

기능성화장품 연구개발 동향

경 기 열[†]

LG생활건강기술연구원 피부과학연구소

R&D Trends of Functional Cosmetics

Kee Yeol Kyong[†]

Skin Science Research Institute, LG Household & Health Care Research Park, Daejeon 350-343, Korea

Abstract: 국내 화장품 시장규모는 꾸준히 증가하고 있으며 특히 기능성화장품 시장은 점차 그 비중이 늘고 있다. 따라서 소비자 욕구에 부합되는 보다 높은 효능의 기능성화장품 개발이 요구되고 있다. 이를 위해서는 피부생리에 대한 기본적인 메커니즘 연구를 기반으로 피부활성물질의 개발 및 이를 효과적으로 전달할 적절한 제형의 개발이 선행되어야 한다. 먼저 기능성화장품의 소재개발은 크게 두 가지 방향에서 접근이 이루어지고 있다. 하나는 피부과학이나 약학, 생명과학 등 인접기술 분야에서 그 효능이 알려진 물질을 화장품에 적합하게 도입하는 방법이다. 다른 하나는 한방 생약재 및 천연물 등으로부터 효능물질을 추출하거나 정밀화학, 생명과학 기술을 응용하여 신물질들을 개발하여 효능을 찾아가는 방법이 이용되고 있다. 한편 기능성화장품은 효능물질을 피부 내부에 적절히 전달하는 경피흡수시스템 관련 기술개발이 중요한데, 리포솜, 나노캡슐 등 미립자 포접체의 개발 및 선택적 경피흡수를 위한 제제 개발 등 transdermal delivery system (TDS) 분야의 연구가 활발히 진행되고 있다. 또한 소재나 제제 등이 객관적인 효능을 갖고 있는지, 그것이 인체에 안전한지 등을 측정할 수 있는 평가법의 개발이 중요하다. 이 분야에서는 효능을 객관적으로 입증하기 위한 여러 가지 다양한 *in vitro*, *in vivo* test 방법들이 개발되어 활용되고 있다.

Keywords: functional cosmetics, skin lightening, anti-wrinkle, sunscreen

1. 서 론

과학의 발달과 함께 인간의 수명은 점점 늘어나고 있으며 여기에 저 출산 등의 요인으로 우리나라는 급속히 고령화 사회로 접어들었다[1]. 이에 대해 화장품산업 분야에서도 장기적인 관점에서의 대응이 필요한 상황이며 특히 기능성화장품에 대한 관심은 점점 높아질 것으로 예상된다. 최근 국내 화장품 시장은 꾸준히 증가하고 있으며, 그 중에서도 특히 2001년부터 도입된 기능성화장품은 그 시장규모가 점차 늘어나고 있는 추세이다[2]. 이는 화장품이 단순히 피부보호 또는 미화를 위한 것이 아니라 어느 정도의 효능을 갖고 있을 것이라는 소비자의 기대심리가 반영된 결과라고

생각된다. 그러나 아직은 기능성화장품의 효능에 대한 소비자 만족도는 그다지 높지 않은 상태이다. 따라서 소비자 욕구에 부합되는 보다 높은 효능의 기능성화장품의 개발이 요구되고 있는데, 이를 위해서는 우선 피부생리에 대한 기본적인 메커니즘 연구를 기반으로 한 피부 활성물질의 개발 및 이를 효과적으로 전달할 적절한 제형의 개발이 선행되어야 한다. 기능성화장품을 개발하기 위해서는 크게 네 가지 방향에서의 접근이 필요하다. 첫째는 피부과학을 통한 생리적 메커니즘에 관한 연구가 필요한데, 새로운 작용원리 및 기전을 밝힘으로써 새로운 소재의 개발 및 기능의 부여가 가능하기 때문이다. 둘째로 효능이 한 단계 높은 새로운 소재의 개발이다. 이는 피부과학, 약학, 생명과학 분야에서 이미 효능이 알려진 물질을 도입하는 방법과, 천연물로부터 유효성분을 추출 정제

[†] 주저자 (E-mail: kykyung@lgcare.com)

Table 1. Skin Lightening Mechanism and Some Representative Active Materials

Mechanism	Example
UV protection	Octyl methoxycinnamate, Oxybenzone, Titanium oxide, Zinc oxide
Control of signals transduction	Immelin, Chamomile ext.
Inhibition of tyrosinase synthesis	Phytoclear EL-1, Selina
Inhibition of tyrosinase activity	Arbutin, Licorice ext, Mulberry ext.
Reduction of melanin	Vitamin C, Glutathion, Coenzyme Q10
Stimulation of skin turnover	AHA, Salicylic acid, Protease

하여 효능을 검증하는 방법, 완전히 새로운 신소재의 개발 및 유도체의 합성 등이 있을 수 있다. 셋째로는 유효성분을 원하는 부위에 전달효율을 높일 수 있는 제제기술이 필요한데, 여기에는 불안정한 성분의 안정화 기술이라든지 효능성분의 경피흡수 촉진을 위한 기술 및 유효성분의 용해도 및 분산효율을 향상시킬 수 있는 기술개발이 요구된다. 넷째로는 개발된 소재나 제제의 효능을 객관적으로 측정할 수 있는 기술이 필요하다. 국내에서 인정하는 기능성화장품은 “피부의 미백에 도움을 주는 제품”, “피부의 주름개선에 도움을 주는 제품”, “피부를 곱게 태워주거나 자외선으로부터 피부를 보호하는데 도움을 주는 제품”의 세 가지 카테고리가 있다[3]. 본고에서는 이들 기능성화장품 관련 소재, 제형, 평가법 등에 관한 최근의 연구개발 동향을 중심으로 간단히 살펴보고자 한다.

2. 미백 기능성화장품의 연구개발 동향

2.1. 검은 피부의 원인 및 미백화장품의 작용 원리

피부색은 멜라닌색소, 베타카로틴, 혈액 등에 의해 결정되는데 그 중에서 가장 영향이 큰 요인이 멜라닌 색소이다. 멜라닌 색소는 피부 표피의 맨 아래에 위치한 기저층에 존재하는 멜라노사이트에서 만들어지는데, 여기서 만들어지는 멜라닌은 흑색이나 갈색을 띠는 eumelanin과 적색이나 황색을 띠는 pheomelanin의 두 가지가 있다. 검은 피부의 특징은 일단 멜라닌의 함량이 높고, pheomelanin에 비해 eumelanin이 상대적으로 더 많으며, 멜라닌 합성 효소인 tyrosinase의 함량 및 TRP-1이나 TRP-2 같은 단백질의 함량이 높은 것

으로 알려져 있다. 또한 멜라노좀(melanosome)들이 케라티노사이트로 전이될 때 검은 피부에서는 개별적으로 분산되어 전이되는 반면 밝은 피부에서는 멜라노좀들의 크기가 작고, 케라티노사이트로 전이될 때 membrane-bound package 상태로 전이된다. 멜라닌의 생성은 자외선이나 염증 등 자극에 의해 촉진된다. 그러므로 멜라닌 색소가 만들어지는 것을 줄이기 위해서는 자외선 같은 외부 자극을 줄이거나, 이러한 자극이 멜라노사이트로 전달되는 신호를 차단하거나, 멜라닌색소 생성 효소인 티로시나제의 합성을 억제 또는 활성을 저해하는 방법 등이 있을 수 있다. 또한 생성된 멜라닌을 환원시키거나 각질박리 작용에 의해 외부로 배출시키는 방법이 있다. 각각의 단계에서 작용하는 대표적인 미백성분들을 Table 1에 나타내었다.

2.2. 최근 미백화장품 개발 동향

미백 기능성화장품을 제조 판매하기 위해서는 주성분의 선정이 우선되어야 한다. 현재 식약청 고시 제2009-166호에 고시된 미백 기능성 화장품에 대한 주성분은 닥나무추출물(2%), 알부틴(2~5%), 에칠아스코빌에텔(1~2%), 유용성감초추출물(0.05%), 아스코빌글루코사이드(2%), 마그네슘 아스코빌포스페이트(3%), 나이아신아마이드(2~5%), 알파-비사보롤(0.5%), 아스코빌테트라이스팔미테이트(2%)의 9종이 있다. 이들은 고시된 농도를 사용한 경우 안전성 유효성 심사 자료의 제출이 면제된다[4].

이외에도 속수자종자추출물(Phytoclear EL-1), 백출유(Selina), 감국추출물(Diosmetin), 루시놀(Lucinol), 천궁추출물, 상지추출물 등이 기능성화

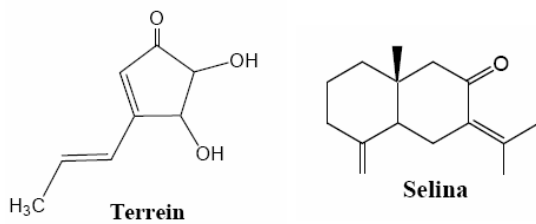


Figure 1. The structure of Terrein and Selina.

장품 등의 심사에 관한 규정에 나와 있는 자료를 제출하여 개별적으로 기능성을 인증 받아 사용 중에 있다.

최근 미백 기능성 소재의 개발은 주로 미생물 유래의 성분들 또는 약용식물 유래의 성분들이 주류를 이루고 있다. 미생물 유래의 대표적인 성분으로는 Terrein이라는 물질이 있는데, 이의 작용 원리는 멜라닌세포에만 특이하게 발현하는 전사인자인 microphthalmia transcription factor (MITF)의 발현을 억제하는 것으로 밝혀졌다[5]. 또한 약용식물 유래의 대표적인 성분으로는 백출에서 분리 정제된 물질인 Selina[6]를 들 수 있다. 이 역시 통상의 미백 기능 성분들의 작용원리와는 다르게 티로시나제의 활성을 억제하지는 않지만 티로시나제 합성에 관여하는 mRNA의 발현을 억제하는 것으로 확인되었다. 이들 Terrein과 Selina의 구조식을 Figure 1에 나타내었다.

한편, 미백화장품에 대한 연구가 매우 활발한 일본에서의 미백 기능성 소재 개발 동향을 살펴보면, 역시 식물 유래의 성분들에 대해 많은 연구를 하고 있는 것을 볼 수 있다[7]. Table 2에 최근 일본에서 개발되어 이용되고 있는 미백 기능성 소재들을 나타내었다.

3. 주름개선 기능성화장품의 연구 개발 동향

3.1. 주름생성의 원인 및 주름개선 작용 원리

미백과는 다르게 주름개선에 관한 정확한 메커니즘은 상대적으로 덜 밝혀져 있다. 주름의 주원인으로는 피부노화를 들 수 있는데, 노화에는 크게 자연노화와 광노화의 두 가지 경우로 나누어 볼 수 있으며 이에 대한 증상 및 결과를 Table 3에 나타내었다. 즉, 피부의 주름은 세포재생 능력의 저하로 인해 콜라겐이나 엘라스틴 같은 탄력섬유가 감소하거나 활성산소에 의해 과산화지질이 생성된다든지 생체 구성물질의 산화에 따른 변성, 과도한 근육운동에 의한 피로 등이 원인으로 알려져 있다. 그러므로 노화 방지 또는 주름을 개선하기 위해서는 콜라겐 합성 촉진, 항산화 작용, 근육 피로 방지 등의 기능이 요구된다.

주름개선 기능성화장품을 만들기 위한 주성분으로 고시된 성분으로는 레티놀(2500 IU/g), 레티

Table 2. Recently Developed Skin Lightening Materials in Japan

Material	Mechanism	Remark
Cherry ext.	Anti-inflammation Inhibition of B16 melanoma cell	
Sandalwood ext.	Anti-inflammation Inhibition of B16 melanoma cell	
Plum ext.	Differentiation of stratum corneum	
Fruit juice ferments	Turnover of stratum corneum	
Tranexamic acid	Tyrosinase inhibition Anti-plasmin	Shiseido
Phenyl thiourea (PTU)	Tyrosinase degradation	
Raspberry ketone	Tyrosinase inhibition	Kanebo
Biphenyl compounds	Tyrosinase inhibition	Kanebo
Sesquiterpen lactone	Tyrosinase inhibition	Shiseido
Niacinamide	Inhibition of melanosome transfer	
Centeureitin	Inhibition of dendrite	Pola
Adenosine monophosphate (AMP)	Turnover of stratum corneum	

Table 3. Comparison between Intrinsic Aging and Photo-aging

Intrinsic aging		Photo-aging
Cause	Change with aging	Damage by UV ray
Symptom	Skin thinning Flatness of DEJ Increasing collagen cross-linking	Abnormal cell arrangement Abnormal cell polarity Accumulation of denatured elastic fiber
Result	Dryness Decrease of elasticity Fine wrinkle Age spot Abnormal vein	Deep & rough wrinkle Irregular spot Loss of elasticity Rough skin

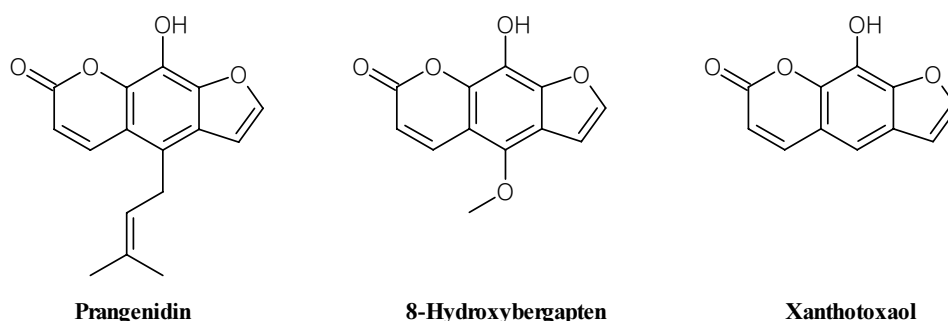


Figure 2. The structure of prangenidin, 8-hydroxybergapten and xanthotoxol extracted from *angelica dahurica*.

닐팜미테이트(10000 IU/g), 아데노신(0.04%), 폴리에톡실레이티드레틴아마이드(0.05~0.2%)의 4종이 있다[4]. 이들 역시 고시된 농도를 사용한 경우 안전성 유효성 심사 자료의 제출이 면제된다. 이외에도 개별 인증을 통해 기능성화장품으로 승인된 제품 중에는 주성분으로 하이드록시프롤린, 7-디하이드로콜레스테롤, 카이네틴, 작약추출물, 빈랑자추출물 등이 있다.

3.2. 최근 주름개선 기능성화장품 개발 동향

주름개선 기능성 소재는 주로 표피세포의 분화 및 재생을 조절하는 성분, extracellular matrix (ECM)을 조절하는 물질, 활성산소를 소거하는 항산화제, 항염증작용 성분, 자외선에 의한 손상을 방어하는 성분 및 기타 근육운동을 저하하는 유사 보톡스 개념의 펩타이드류들이 주류를 이루고 있다. 먼저 표피세포의 분화 및 재생을 조절하는 물

질로는 기존의 retinoids와 AHAs 외에도 mevalonic acid 등이 개발 이용되고 있다. ECM 조절 성분으로는 작약에서 추출한 paoniflorin이라든지 백지에서 추출한 prangenidin 같은 성분들이 개발되어 이용되고 있다. Prangenidin의 경우 PCIP enzyme immunoassay를 통한 콜라겐 생합성 능력을 조사한 결과 비타민 C에 비하여 약 20배 정도 우수한 것으로 확인되었으며, prangenidin을 포함한 백지의 주성분들의 구조식을 Figure 2에 나타내었다[8].

한편, 자외선에 의해 손상받기 쉬운 DNA를 보호하거나 repair하는 성분들이 개발되기도 하였는데, 대표적인 예로 식물성 플랑크톤(*plankton A nidulans*)에서 추출한 것으로 DNA 손상치유 기능의 효소로 알려진 photolyase 등도 개발 이용되고 있다[9]. Table 4에 이들을 포함한 주름개선 기능성분들의 예를 나타내었다.

Table 4. Anti-wrinkle Mechanism and Some Representative Active Materials

Mechanism	Example	Remark
Control of differentiation of epidermal cell	Retinoids α -Hydroxy acids (AHAs) Mevalonolacton (Mevalonic acid, MA) Niacinamide (Nictinamide, NA)	Stimulating skin turnover
	Silicic acid N-Methyl-L-serine (NMS) Isoflavonoids Dehydroepiandrosteron (DHEA)	Inhibition of collagen metabolism (MMP-1 inhibition)
Control of ECM components	Paoniflorin Prangenidin-77	Collagen synthesis
	Retinoic-d- δ -tocopherol 3-methylcyclopentadecanone	Hyaluronic acid synthesis
Scavenging of ROS	Benzastatins Inoscapin Melanocins Coenzyme Q10 Astaxanthin	Inhibition of lipid peroxidation
Anti-inflammation	Glycyrrizic acid derivatives	
UV protection, DNA Repair	Creatin Photolyase (Photosome) Candlebush ext	Protection of gene
Other	Acetyl hexapeptide	Reduction of muscular motion

4. 자외선차단 기능성화장품의 연구개발 동향

4.1. 자외선이 피부에 미치는 영향

태양광선은 단파장의 방사선으로부터 장파장의 라디오파에 이르기까지 넓은 스펙트럼을 갖고 있는데, 그 중 저파장 영역(100~400 nm)에 존재하는 자외선이 광 기인성 피부반응의 주된 원인이다. 자외선은 파장에 따라 3개로 나누어지는데, 100~280 nm의 가장 짧은 파장을 갖는 자외선을 UVC라 부른다. 288 nm 이하의 단파장 자외선은 오존층의 필터효과에 의해 지표에 도달하지 못한다. UVC는 생물에 대해 강한 해를 끼치나 위에서 언급한 대로 위험성을 걱정할 필요는 없다. 그러나 용접공과 같이 UVC에 노출될 가능성이 있는 직업을 갖는 사람은 주의가 필요하다. 이에 반해 중간영역의 자외선(290~320 nm)인 UVB는 오존층을 통과하고 태양광으로부터 발생하는 피부 광생물학적 반응의 주된 원인이 된다. UVB는 대개

유리창은 통과하지 못하며 피부에서는 표피층까지만 도달하고 과량 노출 시 화상에 해당하는 홍반을 일으킨다. 장파장 자외선(320~400 nm)의 UVA는 파장이 상대적으로 길어 유리창을 잘 통과하며 피부에서는 진피층까지 도달하여 중요한 광생물학적 작용을 갖는다. 이는 피부 흑화나 광노화의 주원인으로 작용한다고 알려져 있다(Table 5).

자외선차단 기능성화장품을 개발하기 위한 고시성분은 미백과 주름개선 화장품보다 훨씬 많은 29종에 이르며 이들을 Table 6에 나타내었다[4]. 이들은 각 성분별로 최대 사용할 수 있는 배합한도가 지정되어 있으며, 0.5% 이하 사용 시에는 자외선차단제로 보지 않고 변색방지라든지 다른 목적으로 배합한 경우라고 할 수 있다.

자외선차단용 화장품의 자외선 차단효과는 sun protection factor (SPF)로 표시하는데, 이는 자외선에 의해 홍반이 일어나는 것을 막아주는 정도를 나타내는 것으로 주로 UVB 차단 효과를 의미한

Table 5. Comparison of Effect on Skin by UVA and UVB from Sun

	UVA	UVB
Quantity	High	Low
Strength	Low	High
Skin transmission degree	Transmit into dermis	Scattering and reflecting on epidermis
Effect on skin	Tanning Destroy collagen, elastin → causing skin aging (wrinkle)	Sunburning Inflammation Abnormal keratinization

Table 6. Registered Active Materials for Sunscreen Functional Cosmetics in Korea

No	Active agent	Limit content (%)
1	Glyceryl PABA	0.5~3.0
2	Drometrizole	0.5~7.0
3	Digalioyl trioleate	0.5~5.0
4	3,(4-methylbenzylidene) camphor	0.5~5.0
5	Menthyl anthranilate	0.5~5.0
6	Benzophenone-3	0.5~5.0
7	Benzophenone-4	0.5~5.0
8	Benzophenone-8	0.5~3.0
9	Butyl methoxydibenzoylmethane	0.5~5.0
10	Cinoxate	0.5~5.0
11	Octocrylene	0.5~10.0
12	Ethylhexyl dimethyl PABA	0.5~8.0
13	Ethylhexyl methoxycinnamate	0.5~7.5
14	Ethylhexyl salicylate	0.5~5.0
15	Ethylhexyl triazone	0.5~5.0
16	p-Aminobenzoic acid	0.5~5.0
17	2-Phenylbenzimidazole-5-sulfonic acid	0.5~4.0
18	Homosalate	0.5~10.0
19	Zinc oxide	25.0
20	Titanium dioxide	25.0
21	Isoamyl-p-methoxycinnamate	10.0
22	Bis-ethylhexyloxyphenol methoxyphenyl triazone	10.0
23	Disidium phenyl dibenzimidazole tetrasulfonate	10.0 as acid
24	Drometrizol trisiloxane	15.0
25	Diethylhexyl butamido triazone	10.0
26	Polysilicone-15 (Dimethicodiethyl benzal malonate)	10.0
27	Methylene bis-benzotriazolyl tetramethylbutylphenol	10.0
28	Terephthalylidene dicamphor sulfonic acid and its salts	10.0 as acid
29	Diethylamino hydroxybenzoyl hexyl benzoate	10.0

다. 이것은 SPF가 높은 제품을 바르고 햇빛에 노출되면 상대적으로 피부 흑화 및 노화에 영향이 강한 UVA에는 무방비 상태로 노출될 가능성이 있으므로 위험하다. 그러므로 높은 SPF 뿐만 아니라 UVA도 효과적으로 차단할 수 있는 제품을 선택하는 것이 무엇보다 중요하다. 자외선A 차단효과는 SPF와는 다르게 구체적으로 수치로 나타내

기 어렵기 때문에 일정 범위로 나누어서 PA+, PA++, PA+++의 3단계로 표시하도록 규정되어 있다[10].

4.2. 최근 자외선차단 기능성화장품의 연구개발 동향

자외선차단 기능성 성분은 광 에너지를 화학적

Table 7. Classification of Sunscreen Agents

Mechanism	Example	Remark
UV Absorber	PABA Cinnamic acid derivatives Salicylic acid derivatives Benzophenone derivatives	Ethylhexyl methoxycinnamate Ethylhexyl salicylate
UV Scatterer	Titanium dioxide Zinc oxide	
Booster	Cellulose PVA/ α -olefinic polymers Acrylic acid polymers Silicone resin Fluorinated silicone resin	Polyacrylate-15 (and) polyacrylate-17 Polysiloxane-15

으로 흡수하는 물질인 자외선 흡수제와 광을 물리적으로 산란 반사시키는 물질인 자외선 산란제의 크게 두 가지로 나눌 수 있는데, 이들을 총칭하여 자외선차단제라고 부른다. 이들은 공히 인체에 대한 안전성 측면에서 세계 각국에서 그 사용함량을 규제하는 등 사용상의 제약이 따르기 때문에 새로운 자외선 차단제의 개발은 상대적으로 매우 미미한 상황이다. 특히 자외선 흡수제 중에서 전통적으로 많이 사용되어 왔던 파라아미노산식향산(PABA)계 성분들은 발암성에 대한 논란이 일면서 그 사용이 급격히 감소하고 있으며, 벤조페논(benzophenone)계 물질 역시 환경호르몬 의심물질로 분류되면서 사용을 자제하는 추세이다. 자외선 산란제는 전통적으로 이산화티탄(TiO_2)과 산화아연(ZnO)이 주로 사용되고 있다. 이들은 같은 성분이라도 입자의 크기나 모양 또는 표면처리 상태 등에 따라 물성이 다르기 때문에 적당한 사양의 소재를 선정하는 것이 무엇보다 중요하다. 또한 같은 소재를 사용하더라도 제품 내에서의 분산 상태에 따라서 그 기능이 달라지기 때문에 가능하면 1차 입자 상태로 미세하게 분산시킬 수 있는 제형 기술이 매우 중요한 포인트이다. 이러한 신규 자외선 차단제의 개발의 어려움에 따라 최근에는 자외선 차단제의 효율을 높여주는 이른 바 기능상승제(boosting agent)들의 개발이 활발한데, 예를 들면 폴리아크릴계 고분자 물질이라든지 실리콘계 고분자 물질들이 이러한 용도로 개발되고 있다

(Table 7). 이들을 처방에 이용할 경우 같은 자외선차단제를 사용하면서도 상대적으로 높은 자외선차단 효과가 나타나는 것으로 확인되었다[11].

또한 물리적 자외선차단제들인 이산화티탄과 산화아연 입자의 분산 효율을 높이기 위한 방법으로 다양한 표면처리 및 분산장치들이 개발되고 있는데, 이에 관한 한 연구에 의하면 비드밀(bead mill)을 이용하여 미세하게 분산된 산화아연 입자는 고압 호모게나이저를 이용하여 분산시켰을 때보다 훨씬 높은 자외선차단 지수(SPF)를 얻었다[12].

5. 기능성화장품 관련기술 개발 동향

차별화되고 진보된 기능성화장품을 개발하기 위해서는 여러 가지 관련 기술의 확보가 중요하다. 우선 새로운 후보물질들에 대한 소재로서의 가능성을 찾기 위한 스크린 방법의 확보가 중요하다. 수많은 물질 중에서 효능물질을 찾기란 쉽지 않은데, 이를 빠른 시간 내에 스크린 할 수 있어야 비용과 시간이 적게 들고 성공 가능성도 높기 때문이다. 그 다음으로는 개발하려는 신소재를 고순도로 대량 생산하는 생산기술이다. 아무리 효능이 좋은 물질이라도 상품화에 필요한 양을 확보할 수 있어야 하며 가격 면에서 경제성이 있어야 하기 때문이다. 여기에는 유효성분의 순수 분리를 위한 추출 및 정제기술, 고수율·고효율의 합성기술, 고

농도 배양 및 정제기술 등이 해당된다. 그러기 위해서는 생명공학기술, 세포배양기술, 면역학기술, 분자생물학적 기반기술 등이 뒷받침되어야 한다. 또한 개발된 신소재의 효능을 극대화시킬 수 있는 제형기술의 개발이 절대적으로 필요하다. 대개 새롭게 개발된 소재의 경우 소재 자체로는 효능이 우수하지만 안정성, 용해성 등이 나빠서 제제화하기 어렵다든지 제제화가 가능하더라도 피부에 흡수가 잘 되지 않아 기대한 효능을 나타내지 못하는 경우가 흔히 있다. 이러한 문제를 극복하기 위해서는 효능성분의 안정성, 경피흡수성을 높일 수 있는 제형기술의 확보가 필요하다. 이러한 제형기술의 예로서는 마이크로 캡슐 또는 나노 기술 등이 있다.

5.1. 기능성 소재개발 동향

새로운 과학기술의 진보에 따른 다양한 메커니즘의 규명으로 선택적으로 작용하는 효능·효과 소재 발굴이 활발하게 진행되고 있다. 예를 들면 미백 기능성 소재의 경우 과거에는 멜라닌 합성 효소인 티로시나제의 활성을 억제하는 기능을 갖는 성분들이 주로 개발되어 왔는데, 요즘에는 자외선이나 염증 등 외부 자극원으로부터 멜라닌 색소 세포로의 신호전달을 차단한다든지, 티로시나제를 합성하는 유전자의 발현을 억제하여 티로시나제가 만들어지지 못하도록 하는 등의 기능을 갖는 소재들도 개발되고 있다. 주름개선 기능성 소재의 경우 항산화 효과에 의한 과산화지질의 생성억제, 콜라겐이나 엘라스틴 같은 탄력섬유의 합성을 촉진시키는 것 외에도 요즘에는 보톡스의 작용원리를 이용한 근육운동 억제를 통하여 주름을 개선시키는 성분들의 개발이 활발하게 이루어지고 있다. 자외선차단제의 경우 기존에는 UVB 차단제가 대부분이었는데, 최근에는 UVA에 대한 관심이 높아지면서 UVA 차단제들의 개발도 활발하게 이루어지고 있다.

효능효과를 나타내는 성분들은 대개 부작용을 동반하는 경우가 흔하다. 그러므로 부작용 가능성이 적은 소재를 개발하는 노력이 필요하다. 이러

한 목적으로 최근 천연 식물에서의 유효성분 추출하는 연구가 활발하다. 천연식물이라고 해서 모두 안전한 것은 아니지만 새롭게 합성된 물질보다는 안전성 측면에서 문제가 될 가능성은 훨씬 적다고 할 수 있다.

비타민이나 효소 같은 물질들은 효능은 우수하지만 제제화할 경우 제품 내에서의 안정성이 나빠서 상품화시키기가 어려운 경우가 흔하다. 이런 이유로 효능이 크게 저하되지 않는 한도 내에서 화학적 처리를 통하여 안정한 유도체를 개발하려는 노력도 많이 이루어지고 있다. 또한 새롭게 개발된 성분 중에는 물이나 오일 등에 잘 용해되지 않아 제제화가 어려운 물질들도 있다. 이 역시 간단한 화학적 처리를 통하여 물성을 개선시켜 다양한 제형에 적용이 가능하도록 하는 노력이 이루어지고 있다.

5.2. 기능성 제제기술 개발 동향

기능성 화장품의 제제기술 개발 동향으로서는 우선 유효성분의 안정화 및 서방화를 위한 제형기술의 개발이 활발하게 진행되고 있다. 이러한 제제기술의 예로서는 리포솜(liposome) 등 폐쇄 구조체를 이용하는 방법, 사이클로덱스트린(cyclodextrin) 등 당류의 구조체에 포접시키는 방법, 다중에멀전(multiple emulsion), 액정(liquid crystal) 구조에 의한 안정화 방법, 알긴산 등 고분자 화합물과의 가교 결합에 의한 안정화, 무수(anhydro) 제형을 이용하는 방법, 고용점 왁스를 이용한 유효성분의 비드(bead)화 방법, 고분자 물질의 라디칼 반응에 의한 가교결합 형성을 이용한 마이크로 캡슐화 방법 다양한 방법들이 시도되고 있다.

또한 기능성화장품의 효능을 높이기 위해서는 유효성분의 경피흡수를 향상시키는 기술이 요구되는데, 그 이유는 아무리 효과가 좋은 물질이라도 피부 내부로 침투되지 못하고 표면에만 머무르게 되면 효능을 발휘할 수 없기 때문이다. 그러므로 각 성분의 특성에 맞는 제형의 적용 및 피부 흡수 촉진성분을 병용할 필요가 있다. 반면에 자외선차단 기능성화장품의 경우에는 가능하면 자외

선 차단제 피부 내로 흡수되지 않도록 하는 것이 좋으며, 내수성(water-proof)이나 지속성이 좋아야 한다. 그러기 위해서는 물에 잘 씻기지 않는 water in oil (W/O) 타입의 에멀전 제형이나 water in silicone (W/S) 타입 에멀전 제형이 주로 이용되고 있다.

5.3. 기능성화장품과 분석기술

기능성 화장품에서 유효성분에 대한 물리화학적 안정성과 유효성분의 유효농도를 검증하기 위해서는 화장품 분석기술에 대한 다양한 방법적 연구가 필수적이다. 화장품은 제제의 안전성, 안정성, 사용성 확보를 위해 수많은 성분들로 복잡하게 처방되기 때문에, 다양한 제제 내에서의 유효성분을 정확하게 분리 정제하여 분석하는 기술이 중요하다. 특히, 기능성 화장품은 물리화학적으로 불안정한 경우, 사용기한을 설정하도록 규정하고 있기 때문에[13] 미량의 기능성 성분에 대한 분석 기술은 화장품 연구의 승패를 결정짓는 중요한 요인으로 작용할 수 있다. 현재까지는 GC, HPLC 등 크로마토그래피법이 주로 이용되나, 향후에는 다양한 소재 및 제형의 개발에 따라 Mass, NMR, X-ray, 전자현미경 등 여러 가지 분석기술에 대한 개발이 진행될 것으로 사료된다.

5.4. 기능성화장품의 평가법

기능성 화장품은 고신된 주성분을 사용하지 않는 경우 유효성 또는 기능을 입증하는 자료를 제출하도록 규정되어 있다. 현재 인체 효력 시험자료(임상시험자료)로 기능성 화장품의 기능을 입증하고 있는데, 자외선차단효과 측정방법은 고시되어 있으며[10], 주름개선 기능성화장품의 유효성 평가 가이드라인이 제정되어 있다[14]. 미백효과 평가에 대한 가이드라인은 아직 제정되어 있지 않으나 향후 이에 대한 가이드라인도 제정될 것으로 전망된다. 한편, 현재까지 인체 효력 시험을 대신할 만한 유용한 방법이 설정되지 않았으나 향후, 시험비용, 시험기간, 방법 설정 등의 어려움으로 인해 재현성이 우수한 비임상시험의 모델이 개발

될 것으로 전망된다. 그러나 동물을 이용한 실험은 전 세계적인 규제 움직임으로 인하여 적용의 한계가 예상된다. 그러므로 향후 인체시험을 대신할 새로운 in-vitro 평가방법 개발에 많은 연구와 노력을 투자해야 할 것이다. 최근에는 여러 가지 다양한 방법들이 개발되어 이용되고 있는데, 예를 들어 미백효과를 평가함에 있어서 보통의 육안으로는 잘 관찰하기 어려운 피부흑화 정도를 UV photography라는 장치를 이용하면 흑화정도를 훨씬 잘 관찰할 수 있다. 또한 주름개선 효과를 분석함에 있어서 사용 전후의 상태를 분석함에 있어 3D 이미지 분석방법을 이용할 경우 기존의 2D 이미지 분석법에 비하여 훨씬 객관적이고 정확한 데이터를 얻을 수 있다[15].

5.5. 기능성화장품과 용기개발 기술

화장품 용기에 대한 연구는 화장품 처방 못지않게 중요하다. 그러나 현재 전문 화장품 용기에 대한 연구가 적극적으로 수행되지 못하고 있는 실정이다. 기능성화장품에는 내용물 보호를 위해 공기 흡입 방지 기능의 진공 형태의 용기라든지 자외선 투과가 어려운 광차단 용기 등이 주로 많이 적용되고 있다. 그런데 광차단을 위하여 불투명 재질로 만들다 보면 소비자가 사용도중 내용물의 상태 및 사용량 등을 확인하기 어려워 사용상에 불편함이 있을 수 있다. 화장품은 이미지를 중요시하기 때문에 용기의 아름다움과 신비성뿐만 아니라, 내용물 보호 및 사용 편리성 측면에 있어서도 충분한 연구가 진행되어야 한다. 최근에는 이러한 문제를 해결하기 위한 다양한 아이디어가 접목된 기능성 용기들이 일부 개발되고 있다. 빛, 온도, 공기, 화학물질 등에 대한 내성 등에 대한 충분한 연구가 진행된다면 물리, 화학적으로 불안정한 소재를 이용한 기능성 화장품의 개발이 한층 진보될 것이다. 따라서 향후 용기에 대한 연구도 화장품 제형의 연구와 함께 활발한 연구가 수행될 것으로 전망된다.

6. 결 론

아름답고 건강한 피부를 갖고자 하는 것은 인종, 성별, 나이에 관계없이 모든 인간의 소망이다. 이러한 소비자 욕구를 충족시키기 위한 방안으로 기능이 보다 향상된 기능성화장품의 개발이 끊임없이 요구되고 있다. 이를 위해서는 기초 피부과학 연구로부터의 작용 메커니즘을 바탕으로 인체에 보다 안전하고 효능이 높은 소재의 개발이 무엇보다 중요하다. 또한 개발된 소재를 효과적으로 전달하기 위한 제제화 기술 및 효능을 객관적으로 검증할 수 있는 새로운 평가법이라든지 새로운 기능의 용기 개발에 부단한 노력을 기울여야 할 것이다.

참 고 문 헌

- 통계청, 장래인구 추계결과 (2006).
- 화장품협회, 화장품 유형별 생산실적 (2009).
- 보건복지부, 화장품법 (법률 제6025호) (1999).
- 식품의약품안전청, 기능성화장품 등의 심사에 관한 규정(고시 제2009-166호) (2009).
- S. Park, D. Kim, W. Kim, I. Ryoo, D. Lee, C. Huh, S. Yoon, and K. Park, Terrein: a new melanogenesis inhibitor and its mechanism, *Cellular and Molecular Life Science*, **61**, 2878 (2004).
- 김청택, 정민환, 문철순, 임영희, 강상진, 조완구, 백출의 멜라닌 생성 억제물질, *생약학회지*, **36**, 60 (2005).
- T. Abe, 機能性化粧品の 研究開発 動向 (2005年 前半), *Fragrance Journal*, **11**, 88 (2005).
- 진무현, 정민환, 임영희, 이상화, 강상진, 조완구, 백출의 콜라겐 생성 촉진 물질, *생약학회지*, **35**, 315 (2004).
- L. Decome, M. D. Meo, A. Geffard, O. Doucet, G. Dumenil, and A. Botta, Evaluation of photolyase (Photosome) repair activity in human keratinocytes after a single dose of ultraviolet B irradiation using the comet assay, *Photochem. Photobiol., B: Biology*, **79**, 101 (2005).
- 식품의약품안전청, 자외선차단효과 측정방법 및 기준(고시 제2001-64호), (2001).
- T. Martin and T. Burns, Novel graft polymer boosts SPF performance, *Happi*, Jan., 100-103 (2006).
- 박상현, 안정호, 문권기, 배덕환, 김민수, 이시범, 이태완, 우중수, 황성주, 비드밀과 고압호모게나이저를 이용한 나노 분산체의 제조 및 자외선차단 효과에 관한 연구, *약제학회지*, **35**, 1 (2005).
- 식품의약품안전청, 사용기한 표시대상 화장품 지정 (고시 제 2002-74호) (2002).
- 식품의약품안전청, 기능성화장품의 유효성 평가를 위한 가이드라인(II) (2005).
- U. Jacobi, M. Chen, G. Frankowski, R. Sinkgraven, M. Hund, B. Rzany, W. Sterry, and J. Lademann, *In vivo* determination of skin surface topography using an optical 3D device, *Skin Research and Technology*, **10**, 207 (2004).

저자소개



경 기 렬

1984	충북대학교 화학과 학사
1986	충북대학교 화학과 석사
2006	충남대학교 약학과 박사
1988	(주)엘지생활건강 화장품 연구소 연구원
1993	(주)엘지생활건강 화장품 연구소 선임연구원
2003	(주)엘지생활건강 화장품 연구소 책임연구원
2010~현재	(주)엘지생활건강 피부과학연구소 연구위원