

해외 기능성 소재 트렌드 분석 정보제공 시리즈(1/2)

글로벌 기능성 소재 트렌드
**Global Functional
Ingredients Trends**

[1차] 소재별 기능성 연구개발 동향

1. 분석 개요

▶ 주요 소재별 최신 연구 동향 요약

- 2023 기능성 소재 트렌드 분석 보고서를 통해 도출된 주요 소재의 최신 학술 연구 동향을 분석하기 위해 다음과 같은 분석 방법론을 적용함. 먼저, 글로벌 학술 동향 연구 논문 DB를 확인할 수 있는 Google Scholarship을 정보원으로 활용함. 해당 정보원에 2023 기능성 소재 트렌드 분석 보고서를 통해 도출된 주요 원료 키워드¹⁾인 바이오틴(Biotin), 베타 카로틴(Beta Carotene), 아나토(Annatto), 하이 드록시시트릭산(Hydroxycitric Acid), 감귤류(Citrus), 크렌베리(Cranberry)를 검색 후, 도출된 주요 논문 DB 4,085건을 수집함. 이후 해당 소재 키워드별 상관성 분석을 통해, 특정 소재와 관련하여 어떤 효능의 임상, 비임상 실험이 많이 진행되었는지를 확인하였음. 이후, 상관성 분석을 통해 도출된 주요 소재, 클레임과 관련한 연구 논문 내용을 요약하여 제공함

[표1] 소재별 기능성 연구개발 동향 분석 방법론 요약

정보원	https://scholar.google.com/
수집 데이터 수	4,085건
수집 키워드	바이오틴(Biotin), 베타 카로틴(Beta Carotene), 아나토(Annatto), 하이 드록시시트릭산(Hydroxycitric Acid), 감귤류(Citrus), 크렌베리(Cranberry)
분석 방법론	상관성 분석

출처: EC21R&C 분석 결과

[표2] 주요 소재별 상관성 분석 결과

바이오틴(Biotin)		
상관 키워드(영어) ²⁾	상관 키워드(한국어)	상관지수*
dota	도타	0.508
invasive	침습적	0.508
muscle	근육	0.508
preliminary	예비의	0.508
radiotherapy	방사선 요법	0.508
crucial	중대한	0.461
gday	gday	0.461
hypothyroidism	갑상선기능저하증	0.461
overestimated	과대평가	0.461
significance	중요성	0.461
dose	정량	0.426
avidin	아비딘	0.410
adsorbed	흡착	0.389
basal	기초	0.389
findings	결과	0.389
ganglia	신경절	0.389
kuwait	쿠웨이트	0.389
monolayers	단층	0.389
radiological	방사선	0.389
thiamine	티아민	0.389

출처: EC21R&C 분석 결과

* 상관지수 0.9 이상 - 매우 높음, 0.7 0.9 미만 - 높음

0.4 0.7 미만 - 비교적 높음, 0.2 0.4 미만 - 낮음, 0.2 미만 - 거의 무시할 만함

1) 동 사업의 기능성 소재 트렌드 분석 보고서를 통해 도출되었으며, 2021-2022년도 소재별 기능성 연구개발 동향 보고서에서 분석되지 않은 소재를 우선순위로 선정함

2) 주요 소재 키워드 관련 수집된 연구 논문에서 주요 소재 키워드와 상관성이 높게 나온 키워드

베타 카로틴(Beta Carotene)		
carotencyclodextrin	카로틴사이클로덱스트린	0.689
inclusion	포함	0.689
loading	로딩	0.689
solubility	용해도	0.689
cyclophosphamide	사이클로포스파마이드	0.529
carriers	매개체	0.491
cognitive	인지	0.491
encapsulated	캡슐화	0.491
impairment	손상	0.491
myricetin	미리세틴	0.491
nanostructured	나노 구조의	0.491
complex	복잡성	0.395
intoxicated	독성의	0.376
improved	향상	0.357
stability	안정	0.355
amyloid	아밀로이드	0.344
conjugated	공액	0.338
breast	가슴	0.323
liposomes	리포솜	0.287
cytotoxicity	세포독성	0.269

출처: EC21R&C 분석 결과

아나토(Annatto)		
adultsa	성인	0.706
bixin	빅신	0.706
boxbehnken	박스벤켄	0.706
eggs	달걀	0.706
increase	증가하다	0.559
enriched	풍부한	0.515
bixa	빅사	0.485
orellana	오렐라나	0.485
process	프로세스	0.477
solvents	용제	0.477
consumption	소비	0.428
optimization	최적화	0.367
parameters	매개변수	0.346
healthy	건강한	0.345
seed	씨앗	0.304
extraction	추출	0.275
cardiovascular	심혈관	0.250
risk	위험	0.215
randomized	무작위	0.209
study	연구	0.098

출처: EC21R&C 분석 결과

하이드록시시트릭산(Hydroxycitric Acid)		
dot	점	0.606
ligation	결찰	0.606
nanosensors	나노 센서	0.606
acid	산	0.540
computational	전산	0.530
crystallization	결정화	0.383
hyperoxalate	과수산산염	0.383
inhibits	억제하다	0.383
kidney	신장	0.383
stone	결석	0.383
excess	과잉	0.324
atherogenic	죽상경화성	0.300
biomarkers	바이오마커	0.300
calorie	칼로리	0.300
citric	구연산	0.300
restricted	제한된	0.300
lipotoxicity	지방 독성	0.279
reduction	감소	0.279
adults	성인	0.264
anti	안티	0.262

출처: EC21R&C 분석 결과

감귤류(Citrus)		
distribution	분포	0.410
pakistan	파키스탄	0.301
punjab	편잡	0.301
viroid	바이로이드	0.301
sinensis	sinensis	0.284
identification	확인	0.272
pectin	펙틴	0.194
aluminum	알루미늄	0.192
candidatus	칸디다투스	0.192
compatibleincompatible	호환 불가	0.191
grafts	이식편	0.191
peel	껍질	0.186
osbeck	오스벡	0.183
acaricides	살비제	0.180
huanglongbing	황롱병	0.179
spatial	공간	0.177
activity	활동	0.176
psyllid	프실리드	0.174
primary	주요한	0.170
characterization	묘사	0.164

출처: EC21R&C 분석 결과

크렌베리(Cranberry)		
dry	건조	0.445
herpetofauna	헤르페토파우나	0.314
herpetofaunal	herpetofaunal	0.314
restored	복원	0.314
retirement	퇴직	0.314
survey	조사	0.314
wetland	습지	0.314
standardization	표준화	0.293
compositions	구성	0.273
potentiating	강화	0.273
leaves	나뭇잎	0.272
tract	관	0.262
proanthocyanidins	프로안토시아닌	0.253
pomace	찌꺼기	0.242
urinary	배뇨의	0.241
bacterial	박테리아	0.239
extracts	추출물	0.227
adhesins	접착	0.216
candidates	후보자	0.216
curb	연석	0.216

출처: EC21R&C 분석 결과

▶ [표3] 주요 소재별 최신 연구 동향 요약

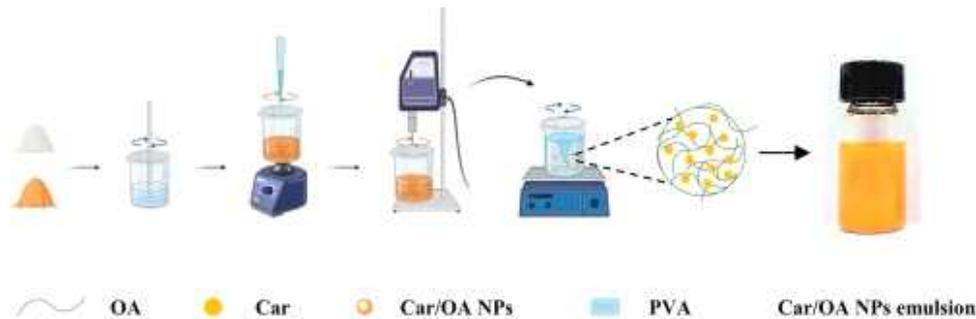
소재	대분류	논문명	연관 기능성
Beta_Carotene (베타-카로틴)	기타	Improved stability and aqueous solubility of β -carotene via encapsulation in self-assembled bioactive oleanolic acid nanoparticles	위, 간 보호
	비임상 약리시험	Natural β -carotene prevents acute lung injury induced by cyclophosphamide in mice	폐 관련 염증 및 면역
Annatto (아나토)	임상 약리시험	Consumption of Eggs Alone or Enriched with Annatto (Bixa orellana L.) Does Not Increase Cardiovascular Risk in Healthy Adults—A Randomized Clinical Trial, the Eggant Study	심혈관 질환
Hydroxycitric Acid (하이드록시시트릭산)	비임상 약리시험	Hydroxycitric acid inhibits kidney stone through crystallization regulation and reduction of hyperoxalate-induced lipotoxicity	신장결석 및 질환
Citrus (감귤류)	임상 약리시험	Photoprotective and Antiaging Effects of a Standardized Red Orange (Citrus sinensis (L.) Osbeck) Extract in Asian and Caucasian Subjects: A Randomized, Double-Blind, Controlled Study	피부 항산화
	임상 약리시험	Antioxidant Efficacy of a Standardized Red Orange (Citrus sinensis (L.) Osbeck) Extract in Elderly Subjects: A Randomized, Double Blind, Controlled Study	노화 관련 질병
Cranberry (크랜베리)	기타	Standardization of Dry Extracts from Large Cranberry Leaves	2형 당뇨병
	비임상 약리시험	Cranberry Proanthocyanidins as a Therapeutic Strategy to Curb Metabolic Syndrome and Fatty Liver-Associated Disorders	여성 VVC
	임상 약리시험	Assessing the treatment effect in cranberry type A proanthocyanidins for the vulvovaginal candidiasis : A randomized controlled clinical trial	대사 증후군
Biotin (바이오틴)	임상 약리시험	The clinical significance of low dose biotin supplements ($<300\mu\text{g/day}$) in the treatment of patients with hypothyroidism: crucial or overestimated?	갑상선 호르몬

2. Beta Carotene(베타 카로틴)

① 기타 (원료 표준화)

Beta Carotene, 캡슐화를 통해 안정성 및 수용해도 개선

- 해당 연구는 수용해도와 안정성 부족으로 인해 식품 응용에 제약이 있던 베타 카로틴의 개선을 위해 수행되었음. 연구 결과, 올레아놀산(OA)을 나노캐리어로 사용하여 Car/OA 나노입자 캡슐을 제조하는데 성공함. 최적화를 통해 베타 카로틴의 향상된 안정성 및 수용해도를 개선했으며, 위 및 간 보호 효과를 보유하고 있음. 해당 연구를 통해 OA 나노입자가 수분친화성 영양소 및 신체활성 식품 성분을 전달하기 위한 나노캐리어로 사용될 수 있음을 보여줌



▲ Car/OA 나노입자 유화물화 과정

[표4] 베타-카로틴 캡슐화를 통한 개선 효능 관련 연구 요약

논문명	- (영문) Improved stability and aqueous solubility of β -carotene via encapsulation in self-assembled bioactive oleanolic acid nanoparticles - (국문) 자체 조립된 생체 활성 올레아놀산 나노입자의 캡슐화를 통한 β -카로틴의 안정성 및 수용해도 개선
연구자	Shiqi Liu, Jing Zhang, Rao Fu, Hao Feng, Yibing Chu, Dong Huang, Han Liu, Chaonan Li, Chao Ma, A.M. Abd El-Aty
저널	Science Direct
일자	2022년 3월 30일
수행기관 (국가)	Fundamental Research Funds for the Central Universities(중국)
모델 ³⁾	- 올레아놀산(OA)을 나노캐리어로 사용한 Car/OA 나노입자 캡슐화 실험
디자인 ⁴⁾	- COA, RCar/OA 및 t의 변수로 이루어진 직교 실험 수행 및 입자 크기, 제타 포텐셜, EE 및 LC와 같은 지표를 종합적으로 평가하는데 사용하여 Car/OA 나노입자 캡슐화 결과를 분석함
연구내용	- OA 나노입자 캡슐은 80.7%의 EE와 32.6%의 LC를 가진 뚜렷한 캡슐화 성능을 선보였으며, FT-IR 및 MD 시뮬레이션을 통해 수소 결합, 반데르발스, 친수성 상호작용이 성능의 주요 원천인 것으로 나타남. 또한, 캡슐의 위 보호, 간 보호 효과가 추가로 검출되었음

출처: Science Direct (<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814621025048>)

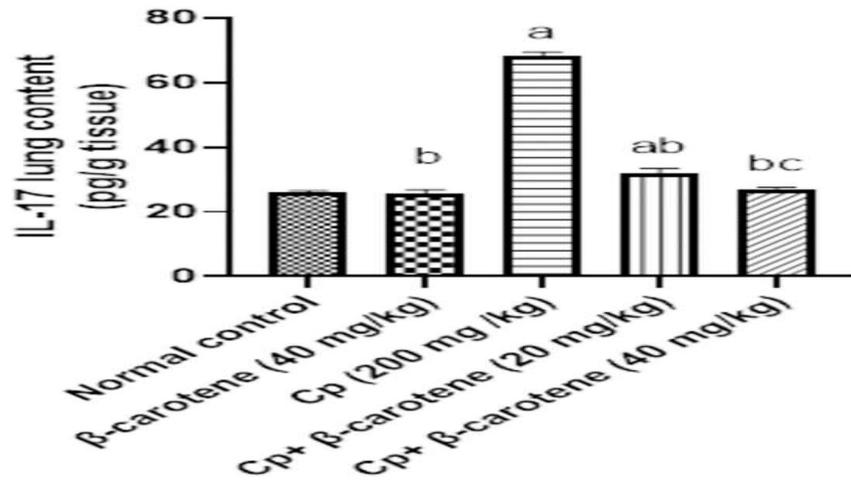
3) 해당 연구에서 사용된 연구 연구 모델로, 활용된 자원 및 해당 자원들의 활용 방법을 의미함

4) 연구 모델의 상세 적용 방법으로, 자원을 구체적으로 어떻게 활용했는지, 어떤 방식으로, 얼마나 투입했는지 등을 의미함

② 비임상 약리시험 (반복투여에 따른 일반 약리시험)

Beta_Carotene, 폐 관련 염증 및 면역 관련 개선

- 해당 연구는 IL-17의 생물학적 기능 및 급성 폐 손상에서의 베타-카로틴의 항산화 특성을 파악하기 위해 수행됨. 연구 결과, 베타-카로틴이 폐의 염증성 세포 침윤 및 기흉에 효과가 있는 것으로 나타남. 기존의 치료 화학 요법인 CP(시클로포스파미드)는 폐의 조직학적 변화를 유발하는데 반해, 베타-카로틴은 이를 개선하는 효과를 지니고 있음. 자연 베타-카로틴은 다양한 염증 관련 합병증에 대한 항염증 매개체로 작용할 수 있을 것으로 판단됨



▲ 베타-카로틴이 IL-17(인터류킨17) 폐에 미치는 영향

[표5] 베타-카로틴 폐 관련 염증 및 면역 개선 효능 연구 요약

논문명	- (영문) Natural β -carotene prevents acute lung injury induced by cyclophosphamide in mice - (국문) 천연 β -카로틴은 시클로포스파미드에 의해 유발된 생쥐의 급성 폐 손상을 예방함
연구자	Farouk K. El-Baz, Sami I. Ali, Rania Elgohary, Abeer Salama
저널	PLOS ONE
일자	2023년 4월 5일
수행기관 (국가)	University of Lille (프랑스)
모델	- 생쥐 40마리를 무작위로 생리식염수를 투여하는 그룹 1, 베타-카로틴을 투여하는 그룹 2(대조군), CP를 투여하는 그룹 3, CP 및 베타-카로틴 투여하는 그룹 4와 5로 나누어 배정 후 대조 시험
디자인	- 그룹 1은 생리식염수를 단일 i.p 주사로 투여 및 10일간 경구로 투여, 그룹 2는 매일 한번 40mg의 베타-카로틴 투여, 그룹 3은 단일 i.p 주사로 200mg 투여, 그룹 4와 5는 CP 주사 후 매일 한 번씩 20 및 40mg의 베타-카로틴 투여하여 폐 조직 분석
연구내용	- 시험 결과, 경구로 베타-카로틴을 투여할 경우 CP로 유발된 ALI와 염증이 감소했으며, 베타-카로틴의 유해성도 비율(W/D)을 유의미하게 감소시킴. 또한, IL-17, NF- κ B 및 KBKBKB를 억제하는 등의 긍정적인 효과를 나타냄. 이는 CP와 비교했을 때 염증성 세포 침윤 및 기흉 점수를 감소시킨다는 것을 의미함

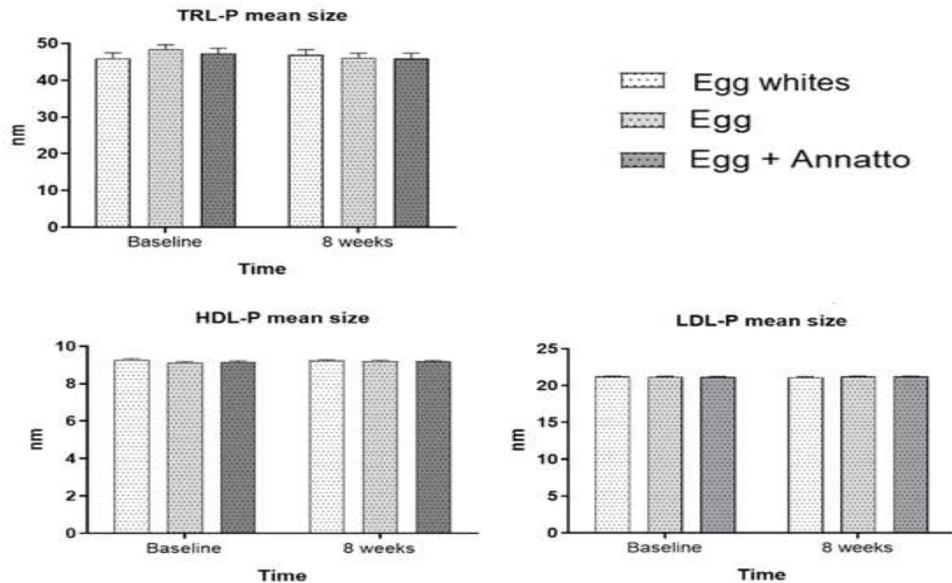
출처: Plos ONE (<https://journals.plos.org/plosone/>)

3. Annatto(아나토)

① 임상 약리시험 (반복투여에 따른 일반 약력학임상시험)

Annatto, 심혈관 및 인체 건강에 미치는 효과

- 해당 연구는 계란의 아나토 함유에 따른 심혈관 질환과의 관련성을 파악하기 위해 수행함. 연구 결과, 하루 2개의 일반 계란과 계란 흰자를 섭취하는 일반인과 아나토가 함유된 계란을 섭취하는 일반인의 심혈관 질환 지표는 차이가 없는 것으로 나타남. 8주간 매일 2개의 아나토가 함유된 계란을 섭취한 결과, 실험 그룹간 중성지방 및 콜레스테롤 수치에 유의한 변화를 발견할 수 없어 아나토 섭취는 심혈관 질환과는 무관함



▲ 8주간 계란 흰자, 계란, 계란과 아나토를 동시 섭취했을 때의 TRL-P(중성지방-부유 리포닛자), LDL-P(저밀도 리포닛자), HDL-P(고밀도 리포닛자) 크기

[표6] 아나토 심혈관 및 인체 건강 연구 요약

논문명	- (영문) Consumption of Eggs Alone or Enriched with Annatto (Bixa orellana L.) Does Not Increase Cardiovascular Risk in Healthy Adults—A Randomized Clinical Trial, the Eggant Study - (국문) 달걀만 섭취하거나 Annatto(Bixa orellana L.)가 풍부한 달걀을 섭취해도 건강한 성인의 심혈관 위험이 증가하지 않음. 무작위 임상 시험, Eggant 연구
연구자	Yeisson Galvis, Keilly Pineda, Juliana Zapata, Juan Aristizabal, Alejandro Estrada, María Luz Fernandez, Jacqueline Barona-Acevedo
저널	MDPI(Multidisciplinary Digital Publishing Institute)
일자	2023년 1월 11일
수행기관 (국가)	Universidad de Antioquia UdeA (콜롬비아)
모델	- 남녀 105명을 나이, 성별, 체질량 지수 (BMI)에 따라 3개의 그룹군(그룹군 당 n=35)으로 무작위 배정하여 계란과 아나토가 첨가된 계란을 섭취
디자인	- 그룹 1은 매일 계란 흰자 2개를, 그룹 2는 계란 2개를, 그룹 3은 아나토가 첨가된 계란 2개를 8주간 섭취함. 이후, 혈장 지질과 혈장 아포리프로테인 및 리포단백질 하부분획 및 크기를 측정함
연구내용	- 시험 결과, 연령, 성별 및 MBI에서 세 그룹 간 차이가 발견되지 않음. 시간 경과 또는 그룹 간 혈장 중성지방, LDL 콜레스테롤, HDL 콜레스테롤, 아포리프로테인 또는 리포단백질 하부분획 농도에서 유의한 변화를 발견 할 수 없었음. 따라서 성인들에게 8주간 하루에 두 개의 계란 및 아나토가 첨가된 두 개의 계란을 섭취하는 것은 심혈관에 무리가 되지 않는다는 연구 결과임

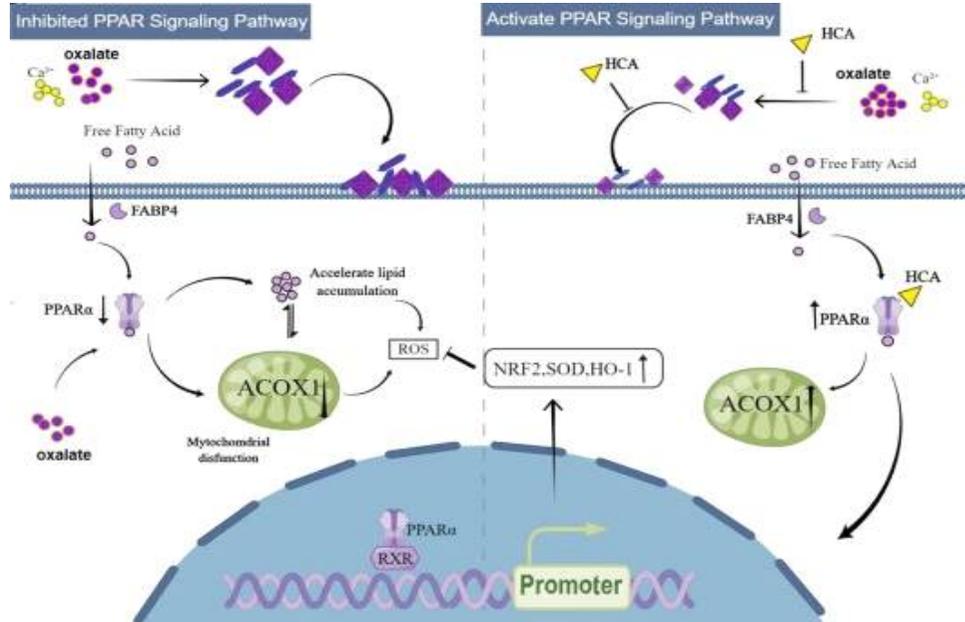
출처: MDPI (<https://www.mdpi.com/2072-6643/15/2/369>)

4. Hydroxyctric_Acid(하이드록시시트릭산)

① 비임상 약리시험 (반복투여에 따른 일반 약리시험)

Hydroxyctric_Acid, 신장결석 및 질환 관련 개선

- 해당 연구는 HCA(하이드록시시트릭산)의 체중 감량 및 칼슘 염 침착 감소 효능을 기반으로 신장결석 및 관련 질환 개선 효과를 파악하기 위해 수행함. 동물 실험과 세포 실험을 병행한 연구 결과, 신장의 CaOx(산화칼슘) 독성을 효과적으로 억제하는 것으로 나타남. 또한, HCA는 PPARα(페로소체 프롤리페레이터 활성화 수용체 알파)에 안정적으로 결합하여 옥살산을 유도하는 신장 지질 손상을 감소시켜 옥살산 신증의 치료 옵션으로 고려될 수 있음



▲ 신장 결석 발생 위험을 감소시키는 HCA(하이드록시시트릭산)의 PPARα 경로 조절

[표기] 하이드록시시트릭산 신장결석 및 질환 관련 개선 연구 요약

논문명	- (영문) Hydroxyctric acid inhibits kidney stone through crystallization regulation and reduction of hyperoxalate-induced lipotoxicity - (국문) 하이드록시시트릭산의 결정화 조절 및 hyperoxalate에 의한 지방 독성 감소를 통해 신장 결석 독성 억제
연구자	Yi-Han Zhang, Jun-Yi Xian, Shu-Jue Li, Chun-Yao Li, Bang-Xian Yu, Qing Liang, Ling-Hong Huang, Guo-Hua Zeng, Xin-Yuan Sun
저널	Science Direct
일자	2023년 6월
수행기관 (국가)	Guangzhou Medical University (중국)
모델	1. 동물 실험: 32마리의 생쥐를 정상, 결석, HCA 치료제 투여, K3Cit 치료제 투여에 따라 4개 그룹(그룹당 n=8)에 무작위 배정하여 연구 2. 세포 실험: 세포 현탁액(1 * 10 ⁵ cells/mL)을 정상 통제, HCA 통제, 결석, HCA 처리에 따라 4개 그룹에 나누어 연구
디자인	1. 동물 실험: 28일간 정상 그룹은 일반 사료를, 결석군은 일반 사료와 에틸렌 글리콜을 1% 추가 섭취 및 1주차, 3주차에 각각 3일간 1%의 염화암모늄 투여, HCA 치료제 투여군은 일치하는 결석군의 대응 치료와 병행하여 매일 0.1mmol/kg 체중의 HCA를 투여, K3Cit 치료제 투여군은 일치하는 결석군의 대응 치료와 병행하여 매일 0.1mmol/kg 체중의 K3Cit를 투여함. 28일 후 각종 생화학 지표를 대조 연구 2. 세포 실험: 24시간 동안 정상 그룹은 혈청이 없는 매체만 추가, HCA 통제 그룹은 혈청이 없는 매체에 2mmol/L HCA를 첨가, 결석 그룹은 혈청이 없는 매체에 1mmol/L 산화물을 첨가, HCA 처리 그룹은 혈청이 없는 매체에 1mmol/L 산화물과 2mmol/L HCA 용액을 첨가하여 연구. 24시간 이후 유전자 변화를 대조 연구
연구내용	- 시험 결과, HCA는 쥐의 신장에서 세포 손상을 억제하고, 결석 손상과 염증 및 침착 위험을 크게 감소시키며, 결석에 의해 유발된 세포 전사체의 변화를 방지하는 것으로 나타남. 또한, 세포 실험에서 2mmol/L HCA 첨가군은 결석에 의해 일어나는 세포 생존성 감소를 크게 억제하고, PPARα 경로를 활성화함으로써 세포 지방독성을 억제함

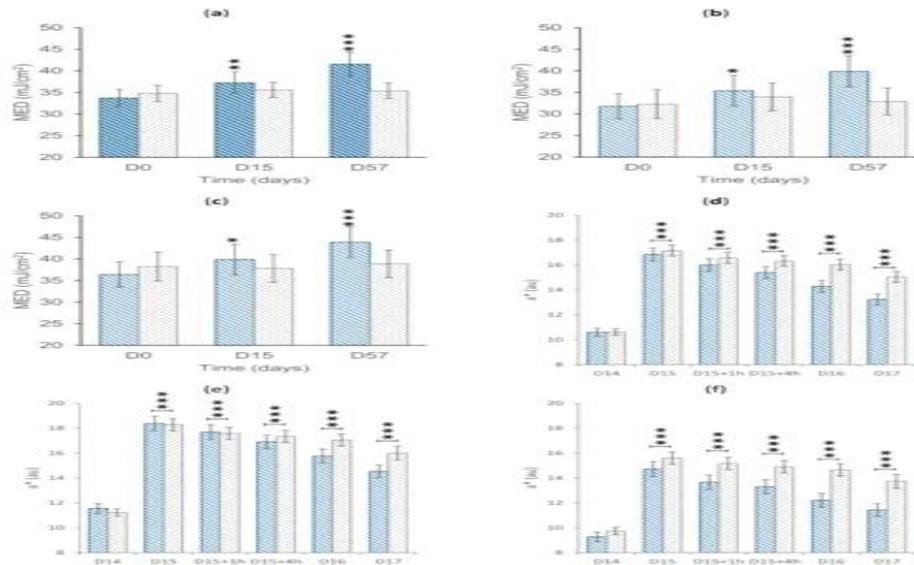
출처: Science Direct (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1756464623001615>)

5. Citrus(감귤류)

① 임상 약리시험 (반복투여에 따른 일반 약력학임상시험)

Citrus, 피부 항산화 및 노화 방지 효능

- 해당 연구는 태양 자외선 증가로 인한 피부 보호 측면에서 빨간 오렌지 추출물의 노화 방지 효능을 파악하기 위해 수행함. 아시아인과 백인으로 실험군으로 구성하여 인종 및 피부색 별 효능을 실험했으며, 빨간 오렌지 추출물을 포함한 식품 보충제를 56일간 매일 복용함. 그 결과, MED 변화 및 피부의 항산화 효능이 유의미한 증가폭을 보였으며, 지질 과산화 감소 개선 또한 효과적인 것으로 나타남. 이로 인해 해당 제품이 자외선 노출로 인한 유해한 영향 및 노화를 방지하는데 효과적임을 알 수 있음



▲ 활성 제품 그룹 및 플라시보 제품 그룹별 MED, 홍반 변화, MDA 변화

[표8] 감귤류 피부 항산화 및 노화 방지 효능 연구 요약

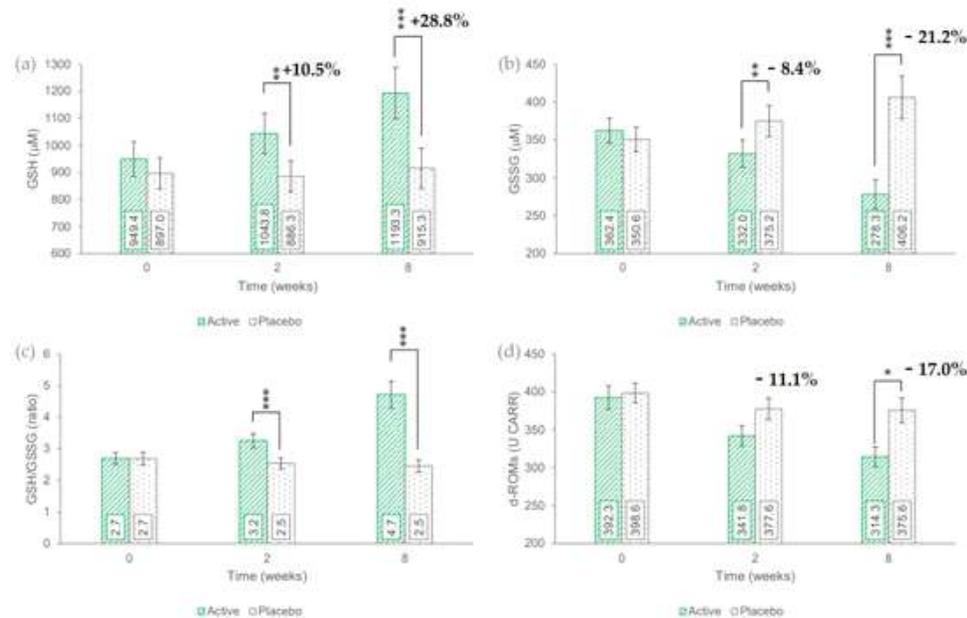
논문명	- (영문) Photoprotective and Antiaging Effects of a Standardized Red Orange (Citrus sinensis (L.) Osbeck) Extract in Asian and Caucasian Subjects: A Randomized, Double-Blind, Controlled Study - (국문) 아시아인과 백인을 대상으로 표준화된 붉은 오렌지(Citrus sinensis (L.) Osbeck) 추출물의 광보호 및 항노화 효과: 무작위, 이중 맹검, 통제 연구
연구자	Vincenzo Nobile, Andrea Burioli, Sara Yu, Shi Zhifeng, Enza Cestone , Violetta Insolia, Vincenzo Zaccaria, Giuseppe Antonio Malfa
저널	MDPI(Multidisciplinary Digital Publishing Institute)
일자	2022년 5월 27일
수행기관 (국가)	Bionap Srl (이탈리아, 중국)
모델	- 110명의 아시아인 및 백인 남녀를 활성 제품 그룹(n=55, 아시아인 32명, 백인 23명)과 플라시보 제품 그룹(n=55, 아시아인 32명, 백인 23명)으로 무작위 배정함. 활성 그룹은 Red Orange Complex 추출물을 포함한 식품 보충제를 섭취하고 플라시보 제품 그룹은 말토덱스트린과 이산화 티타늄을 포함한 캡슐 섭취하여 대조 연구
디자인	- 활성 제품 그룹은 식품 보충제를, 플라시보 제품 그룹은 300mg의 말토덱스트린과 0.2mg의 이산화 티타늄을 포함한 캡슐을 아침 식사 후에 섭취하여 14일과 56일차에 MED 변화, UV로 인한 피부 홍반, 항산화 효능을 확인함.
연구내용	- 연구 결과, 활성 제품 그룹의 MED 변화는 14일과 56일에 각각 10.0%와 22.2%가 증가했으며, 이 중 아시아인의 증가폭이 더 높았음. 반면, 플라시보 제품 그룹의 MED 변화는 없었음. UV로 인한 피부 홍반 변화는 활성 제품 그룹과 플라시보 제품 그룹 모두에게 유의한 수치 변화가 존재함. 피부의 항산화 효능은 활성 제품군에서 14일과 56일에 각각 8.6%와 22.3% 증가했으며, 지질 과산화물(MDA)는 유의하게 감소함.

출처: MDPI (<https://www.mdpi.com/2072-6643/14/11/2241>)

② 임상 약리시험 (반복투여에 따른 일반 약력학임상시험)

Citrus, 노화 및 노화 관련 질병 개선 효능

- 해당 연구는 세계 인구의 노화 및 관련 질병을 개선하기 위해 오렌지 추출물의 효능을 파악함. 60명의 참가자를 무작위 배정하여 제품 그룹군과 플라시보 그룹군으로 대조하였으며, 빨간 오렌지 추출물을 포함한 식품 보충제와 말토덱스트린 캡슐을 각각 8주간 매일 복용함. 그 결과, 제품그룹군에서 GSH 변화 및 d-ROMs 농도가 유의미하게 감소했으며, Red Orange Complex가 노화를 방지하고 관련 질병을 개선하는데 효과가 있음을 알 수 있음



▲ 활성 제품 그룹 및 플라시보 제품 그룹별 GSH, GSSG, d-ROMs 변화

[표9] 감귤류 노화 및 노화 관련 질병 개선 효능 연구 요약

논문명	- (영문) Antioxidant Efficacy of a Standardized Red Orange (<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck) Extract in Elderly Subjects: A Randomized, Double Blind, Controlled Study - (국문) 표준화된 붉은 오렌지(<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck) 추출물의 노인 대상 항산화 효능: 무작위, 이중 맹검, 통제 연구
연구자	Vincenzo Nobile, Marta Pisati, Enza Cestone, Violetta Insolia, Vincenzo Zaccaria, Giuseppe Antonio Malfa
저널	MDPI(Multidisciplinary Digital Publishing Institute)
일자	2022년 10월 11일
수행기관 (국가)	Bionap Srl (이탈리아)
모델	- 45세에서 60세까지의 참가자 60명을 대상으로 Red Orange Complex 추출물을 섭취하는 활성 제품 그룹군(n=30)과 말토덱스트린, 아산화 티타늄을 포함한 캡슐을 섭취하는 플라시보 제품 그룹군(n=30)을 무작위 배정 대조 연구
디자인	- 활성 제품 그룹은 식품 보충제를, 플라시보 제품 그룹은 300mg의 말토덱스트린과 0.2mg의 아산화 티타늄을 포함한 캡슐을 아침 식사 후에 섭취하여 2주와 8주 후에 적혈구 내 글루타치온 농도와 d-ROMs 혈액 농도 변화 확인
연구내용	- 연구 결과, 활성 제품 그룹의 적혈구 내 글루타치온(GSH) 농도 변화는 2주와 8주 후에 각각 10.5%와 28.8%가 증가했으며, 플라시보 제품 그룹의 GSH 농도 변화는 없었음. 또한, 활성 제품 그룹의 d-ROMs 농도가 유의미하게 감소했으며, 폐경기 여성의 경우 MRS 설문지의 모든 항목에서 유의미한 개선을 보여 Red Orange Complex 추출물의 섭취의 항산화 효과를 증명함

출처: MDPI (<https://www.mdpi.com/2072-6643/14/20/4235#>)

6. Cranberry(크랜베리)

① 기타 (원료 표준화)

Cranberry, 2형 당뇨병 인슐린 관련 새로운 약물 기반

- 대형 크랜베리의 건조 추출물과 아르기닌으로 변형된 건조 추출물을 기반으로 측정 진행하여 DQCM에 해당하는 매개변수 결정 및 지표를 수립함. 해당 연구를 기반으로 2형 당뇨병에서 인슐린 저항성 조건을 수정하기 위한 새로운 약물 개발 기반을 마련함

[표10] 크랜베리 건조 추출물 및 아르기닌 변형 추출물 연구 요약

논문명	- (영문) Standardization of Dry Extracts from Large Cranberry Leaves - (국문) 큰 크랜베리 잎에서 건조 추출물의 표준화
연구자	K. Vlasova, O. M. Koshovyi
저널	Journal of Organic and Pharmaceutical Chemistry
일자	2022년 11월
수행기관 (국가)	National University of Pharmacy of the Ministry of Health of Ukraine (우크라이나)
모델	- 지토미르 지역의 크랜베리 잎의 건조 추출물(추출물 1)과 페닐계 화합물 총량에 비례하는 3배의 아르기닌으로 변형된 건조 추출물(추출물 2)
디자인	- Hyperoside에 대한 플라보노이드 함량 및 하이드록시신나믹산을 기준으로 클로로제닉산을 계산한 스펙트로포도메트릭 방법의 양적 측정 진행
연구내용	- 실험 및 측정 결과에 따라 대형 크랜베리 잎 내 건조 추출물의 표준화 매개변수 결정됨. 용해도, 플라보노이드와 하이드록시신나믹산 및 아르기닌 함량에 따른 식별, 건조 손실, 에탄올 잔류량, 미생물 순도 및 중금속 함량을 지표로 DQCM(약물 품질 통제 방법)과 일치. 해당 연구를 기반으로 2형 당뇨병에서 인슐린 저항성 조건을 수정하기 위한 새로운 약물 개발 기반을 마련함

출처: Research Gate (https://www.researchgate.net/publication/365627246_Standardization_of_Dry_Extracts_from_Large_Cranberry_Leaves)

② 임상 약리시험 (반복 투여에 따른 약력학임상시험)

Cranberry, 여성 VVC의 치료와 예방 개선 효과

- Vulvovaginal candidiasis(VVC)에 대한 크랜베리의 A-프로안토시아닌(A-PACs)의 치료 효과에 대해 파악하고자 연구를 수행함. VVC를 보유한 여성을 대상으로 크랜베리 주스를 섭취군 및 표준 항진균 요법 치료군을 대조하여 임상적 치유율을 분석함. 그 결과, 장기 재발과 유의하게 관련이 있는 것으로 나타나 VVC의 치료와 예방에 사용될 수 있음

[표11] 크랜베리 여성 VVC 치료 및 예방 개선 효과 연구 요약

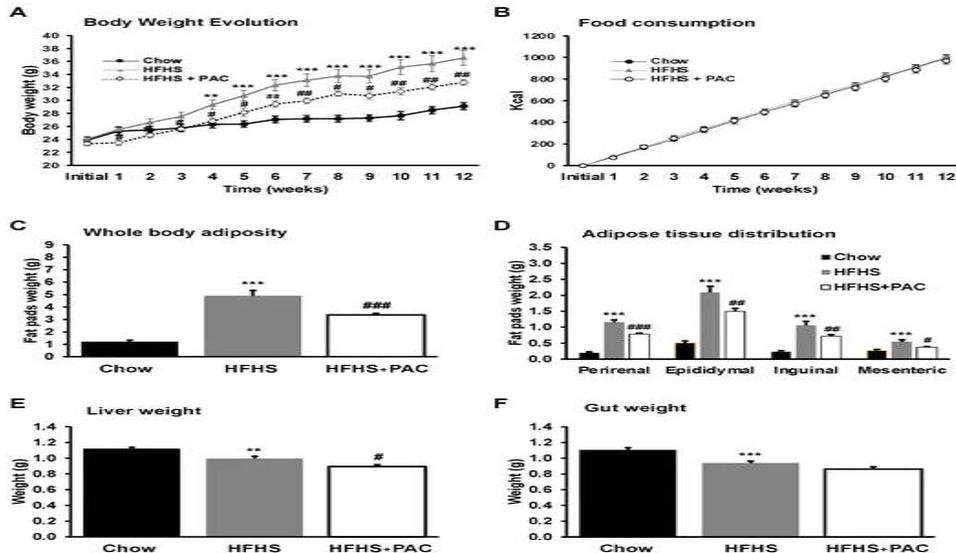
논문명	- (영문) Assessing the treatment effect in cranberry type A proanthocyanidins for the vulvovaginal candidiasis : A randomized controlled clinical trial - (국문) 외음질 칸디다증에 대한 크랜베리 A형 프로안토시아닌의 치료 효과 평가: 무작위 통제 임상 시험
연구자	Dongmei Wei, Yaoming Chen, Yueyue Chen, Yaxi Cai, Tao Cui, Xiaoyu Niu
저널	Authorea
일자	2022년 9월 30일
수행기관 (국가)	Sichuan University of West China (중국)
모델	- VVC 보유 300명의 여성을 대상으로 1그룹(n=100, 표준 항진균 요법으로 치료 받은 환자), 2그룹(n=100, 크랜베리 주스 Azmasol 섭취), 3그룹(크랜베리 주스Azmasol 섭취 및 미코나졸 수포 투여)으로 나누어 비교 대조 연구
디자인	- 2그룹은 6일간 16ml의 Azmasol 섭취 이후 추적조사에서 치유된 환자들은 8ml를 유지 섭취, 3그룹은 6일간 16ml의 Azmasol 섭취 및 3일간 질 내 미코나졸 수포 투여한 후 VVC의 임상적 치유율 및 질환 무증상 확인
연구내용	- 실험 결과, 7일 후의 조사에서 2그룹과 3그룹의 임상적 치유율은 1조와 크게 다르지 않았음. 그러나 Cox 회귀 분석 결과, Azmasol 섭취로 인한 유지 효과는 단기 재발과는 큰 관련이 없었지만 장기 재발과 유의하게 관련이 있는 것으로 나타남. 따라서 크랜베리 주스의 A-PACs가 VVC의 치료와 예방을 위한 아졸 항생제에 대한 대안으로 사용될 수 있음

출처: Authorea (<https://www.authorea.com/doi/full/10.22541/au.166453747.71704514>)

③ 비임상 약리시험

Cranberry, 대사 증후군 관련 질병 개선 효능

- 해당 연구는 대사 증후군의 증가에 따른 위험 요소 해결 및 합병증 방지용 크랜베리의 관련 개선 효능을 파악하기 위해 연구를 수행함. 연구는 생쥐들을 대상으로 그룹별로 일반 식이, 고지방/고당, 고지방/고당/크랜베리 프로안토시아니딘(PAC)을 섭취하게 하여 비만도, 포도당 및 지질 대사와 내피독성을 측정함. 연구 결과, PACs를 섭취한 그룹군이 대부분의 분야에서 유의한 결과를 나타냄. 해당 연구 결과로 크랜베리를 비만 예방과 대사 증후군 개선에 활용 할 수 있음



▲ 그룹별 실험에 따른 체중 증가, 에너지 섭취, 전체 지방 조직 무게, 조직 분포, 간, 장 무게

[표12] 크랜베리 대사 증후군 관련 질병 개선 효능 연구 요약

논문명	- (영문) Cranberry Proanthocyanidins as a Therapeutic Strategy to Curb Metabolic Syndrome and Fatty Liver-Associated Disorders - (국문) 대사 증후군 및 지방간 관련 장애를 억제하기 위한 치료 전략으로서의 크랜베리 프로안토시아니딘
연구자	Francis Feldman, Mireille Koudoufio, Ramy El-Jalbout, Mathilde Foisy Sauve, Lena Ahmarani, Alain Théophile Sane, Nour-El-Houda Ould-Chikh, Thierry N'Timbane, Natalie Patey, Yves Desjardins, Alain Stintzi, Schohraya Spahis, Emile Levy
저널	MDPI(Multidisciplinary Digital Publishing Institute)
일자	2022년 12월 30일
수행기관 (국가)	Université de Montreal (캐나다)
모델	- 48마리의 생쥐를 무작위로 3개 그룹에 배정하여 연구. 1그룹(n=12~16)은 Chow그룹으로 일반 식이 섭취, 2그룹(n=12~16)은 HFHS그룹으로 고지방/고당 식이 섭취, 3그룹(n=12~16)은 HFHS+PACs그룹으로 HFHS 식이에 PACs를 추가로 투여함
디자인	- 12주간 1그룹은 Teklad의 Chow 식이를 섭취, 2그룹은 HFHS(고지방/고당) 식이 섭취, 3그룹은 HFHS와 PACs(200mg/kg)를 투여하여 비만, 포도당 대사, 지질 대사, 내피독성을 측정하여 비교 대조함
연구내용	- 연구 결과, 1그룹과 2그룹의 체중은 유의하게 증가했지만 3그룹은 체중 증가가 낮았으며, 인슐린 수치와 HOMA-IR 지수에 유의미한 영향을 미친 것으로 나타남. 2그룹은 지질 대사 이상으로 중성지방 및 콜레스테롤 수치가 증가했으며, 3그룹은 지질 대사 이상과 식이로 인한 LPS 수준을 완화하고 MDA와 F2이소프로스탄 농도를 정상화시킴. 이에, 크랜베리가 대사 증후군에 긍정적인 효과가 있는 것으로 연구됨

출처: MDPI (<https://www.mdpi.com/2076-3921/12/1/90>)

7. Biotin(바이오틴)

① 임상 약리시험 (반복 투여에 따른 약력학임상시험)

Biotin, 갑상선 호르몬 수치 관련 개선 효과

- 바이오틴 함유 보충제(BCS)의 갑상선기능저하 환자의 치료 효과성 및 부작용을 파악하기 위해서 수행됨. 연구 결과, 낮은 용량의 바이오틴을 함유한 보충제 섭취는 갑상선 호르몬 관련 수치인 TSH 및 FT4에 유의미한 수치 변화로 이어지지 않는 것으로 나타남. 대규모의 시험을 통해 재검증할 필요성이 있음

[표13] 바이오틴 갑상선 호르몬 수치 관련 연구 요약

논문명	- (영문) The clinical significance of low dose biotin supplements (<math> < 300\mu\text{g}/\text{day}</math>) in the treatment of patients with hypothyroidism: crucial or overestimated? - (국문) 갑상선 기능 저하증 환자의 치료에서 저용량 바이오틴 보충제(<math> < 300\mu\text{g}/\text{일}</math>)의 임상적 중요성: 중요하거나 과대 평가되었나?
연구자	Nikolaos Angelopoulos, Rodis Pappadopoulos, Ioannis Androulakis, Anastasios Boniakos, Spyridon Karras, Sarantis Livadas
저널	Endocrine Abstracts
일자	2023년 5월 13일
수행기관 (국가)	AHEPA University Hospital (그리스)
모델	- 갑상선기능저하증 환자 57명의 실험군과 나이대가 대응되는 31명의 건강한 사람으로 구성된 실험군을 바탕으로 대조 시험
디자인	- 10~60일간 실험군에게는 $300\mu\text{g}/\text{day}$의 BCS를 사용하고, BCS 섭취 중단 후 10일간 TSH 및 FT4 농도 측정 진행하여 정상 갑상선 호르몬 수준을 가진 그룹군과 비교 분석함
연구내용	- BCS 섭취 중단 후 TSH의 유의한 증가 및 FT4의 농도 감소가 관찰됨. 그러나 임상적인 측면에서 해당 수치는 경미하며, 57명 중 TSH가 현저하게 감소한 환자 2명 (3.51%)에서만 약물 투여량 조정으로 이어짐. 갑상선 호르몬 수치 관련 TSH 및 FT4와 섭취 바이오틴 용량 사이에 통계적으로 유의한 상관관계 검출되지 않음. TSH 수치의 유의한 증가는 BCS를 매일 $100\mu\text{g}$ 이상 복용한 하위 그룹에서만 검출됨

출처: Endocrine Abstracts (<https://www.endocrine-abstracts.org/ea/0090/ea0090P508>)

해외 기능성 소재 트렌드 분석 정보제공 시리즈(1/2)

글로벌 기능성 소재 트렌드 Global Functional Ingredients Trends