 분말 형태로 사용할 경우에도 PBL과 연골세포에서 CCL5/RANTES, CXCL10/IP-10, IL-6 및 IL-12 등의 염증성 케모카인 및 염증성 사이토카인의 분비가 감소되어 연골조직의 항염증 작용을 통해 골관절염 개선에 효과가 있다고 보고하였으며, Gruenwald 등(2019)은 로즈힙이 염증성 사이토카인과 염증성 케모카인의 감소뿐만 아니라, 염증이 발현될 수 있는 NF- $\kappa$ B 신호전달 과정의 활성화를 억제하여 연골 조직 내에서 염증을 감소시키고 골관절염을 예방 및 개선할 수 있다고 보고하였다.

**로즈힙의 체지방 감소 효과**

체내에 지방이 과다하게 축적되면 저밀도 지단백질, 콜레스테롤, 중성지방 등의 수치가 증가하면서 체내 지질대사에 문제가 발생될 수 있다(Howard 등, 2003; Rinaldi 등, 2012). 체내 지질대사의 문제가 발생하게 되면 DNA, 지질, 단백질 등 세포의 구성 요소가 산화적인 손상을 받게 되고, IL-1 $\beta$ , TNF- $\alpha$  등 다양한 염증성 사이토카인의 분비를 자극할 수 있어 결국 당뇨, 비만, 심혈관계질환 등의 다양한 대사성 질환이 유발될 수 있다(Aggoun, 2007; Bakris와 Sowers, 2008). 로즈힙은 기존의 연구들을 통해 체지방 감소에 효과가 있다고 보고되었으며(Table 4), 로즈힙의 체지방 감소 효과를 조사하기 위해 다양한 *in vitro* 및 *in vivo* 연구가 수행되었다.

Nagatomo 등(2013)은 3T3-L1 지방세포를 대상으로 로즈힙의 체지방 감소 효과를 조사한 결과 로즈힙 추출물이 3T3-L1 지방세포 내에서 지방합성과 관련된 유전자 발현을 감소시키고 중성지방이 합성되는 과정을 방해하여 지질이 축적되는 것을 억제했다고 보고하였다. 또한 Suddep 등(2021)은 로즈힙 추출물의 처리가 3T3-L1 지방세포에서 peroxisome proliferator-activated receptor gamma (PPAR $\gamma$ ) 및 CCAAT/enhancer-binding protein-alpha (C/EBP $\alpha$ ) 등 지방생성 지표 물질의 발현을 현저하게 감소시켰다고 보고하였다. 고지방 식이를 급여한 C57BL/6J 동물 모델을 이용하여 로즈힙의 체지방 감소 효과를 조사한 연구에서 Nagatomo 등(2013)은 8주 동안 로즈힙 추출물을 섭취한 실험쥐를 대조군과 비교하여 간지질 및 중성지방의 함량이 감소하면서 내장지방의 무게 및 체중이 낮게 측정되었고, 백색 지방 조직의 생성에 관여하는 PPAR $\gamma$ 의 발현이 유의미하게 감소되었다고 보고하였다. Cavallera 등(2016)은 로즈힙을 추가로 공급한 실험쥐를 대조군과 비교하여 혈당, 인슐린, 콜레스테롤 수치가 유의적으로 감소하는 양상을 보였고, 에너지 섭취량은 대조군과 로즈힙을 공급받은 실험군 간에 차이가 없었으나, 에너지 항상성은 로즈힙을 공급받은 실험군에서 유의적으로 증가하는 양상이 나타났는데, 이는 체내에서 지방산과 콜레스테롤의 합성을 억제할 수 있는 AMPK (AMP-activated protein kinase) 신호전달 경로가 활성화되고 열생성 및 갈색 지방조직의 분화를 촉진할 수 있는 *ucp1*, *tbx15*, *bmp7*, *cidea* 등의 유전자 발현이 증가하면서 백색 지방이 갈색 지방으로 변화되는 과정이 유도되기 때문이라고 보고하였다. Nagatomo 등(2015)은 비만인들을 대상으로 12주간 로즈힙 추출물을 보충제로 섭취시킨 연구에서 위약 그룹과 비교하여 실제로 로즈힙을 보충제로 섭취시킨 그룹은 복부 피하지방이 감소하면서 체지방율이 낮아지고, 실험기간 동안 임상적 문제를 나타낼 수 있는 이상 증상 및 소견이 없었다고 밝히면서 로즈힙 추출물이 복부의 지방을 안전하게 감소시킬 수 있는 보충제로 사용될 수 있다고 보고하였다. Anderson 등(2012)은 6주 동안 비만인들을 대상으로 로즈힙 파우더를 섭취시키면서 심혈관질환에 대한 위험도를 조사하는 레이놀즈 위험 평가 점수를 조사한 결과 로즈힙 파우더 40 g을 6주 동안 매일 섭취한 사람들은 위약 그룹과 비교하여 레이놀즈 평가 점수가 약 17% 정도 감소했으며, 수축기 혈압 및 혈액 내 콜레스테롤 수치가 유의적으로 감소하여 로즈힙이 심혈관질환을 예방하는데 활용될 수 있다고 보고하였다. Ninomiya 등(2007)과 Nagatomo 등(2015)은 로즈힙이 새로운 종류의 항비만제로서 잠재적 역할을 할 수 있다고 보고하였다.

### 로즈힙의 기타 효과

항산화 효과, 골관절염 완화, 체지방 감소 및 비만 개선 효과 외에도 로즈힙의 효과에 대하여 다양한 연구결과들이 보고되었다(Table 5).

### 항당뇨병 효과

당뇨병은 인슐린 분비 장애와 관련된 복잡한 대사 질환으로  $\beta$ -세포 기능 장애뿐만 아니라, 인슐린 저항성이 생겨 포도당 대사 이상, 단백질과 지질 대사이상, 염증 반응 및 산화적 손상을 유도할 수 있다(Farzaei 등, 2015). Fattahi 등(2017)의 연구에서는 로즈힙이 당뇨병의 예방 및 개선에 미치는 효과를 조사하기 위하여 췌장의  $\beta$ -세포 및  $\beta$ TC6 세포에서 streptozotocin으로 세포의 사멸을 유도했을 때, 로즈힙 추출물은 췌장 세포들을 보호하고, 인슐린의 정상적인 대사를 도와 항당뇨에 효과가 있다고 밝혔다. Jemaa 등(2017)은 로즈힙 추출물은 탄수화물 소화 효소들의 활성

화를 억제하여 전분의 소화를 억제시킬 수 있고, 특히  $\beta$ -아밀라아제의 소화를 억제하는데 매우 큰 효과가 있으며, 혈당이 오르는 속도를 더디게 해 혈당의 급격한 상승을 예방할 수 있어 항당뇨 효과가 있다고 보고하였다.

### 항균 활성 효과

로즈힙에 다량 함유된 폴리페놀, 플라보노이드 등의 생리활성 성분들은 다양한 균주들을 대상으로 항균 활성을 나타낸다고 밝혀졌으며(Turan 등, 2018), Cendrowski 등(2020)은 그람 양성 및 그람 음성 균주들을 대상으로 로즈힙 추출의 항균효과를 조사한 결과 *Bacillus cereus*, *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Listeria innocua*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Proteus mirabilis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella enteritidis* 등의 균주 성장이 유의적으로 억제되었고, 그람 양성 균주들에 대한 항균효과가 뛰어나다고 보고하였다.

### 항노화 효과

Phetcharat 등(2015)의 연구에서는 로즈힙에 다량 함유된 생리활성 물질들은 항산화 효과가 있을 뿐만 아니라, 콜라겐이 합성되는데 도움을 주는 역할을 하여 피부가 노화되는 것을 방지할 수 있다고 보고하였다. 특히, 로즈힙 열매추출물은 35-65세 건강한 성인을 대상으로 한 임상연구에서 주름 개선과 피부 수분탄력을 증가시켰고(Phetcharat 등, 2015), 두경부암 환자를 대상으로 한 연구에서는 방사선 치료 후 상피염 및 수술 후터의 흉반이 감소되었다고 보고하였다(Valerón-Almazán 등, 2015; Borda 등, 2016). 또한 로즈힙 열매추출물은 guinea pig에서 피부 미백효과 및 멜라닌 생성이 억제되었다고 보고하였다(Fujii 등, 2011).

### 항암 효과

로즈힙은 산화적 손상으로부터 내피 세포를 보호하고 체내에 지방이 축적되는 것을 방지하여 심혈관질환의 위험을 감소시킬 수 있고(Kerasioti 등, 2019), Jemenez 등(2016)은 Caco-2 암세포를 대상으로 로즈힙의 항암효과를 조사한 연구에서 로즈힙에 다량 함유된 비타민 C, 폴리페놀, 플라보노이드 등의 기능성 성분들이 암세포를 대상으로 항산화 및 항증식 효과를 보이면서 암세포의 apoptosis를 유도할 수 있어 로즈힙이 암 질환을 개선할 수 있는 잠재성이 있다고 보고하였다. 로즈힙 추출물은 페놀, 베타카로틴, 글루타티온, 토코페롤, 아스코르브산염 및 안토시아닌과 같은 항산화 화합물의 함량이 높기 때문에 최근 항암제로 주목받고 있으며, 종양 세포주(결장, 유방, 폐, 자궁경부 및 간세포암)의 성장을 방지하였다고 보고되었다(Daels-Rakotoarison 등, 2002; Guimaraes 등, 2014; Ersoy 등, 2015).

### 항염증 효과

선행연구(Christensen 등, 2009; Cheng 등, 2016)에서 로즈힙의 염증 작용에 대해서는 다양한 분자 기전이 제시되어 있으며, NF- $\kappa$ B 신호 전달 경로의 억제와 같은 염증 유발 효소(예: MMP 및 COX-2)를 약화시키고, 전염증성 사이토카인(TNF- $\alpha$ , IL-1 $\beta$ , IL-6 및 CCL5)의 생성을 감소시킨다고 보고하였다.

## 요 약

본 총설은 로즈힙의 영양학적 기능성에 대한 선행 연구결과들을 조사하여 로즈힙의 다양한 효능들을 체계적으로 정리함으로

써 로즈힙을 효과적으로 사용하기 위한 기초 자료를 제공하기 위해 작성되었다. 본문에서 언급한 것처럼 로즈힙에는 유용한 비타민 및 무기질 성분들이 풍부하고  $\beta$ -카로틴,  $\beta$ -시토스테롤, 카테킨, 라이코펜, 폴리페놀, 플라보노이드, 프로안토시아닌, 퀘르세틴, 탁시폴린, 엘라그산 및 살리실산 등의 기능성 성분들이 다량 함유되어 있어 항산화 효과가 뛰어나며, 골관절염 개선, 체지방을 감소, 피부의 노화를 방지, 심혈관 질환을 감소, 항균·항당뇨 및 항암 효과가 뛰어나 기능성 식품으로서 활용 가능성이 매우 높다. 따라서 다양한 질환에 노출되고 있는 현대인들에게 화학적 합성물질이나 약물과 비교하여 천연 기능성 소재로써 비교적 안전하게 사용될 수 있는 로즈힙의 장점을 활용하기 위하여 로즈힙에 대한 연구가 지속될 필요가 있으며, 로즈힙은 천연 기능성 소재로서 다양한 질환을 예방 및 개선하는데 효과적으로 사용될 수 있다고 사료된다.

## References

- Aggoun Y. Obesity, metabolic syndrome and cardiovascular disease. *Pediatr. Res.* 61: 653-659 (2007)
- Al-Yafeai A, Bellstedt P, Bohm V. Bioactive compounds and antioxidant capacity of *Rosa rugosa* depending on degree of ripeness. *Antioxidants.* 7: 134 (2018)
- Andersson SC, Olsson ME, Gustavsson KE, Johansson E, Rumpunen K. Tocopherols in rose hips (*Rosa spp.*) during ripening. *J. Sci. Food Agric.* 92: 2116-2121 (2012)
- Angelov G, Boyadzhieva S, Georgieva S. Rosehip extraction: Process optimization and antioxidant capacity of extracts. *Cent. Eur. J. Chem.* 12: 502-508 (2014)
- Ayati Z, Amiri MS, Ramezani M, Delshad E, Sahebkar A, Emami SA. Phytochemistry, traditional uses and pharmacological profile of rose hip: A review. *Curr. Pharm. Des.* 24: 4101-4124 (2018)
- Bakris GL, Sowers JR. ASH position paper: Treatment of hypertension in patients with diabetes-an update. *J. Am. Soc. Hypertens.* 10: 707-713 (2008)
- Bartz RR, Piantadosi CA. Clinical review: oxygen as a signaling molecule. *Crit. Care* 14: 234 (2010)
- Basset GJ, Latimer S, Fatihi A, Soubeyrand E, Block A. Phylloquinone (Vitamin K<sub>1</sub>): Occurrence, biosynthesis and functions. *Mini-Rev. Med. Chem.* 17: 1028-1038 (2017)
- Borda RM, Andueza IM. Evaluation of the effectiveness of an oil extract of rose hip in the prevention of epithelitis due to radiotherapy in patients with head and neck cancer. *Rev. Enferm.* 39: 49-52 (2016)
- Boz H, Karaoglu MM. Improving the quality of whole wheat bread by using various plant origin materials. *Czech J. Food Sci.* 31: 457-466 (2013)
- Bultynck C, Munim N, Harrington DJ, Judd L, Ataklte F, Shah Z, Dockery F. Prevalence of vitamin K deficiency in older people with hip fracture. *Acta Clin. Belg.* 75: 136-140 (2020)
- Cavalera M, Axling U, Berger K, Holm C. Rose hip supplementation increases energy expenditure and induces browning of white adipose tissue. *Nutr. Metab.* 13: 91 (2016)
- Cavalera M, Axling U, Rippe C, Swärd K, Holm C. Dietary rose hip exerts antiatherosclerotic effects and increases nitric oxide-mediated dilation in ApoE-null mice. *J. Nutr. Biochem.* 44: 52-59 (2017)
- Cendrowski A, Krsniewska K, Przybył JL, Zielinska A, Kalisz S. Antibacterial and antioxidant activity of extracts from rose fruits (*Rosa rugosa*). *Molecules.* 25: 1365 (2020)
- Cheng BCY, Fu XQ, Guo H, Li T, Wu ZZ, Chan K, Yu ZL. The genus *Rosa* and arthritis: Overview on pharmacological perspectives. *Pharmacol. Res.* 114: 219-234 (2016)
- Choi SH. Essential oil components in herb teas (rose and rosehip). *J. Life Sci.* 19: 1333-1336 (2009)
- Christensen LP. Galactolipids as potential health promoting compounds in vegetable foods. *Recent Pat. Food Nutr. Agric.* 1: 50-58 (2009)
- Christensen R, Bartels EM, Altman RD, Astrup A, Bliddal H. Does the hip powder of *Rosa canina* (rose hip) reduce pain in osteoarthritis patients?--a meta-analysis of randomized controlled trials. *Osteoarthr. Cartil.* 16: 965-972 (2008)
- Chrubasik C, Wiesner L, Black A, Müller-Ladner U, Chrubasik C. A one-year survey on the use of a powder from *Rosa canina lito* in acute exacerbations of chronic pain. *Phytother. Res.* 22: 1141-1148 (2008)
- Chrubasik-Hausmann S, Chrubasik C, Neumann E, Müller-Ladner U. A pilot study on the effectiveness of a rose hip shell powder in patients suffering from chronic musculoskeletal pain. *Phytother. Res.* 28: 1720-1726 (2014)
- Cojocari D, Sturza R, Sandulachi E, Macari A, Balan G, Ghendov-Mosanu A. Inhibiting of accidental pathogenic microbiota in meat products with berry powders. *J. Eng. Sci.* 1: 114-122 (2019)
- Cunja V, Mikulic-Petkovek M, Zupan A, Stampar F, Schmitzer V. Frost decreases content of sugars, ascorbic acid and some quercetin glycosides but stimulates selected carotenes in *Rosa canina* hips. *J. Plant Physiol.* 178: 55-63 (2015)
- Czyzowska A, Klewicka E, Pogorzelski E, Nowak A. Polyphenols, vitamin C and antioxidant activity in wines from *Rosa canina* L. and *Rosa rugosa* thunb. *J. Food Compos. Anal.* 39: 62-68 (2015)
- Daels-Rakotoarison DA, Gressier B, Trotin F, Brunet C, Luyckx M, Dine T, Bailleul F, Cazin M, Cazin J-C. Effects of *Rosa canina* fruit extract on neutrophil respiratory burst. *Phytother. Res.* 16: 157-161 (2002)
- Egea I, Sánchez-Bel P, Romojaro F, Pretel MT. Six edible wild fruits as potential antioxidant additives or nutritional supplements. *Plant Foods Hum. Nutr.* 65: 121-129 (2010)
- Ersoy N, Bagci Y, Zenginbal H, Ozen MS, Elidemir AY. Antioxidant properties of Rose hip fruit types (*Rosa canina* sp.) selected from Bolu-Turkey. *Int. J. Sci. Knowled.* 4: 51-59 (2015)
- Farzaei MH, Rahimi R, Farzaei F, Abdollahi M. Traditional medicinal herbs for the management of diabetes and its complications: an evidence-based review. *Int. J. Pharmacol.* 11: 874-887 (2015)
- Fattahi A, Niyazi F, Shahbazi B, Farzaei MH, Bahrami G. Antidiabetic mechanisms of *Rosa canina* fruits: an *in vitro* evaluation. *J. Evid.-Based Integr. Med.* 22: 127-133 (2017)
- Fujii T, Ikeda K, Saito M. Inhibitory effect of rose hip (*Rosa canina* L.) on melanogenesis in mouse melanoma cells and on pigmentation in brown guinea pigs. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 75: 489-495 (2011)
- Georgieva S, Angelov G, Boyadzhieva S. Concentration of vitamin C and antioxidant activity of rosehip extracts. *J. Chem. Technol. Metall.* 49: 451-454 (2014)
- Ghendov-Mosanu A, Cojocari D, Balan G, Sturza R. Antimicrobial activity of rose hip and hawthorn powders on pathogenic bacteria. *J. Eng. Sci.* 4:100-107 (2018)
- Ghendov-Mosanu A, Cristea E, Patras A, Sturza R, Niculaua M. Rose hips, a valuable source of antioxidants to improve gingerbread characteristics. *Molecules.* 25: 5659 (2020)
- Grochowski DM, Locatelli M, Granica S, Cacciagrano F, Tomczyk M. A review on the dietary flavonoid tilirosid. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* 17: 1395-1421 (2018)
- Gruenewald J, Uebelhack R, More MI. *Rosa canina*-rose hip pharmacological ingredients and molecular mechanisms counteracting osteoarthritis-a systematic review. *Phytomedicine.* 60: 152958 (2019)
- Guimaraes R, Barros L, Calheta RC, Carvalho AM, Queiroz MJRP. Bioactivity of different enriched phenolic extracts of wild fruits from northeastern Portugal: A comparative study. *Plant Foods Hum. Nutr.* 69: 37-42 (2014)
- Howard BV, Ruotolo G, Robbins DC. Obesity and dyslipidemia. *Endocrinol. Metab. Clin. North Am.* 32: 855-867 (2003)
- Jemaa HB, Jemia AB, Khelifi S, Ahmed HB, Slama FB, Benzarti A, Elati J, Aouidet A. Antioxidant activity and  $\alpha$ -amylase inhibitory potential of *Rosa canina* L. *Afr. J. Tradit. Complement. Altern. Med.* 14: 1-8 (2017)
- Jimenez S, Gascon S, Luquin A, Laguna M, Ancin-Azpilicueta C, Rodriguez-Yoldi. *Rosa canina* extracts have antiproliferative and antioxidant effects on Caco-2 human colon cancer. *PLoS One.* 11: e0159136 (2016)

- Kerasiotti E, Apostolou A, Kafantaris I, Chronis K, Kokka E, Dimitriadou C, Tzanetou EN, Priftis A, Koulocheri SD, Haroutounian SA, Kouretas D, Stagos D. Polyphenolic composition of *Rosa canina*, *Rosa sempervivens* and *Pyroantha coccinea* extracts and assessment of their antioxidant activity in human endothelial cells. *Antioxidants*. 8: 92 (2019)
- Kim MY, Ko KS. The effect of rosehip extracts addition on permanent wave and hair dye during repetition procedure. *J. Fash. Bus.* 2: 151-163 (2013)
- Koczka N, Stefanovits-Banyai E, Ombodi A. Total polyphenol content and antioxidant capacity of rosehips of some *Rosa* species. *Medicines*. 5: 84 (2018)
- Lattanzio F, Greco E, Carretta D, Cervellati R, Govoni P, Speroni E. *In vivo* anti-inflammatory effect of *Rosa canina* L. extract. *J. Ethnopharmacol.* 137: 880-885 (2011)
- Marmol I, Sanchez-de-Diego C, Jimenez-Moreno N, Ancin-Azpilueta C, Rodriguez-Yoldi MJ. Therapeutic applications of rose hips from different *Rosa* species. *Int. J. Mol. Sci.* 18: 1137 (2017)
- Montazeri N, Baher E, Mirzajani F, Barami Z, Yousefian S. Phytochemical contents and biological activities of *Rosa canina* fruits from Iran. *J. Med. Plant. Res.* 5: 4584-4589 (2011)
- Nagatomo A, Nishida N, Matsuura Y, Shibata N. Rosehip extract inhibits lipid accumulation in white adipose tissue by suppressing the expression of peroxisome proliferator-activated receptor gamma. *Prev. Nutr. Food Sci.* 18: 85-91 (2013)
- Nagatomo A, Nishida N, Fukuhara I, Noro A, Kozai Y, Sato H, Matsuura Y. Daily intake of rosehip extract decreases abdominal visceral fat in preobese subjects: a randomized, double-blind, placebo-controlled clinical trial. *Diabetes Metab. Syndr. Obes.* 8: 147-156 (2015)
- Nagatomo A, Nishida N, Matsuura Y, Shibata N. Rosehip extract inhibits lipid accumulation in white adipose tissue by suppressing the expression of peroxisome proliferator-activated receptor gamma. *Prev. Nutr. Food Sci.* 18: 85-91 (2013)
- Nagatomo A, Oguri M, Nishida N, Ogawa M, Ichikawa A, Tanaka-Azuma Y. Evaluation of genotoxicity and subchronic toxicity of standardized rose hip extract. *Hum. Exp. Toxicol.* 37: 725-741 (2018)
- Nam DE, Lee MJ, Kang N, Park G, Lee J. A comparative study of rose hip extracts on osteoarthritis in cartilage cells. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 14: 1663-1670 (2012)
- Ninomiya K, Matsuda H, Kubo M, Morikawa T, Nishida N, Yoshikawa M. Potent anti-obese principle from *Rosa canina*: structural requirements and mode of action of *trans*-tiliroside. *Bioorg. Med. Chem. Lett.* 17: 3059-3064 (2007)
- Ozdemir N, Pashazadeh H, Zannou O, Koca I. Phytochemical content, and antioxidant activity, and volatile compounds associated with the aromatic property, of the vinegar produced from rosehip fruit (*Rosa canina* L.). *LWT*. 154: 112716 (2022)
- Ozturk YS, Ercisli S. Antibacterial and antioxidant activity of fruits of some rose species from Turkey. *Rom. Biotechnol. Lett.* 16: 6407-6411 (2011)
- Phetcharat L, Wongsuphasawat K, Winther K. The effectiveness of a standardized rose hip powder, containing seeds and shells of *Rosa canina*, on cell longevity, skin wrinkles, moisture, and elasticity. *Clin. Interv. Aging*. 10: 1849-1856 (2015)
- Rein E, Kharazmi A, Winther K. A herbal remedy, Hyben Vital (stand. powder of a subspecies of *Rosa canina* fruits), reduces pain and improves general wellbeing in patients with osteoarthritis—a double-blind, placebo-controlled, randomised trial. *Phyto-medicine*. 11: 383-391 (2004)
- Rinaldi AE, de Oliveira EP, Moreto F, Costa GF, Gabriel P, Corrente JE, Burini RC. Dietary intake and blood lipid profile in overweight and obese schoolchildren. *BMC Res. Notes*. 5: 598 (2012)
- Romadanova NV, Karasholakova LN, Eshbakova KA, Ozek G, Ozek G, Yur S, Kushnarenko SV. Phytochemical analysis and antioxidant activity of *Berberis iliensis* M. Pop and *Berberis integerrima* Bunge fruits pulp. *Res. on Crops*. 22: 940-947 (2021)
- Rovna K, Ivanisova E, Ziarovska J, Ferus P, Terentjeva M, Kowalczewski PL, Kacaniová M. Characterization of *Rosa canina* fruits collected in urban areas of Slovakia. Genome size, iPBS profiles and antioxidant and antimicrobial activities. *Molecules*. 25: 1888 (2020)
- Sagdic O, Toker OS, Polat B, Arici M, Yilmaz MT. Bioactive and rheological properties of rose hip marmalade. *J. Food Sci. Technol.* 52: 6465-6474 (2015)
- Schwager J, Hoeller U, Wolfram S, Richard N. Rose hip and its constituent galactolipids confer cartilage protection by modulating cytokine, and chemokine expression. *BMC Complement. Altern. Med.* 11: 105 (2011)
- Schwager J, Richard N, Schoop R, Wolfram S. A novel rose hip preparation with enhanced anti-inflammatory and chondroprotective effects. *Mediators Inflamm.* 2014: 105710 (2014)
- Shin MY, Kwun IS. Vitamin D: hormone-like nutrient. *J. Nutr. Health.* 49: 1-7 (2016)
- Sturza R, Sandulachi E, Cojocari D, Balan G, Popescu L, Ghendov-Mosanu A. Study of antimicrobial properties of berry powders in cream cheese. *J. Eng. Sci.* 3: 125-136 (2019)
- Sudeep HV, Gouthamchandra K, Ramanaiah I, Raj A, Shyamprasad K. An edible bioactive fraction from *Rosa multiflora* regulates adipogenesis in 3T3-L1 adipocytes and high-fat diet-induced C57Bl/6 mice models of obesity. *Pharmacogn. Mag.* 17: 84-92 (2021)
- Taneva I, Panayotov P. Analysis of vitamin C enriched yoghurt by direct extraction of rosehip fruit in cow's milk during storage. *Ukr. J. Food Sci.* 7: 61-69 (2019)
- Turan S, Solak R, Kiralan M, Ramadan MF. Bioactive lipids, antiradical activity and stability of rosehip seed oil under thermal and photo-induced oxidation. *Grasas y Aceites*. 69: e248 (2018)
- Valerón-Almazán P, Gómez-Duaso AJ, Santana-Molina N, García-Bello MA, Gregorio C. Evolution of post-surgical scars treated with pure rose hip seed oil. *J. Cosmet. Dermatol. Sci. Appl.* 5: 161-167 (2015)
- Velagapudi R, Aderogba M, Olajide OA. Tiliroside, a dietary glycosidic flavonoid, inhibits TRAF-6/NF- $\kappa$ B/p38-mediated neuroinflammation in activated BV2 microglia. *Biochim. Biophys. Acta*. 1840: 3311-3319 (2014)
- Widen C, Ekholm A, Coleman MD, Renvert S, Rumpunen K. Erythrocyte antioxidant protection of rose hips. *Oxid. Med. Cell. Longev.* 2012: 621579 (2012)
- Winther K, Hansen ASV, Campbell-Tofte J. Bioactive ingredients of rose hips (*Rosa canina* L.) with special reference to antioxidative and anti-inflammatory properties: *in vitro* studies. *Bot. Targets Ther.* 6: 11-23 (2016)
- Wu J, Liu X, Chan CO, Mok DKW, Chan SW, Yu Z, Chen S. Petroleum ether extractive of the hips of *Rosa multiflora* ameliorates collagen-induced arthritis in rats. *J. Ethnopharmacol.* 157: 45-54 (2014)
- Yildiz O, Alpaslan M. Properties of rose hip marmalades. *Food Technol. Biotechnol.* 50: 98-106 (2012)
- Zhong L, Gustavsson KE, Oredsson S, Głab B, Yilmaz JL, Olsson ME. Determination of free and esterified carotenoid composition in rose hip fruit by HPLC-DAD-APCI(+)-MS. *Food Chem.* 1: 541-550 (2016)