



Review Article

Cosmetics Based on Natural-origin Ingredients: Current Trends and Technological Approaches for Enhanced Skin Care Performance

Nguyen Thi Huyen¹, Nguyen Van Thanh², Vu Thi Thu Giang^{3,*}

¹*VNU University of Medicine and Pharmacy, 144 Xuan Thuy, Cau Giay, Hanoi, Vietnam*

²*Thanh Hoa Medical College, 177 Hai Thuong Lan Ong, Hac Thanh, Thanh Hoa, Vietnam*

³*Hanoi University of Pharmacy, 13-15 Le Thanh Tong, Cua Nam, Hanoi, Vietnam*

Received 9th June 2025

Revised 17th October 2025; Accepted 28th October 2025

Abstract: The increasing yearning for beauty has kept up with societal advancement. As a result, the cosmetics business has emerged as one of the fastest-growing sectors in the world, considerably benefiting the economies of numerous countries and the global community. Concerns about the adverse effects of synthetic cosmetics on both human health and the environment, along with changing consumer preferences, have pushed manufacturers to explore natural, safe, and effective ingredients. Natural cosmetics, made with ingredients sourced from nature, are becoming increasingly popular, driven by advances in modern formulation technology. This paper reviews the trends in using natural ingredients in cosmetics and discusses technological solutions to improve the effectiveness of skincare products.

Keywords: Natural cosmetics, natural ingredients, delivery systems.

* Corresponding author.

E-mail address: giangvtt@hup.edu.vn

<https://doi.org/10.25073/2588-1132/vnumps.4797>

Mỹ phẩm chứa nguyên liệu có nguồn gốc tự nhiên: xu hướng ứng dụng và các giải pháp công nghệ giúp tăng hiệu quả chăm sóc da

Nguyễn Thị Huyền¹, Nguyễn Văn Thành², Vũ Thị Thu Giang^{3,*}

¹Trường Đại học Y Dược, Đại học Quốc gia Hà Nội, 144 Xuân Thủy, Cầu Giấy, Hà Nội, Việt Nam

²Trường Cao đẳng Y tế Thanh Hoá, 177 Hải Thượng Lãn Ông, Hạc Thành, Thanh Hóa, Việt Nam

³Trường Đại học Dược Hà Nội, 13-15 Lê Thánh Tông, Cửa Nam, Hà Nội, Việt Nam

Nhận ngày 9 tháng 6 năm 2025

Chỉnh sửa ngày 17 tháng 10 năm 2025; Chấp nhận đăng ngày 28 tháng 10 năm 2025

Tóm tắt: Nhu cầu làm đẹp của con người gia tăng đồng hành cùng sự phát triển của xã hội. Trong đó, công nghiệp mỹ phẩm là một trong những ngành phát triển nhanh nhất trong bối cảnh hiện tại và đóng góp đáng kể vào tổng sản phẩm quốc nội của nhiều quốc gia và thế giới. Những tác động bất lợi đối với cơ thể và môi trường của các sản phẩm mỹ phẩm chứa hoạt chất có nguồn gốc tổng hợp (sau đây gọi tắt là mỹ phẩm tổng hợp) và thị hiếu của người tiêu dùng đã thúc đẩy các nhà sản xuất mỹ phẩm liên tục tìm kiếm các thành phần từ nguồn tự nhiên, an toàn và hiệu quả. Mỹ phẩm chứa nguyên liệu có nguồn gốc tự nhiên (sau đây gọi tắt là mỹ phẩm thiên nhiên) được sử dụng ngày càng phổ biến cùng với sự phát triển của công nghệ bào chế hiện đại. Bài báo được thực hiện với mục đích tổng quan về xu hướng ứng dụng của các nguyên liệu có nguồn gốc tự nhiên trong mỹ phẩm và các giải pháp công nghệ để tăng hiệu quả chăm sóc da của mỹ phẩm.

Từ khóa: Mỹ phẩm thiên nhiên, nguyên liệu tự nhiên, hệ phân phối hoạt chất.

1. Xu hướng phát triển

Những năm qua, sự tiêu dùng các sản phẩm mỹ phẩm tăng trưởng mạnh mẽ trên phạm vi toàn cầu. Thị trường mỹ phẩm toàn cầu được định giá 426,4 tỷ đô la vào năm 2023 và dự kiến sẽ tăng lên 829,2 tỷ đô la vào năm 2033 với tốc độ tăng trưởng kép hàng năm (CAGR) là 6,88% [1]. Theo dữ liệu mới công bố của Future Market Insights (FMI), thị trường mỹ phẩm thiên nhiên ước tính đạt 48,4 tỷ đô la Mỹ vào năm 2023 và dự kiến đạt 79,6 tỷ đô la Mỹ vào năm 2033 với tốc độ CAGR là 5,1% [2].

Sự phát triển của thị trường mỹ phẩm thiên nhiên được thúc đẩy bởi nhiều yếu tố, trong đó nổi bật là sự gia tăng nhận thức của người tiêu dùng về lợi ích sức khỏe và độ an toàn của các thành phần tự nhiên. Nhu cầu đối với các sản phẩm hữu cơ, có nguồn gốc thực vật ngày càng tăng. Việc sử dụng mỹ phẩm tổng hợp có thể gây ra các tác dụng không mong muốn như rụng tóc, khô da hoặc nổi mụn đã thúc đẩy xu hướng chuyển dịch sang các lựa chọn an toàn hơn. Đặc biệt, xu hướng làm đẹp hiện đại đang ngày càng chú trọng đến việc sử dụng các sản phẩm không chứa hóa chất độc hại và thân thiện với môi

* Tác giả liên hệ.

Địa chỉ email: giangvtt@hup.edu.vn

<https://doi.org/10.25073/2588-1132/vnumps.4797>

trường, góp phần làm tăng doanh số của mỹ phẩm thiên nhiên trên thị trường [3].

Ưu điểm của mỹ phẩm chứa hoạt chất có nguồn gốc từ thực vật.

Nguồn nguyên liệu bền vững: Thực vật là nguồn tài nguyên tái tạo, có thể nuôi trồng và thu hoạch theo hướng bền vững. Việc sử dụng các nguyên liệu này góp phần giảm thiểu tác động tới môi trường so với việc khai thác hóa chất từ nguồn khoáng hoặc dầu mỏ. Dầu hạt nho (*Vitis vinifera*) – một phụ phẩm từ ngành công nghiệp rượu vang đã được khai thác hiệu quả với vai trò là thành phần dưỡng ẩm giàu acid béo không bão hòa và vitamin E trong mỹ phẩm [4, 5].

An toàn và thân thiện với làn da: Các thành phần có nguồn gốc từ thực vật thường có độ an toàn cao và khả năng dung nạp tốt trên da, đặc biệt đối với người có làn da nhạy cảm. Một số nguyên liệu chiết xuất từ lô hội (*Aloe vera*), cúc la mã (*Matricaria chamomilla*),... đã được chứng minh có tác dụng làm dịu, chống viêm và phục hồi hàng rào bảo vệ da [6, 7]. Bên cạnh đó, nguồn nguyên liệu từ thực vật có ít có nguy cơ gây dị ứng, kích ứng và tác dụng không mong muốn so với mỹ phẩm chứa hoạt chất tổng hợp khi sử dụng trong thời gian dài [8]. Hơn nữa, một số chất tổng hợp sử dụng trong mỹ phẩm có thể gây độc cho hệ nội tiết. Các phthalat và paraben được sử dụng rộng rãi trong mỹ phẩm tổng hợp đều có nguy cơ liên quan đến bệnh ung thư [9]. Các sản phẩm chứa nhôm có liên quan đến bệnh Alzheimer và sự phát triển của ung thư vú [9].

Tác dụng đa dạng: Thực vật là nguồn cung cấp dồi dào các hợp chất có hoạt tính chống oxy hóa, kháng viêm, kháng khuẩn, chống lão hóa và làm sáng da như các flavonoid, polyphenol, terpenoid và alkaloid... [10]. Chiết xuất trà xanh (*Camellia sinensis*) chứa epigallocatechin gallat (EGCG), một polyphenol có khả năng trung hòa gốc tự do và bảo vệ tế bào da khỏi tổn thương do stress oxy hóa [11]. Bơ ca cao là nguyên liệu tự nhiên có tác dụng dưỡng ẩm, và cung cấp các acid béo thiết yếu giúp cho làn da khỏe mạnh. Nguyên liệu chiết xuất từ quả mơ (*Prunus armeniaca*), hạt lựu (*Punica granatum*) và nho (*Vitis vinifera*) đã được chứng minh có hoạt tính chống oxy hóa mạnh, đồng thời có khả năng ức

chế hoạt động của các enzyme elastase và collagenase – hai enzyme tham gia vào quá trình phân hủy elastin và collagen dẫn đến suy giảm độ đàn hồi và phá vỡ cấu trúc nền của da. Bên cạnh đó, các hoạt chất trong thực vật thường có nhiều tính năng khác nhau, nên việc sử dụng các chiết xuất từ thực vật trong mỹ phẩm có thể mang lại nhiều tác dụng có lợi cùng lúc [5, 12].

2. Nguyên liệu từ tự nhiên và những ứng dụng trong lĩnh vực mỹ phẩm

2.1. Lipid

Lipid là hợp chất hữu cơ thân dầu, hydro hóa cao, tan rất kém hoặc không tan trong nước. Nhiều loại thực vật tạo ra lipid ở dạng lỏng (dầu) hoặc dạng mềm (bơ), tùy thuộc vào tỷ lệ của acid béo bão hòa và không bão hòa hydrogen. Acid béo không bão hòa làm giảm độ nhớt của lipid và có nhiều hơn trong dầu [13]. Dầu chủ yếu được chiết xuất từ hạt, thường được sử dụng trong mỹ phẩm chăm sóc da và trang điểm dạng kem, mỡ, lotion. Các tính năng sinh học của dầu được khai thác như dưỡng ẩm, làm mịn và trơn da, chống chàm, chống viêm, làm dịu vết cháy nắng và giúp nhanh lành vết thương, vết loét, vết bỏng [14]. Acid béo và glycerid được sử dụng như thành phần làm mềm và dưỡng ẩm. Các acid béo không bão hòa (PUFA), được chia thành acid béo ω -3, ω -6 và ω -9, có nhiều tác dụng sinh học, một số được gọi là acid béo thiết yếu (EFA), vì cơ thể con người không thể tự sản xuất được. Acid ricinoleic, thành phần chính của dầu thầu dầu (*Ricinus communis*), là ω -9 được sử dụng để cải thiện tình trạng da khô, mụn trứng cá và hói đầu. Các vai trò cơ bản của PUFA trong quá trình chuyển hóa tế bào cũng làm cho các hợp chất này trở thành thành phần quan trọng trong mỹ phẩm, do các tác động điều hòa lên tế bào da và mô theo các cơ chế khác nhau. Các EFA có vai trò quan trọng khi cơ thể chịu tác động bất lợi bởi sự thiếu hụt chúng. Ví dụ, sự thiếu hụt acid linoleic, ω -6 chính trong dầu thực vật, có thể gây ra bệnh chàm, rụng tóc, chậm lành vết thương và các khuyết tật về tuần hoàn. Bơ ca cao được chiết xuất từ hạt của cây ca cao (*Theobroma cacao*),

và dầu hạt xoài (*Mangifera indica*), đều chứa các triglycerid và tỷ lệ lớn các acid béo ở dạng tự do gồm acid béo chưa no (acid oleic), và acid béo no (acid palmitic, acid stearic). Những chất béo này được sử dụng rộng rãi trong mỹ phẩm như chất làm mềm, chất dưỡng ẩm, đặc biệt đối với tình trạng da khô. Dầu hướng dương (*Helianthus annuus*) rất giàu acid linoleic không bão hòa đa đặc biệt hữu ích cho các tổn thương da có vảy do thiếu hụt acid béo thiết yếu, hoặc trong trường hợp da bị vảy nến và bong [14].

2.2. Terpen

Terpenoid là thành phần phổ biến trong nhiều loại thực vật [15]. Trong tự nhiên, terpen chủ yếu tồn tại dưới dạng hydrocarbon, rượu và các glycosid, ether, aldehyd, ceton, acid carboxylic, ester của chúng. Tinh dầu, là hỗn hợp các hợp chất thơm kỵ nước, phần lớn trong số đó là terpenoid. Các thành phần của tinh dầu có dạng monoterpenoid và sesquiterpenoid. Tinh dầu chủ yếu được chiết xuất bằng phương pháp chưng cất hơi nước hoặc chiết siêu tới hạn. Các loại dầu này là hỗn hợp tự nhiên phức tạp, thường chứa khoảng 20–60 thành phần dễ bay hơi có đặc điểm là trọng lượng phân tử thấp. Các loại cây điển hình chứa tinh dầu là trái cây họ cam quýt, cây lá kim, bạc hà và các loại *Labiatae* khác, họ *Myrtaceae* (*Eucalyptus sp.*) [14]. Tinh dầu có độc tính tế bào nhất định do bản chất thân dầu, có thể gây tổn thương màng tế bào của vi sinh vật. Tinh dầu cũng được sử dụng trong mỹ phẩm với vai trò làm thơm, sát khuẩn, tạo độ bóng, làm mát, mang lại cảm giác sáng khoái cho làn da [16]. Tinh dầu có thể được hóa hơi hoặc được pha loãng trong chất mang, như dầu hạt nho hoặc dầu hạnh nhân ngọt dùng massage lên da. Tinh dầu chàm được chiết xuất từ lá Tràm trà (*Melaleuca alternifolia*) từ lâu đã được coi là một chất sát khuẩn tại chỗ hữu ích và được sử dụng rộng rãi trong mỹ phẩm chăm sóc tóc và kem dưỡng da.

Triterpen là hợp chất đặc biệt hữu ích trong chăm sóc da. Ví dụ, acid ursolic, có trong nhiều loại thực vật, là một triterpen vòng 5 cạnh được sử dụng trong các chế phẩm mỹ phẩm để phục hồi da. Hợp chất này ức chế elastase và các

enzym khác, như metalloproteinase-9, được kích hoạt bởi tia UV và có liên quan đến quá trình lão hóa da. Saponin là triterpenoid glycosyl hóa, các aglycon thân dầu của saponin có triterpen hoặc bộ khung steroid [17]. Saponin có khả năng chống oxy hóa trên da, bảo vệ chống lại tổn thương do tia UV-B, ức chế sự thoái hóa của chất nền ngoại bào, chống kích ứng do tác dụng chống viêm và có hoạt tính kháng khuẩn đối với mụn trứng cá. Saponin có khả năng tăng cường độ bền thành mao mạch dưới da, từ đó góp phần cải thiện vi tuần hoàn và làm giảm các triệu chứng liên quan đến bệnh trứng cá đỏ (rosacea) cũng như tình trạng da sần vỏ cam (cellulite). Các saponin steroid ginsenosid, là thành phần hoạt tính chính của rễ cây nhân sâm (*Panax ginseng*), được sử dụng trong mỹ phẩm vì đặc tính làm săn chắc da và chống lão hóa [14].

Các terpenoid khác như carotenoid, retinoid và tocopherol-tocotrienol được sử dụng nhiều trong mỹ phẩm chăm sóc da. Carotenoid là sắc tố thực vật, trong thành ruột non và trong da, nó có thể bị phân hủy thành retinal, một biến thể của vitamin A, bởi enzyme β -carotene dioxygenase. Retinoid tự nhiên bao gồm vitamin A (all-trans retinol) và các chất chuyển hóa của nó, như acid all-trans retinoic, còn được gọi là tretinoin. Các tocopherol và tocotrienol tự nhiên tạo nên một họ các đồng phân được gọi chung là vitamin E. Các hợp chất này phần lớn được sử dụng như chất chống oxy hóa do có hiệu quả trong việc ngăn chặn phản ứng oxy hóa và làm chậm quá trình lan truyền gốc tự do. Nhóm hợp chất này giúp bảo vệ màng tế bào khỏi các quá trình oxy hóa lipid và có tầm quan trọng trong việc duy trì tính toàn vẹn của biểu mô, đặc biệt là lớp biểu bì dưới tác động của các tác nhân oxy hóa bên ngoài, như bức xạ cực tím, thuốc và các chất ô nhiễm không khí cũng như các loại oxy phản ứng nội sinh và các gốc khác được tạo ra bởi quá trình trao đổi chất của tế bào [14].

2.3. Phenol và hợp chất liên quan

Các hợp chất phenolic được đặc trưng bởi ít nhất một vòng thơm mang một hoặc nhiều nhóm hydroxyl. Các hợp chất này thường xuất hiện dưới dạng chất chuyển hóa thứ cấp của các thực

vật và vi khuẩn. Phenolic bao gồm từ các hợp chất vòng thơm đơn giản, trọng lượng phân tử thấp, đến các đại phân tử lớn và phức tạp. Acid cinnamic là một phenylpropanoid, cùng với các dẫn xuất của nó, đặc biệt có nhiều trong các cây thuộc chi *Myroxylon*. Các hợp chất này được sử dụng làm thành phần chính trong hương liệu, nước hoa, đồng thời cũng được sử dụng làm chất chống nắng để làm giảm tổn thương da bằng cách lọc tia UV-A và UV-B. Acid caffeic và dimer của nó, acid rosmarinic, thành phần phổ biến của hương thảo (*Rosmarinum officinalis*), có nhiều tính năng trong mỹ phẩm, đặc biệt là ngăn tình trạng hói đầu. Nghệ (*Curcuma longa*) có chứa curcuminoid màu vàng, trong đó thành phần chính curcumin (diferuloylmethan) - có tính năng kháng khuẩn, làm lành vết thương, chống oxy hóa và chống viêm. Coumarin là phenylpropanoid có trong thực vật ở dạng tự do hoặc dạng glycosyl hóa. Umbelliferon (7-hydroxycoumarin), esculetin (6,7-dihydroxycoumarin) và scopoletin (7-hydroxy-6-methoxycoumarin) là các coumarin phổ biến được sử dụng trong mỹ phẩm như nước hoa và các sản phẩm làm trắng da [14].

Các hợp chất phenolic đơn giản thường mang nhiều nhóm chức khác nhau: hydroxy, aldehyd, carboxy và các nhóm thế khác. Các nhóm hydroxy cũng thường được glycosyl hóa. Nhìn chung, các hợp chất này có tác dụng sát khuẩn và có thể được sử dụng cho các trường hợp mụn trứng cá. Acid salicylic, một acid phenolic đơn giản được chiết xuất từ cây liễu (*Salix*), được sử dụng như một chất tẩy tế bào chết không gây kích ứng trong các phương pháp thẩm mỹ điều trị nếp nhăn và vết chân chim. Vanillin được chiết xuất từ hạt của cây vanilla (*Vanilla planifolia*), là một trong những hương liệu quan trọng được sử dụng trong thực phẩm và mỹ phẩm. Arbutin là một hydroquinon glucosid có trong cây dâu gấu thuộc chi *Arctostaphylos*, có thể làm giảm sự hình thành melanin thông qua ức chế tyrosinase và được sử dụng để làm giảm các chứng tăng sắc tố da [18]. Naphthoquinon lawson, một loại thuốc nhuộm màu cam có trong lá cây lá móng (*Lawsonia inermis*), có khả năng liên kết với keratin và do

đó có thể được sử dụng để nhuộm da và tóc, đồng thời cũng được sử dụng như một chất kích thích mọc tóc [14].

Flavonoid là hợp chất polyphenolic, đặc trưng của thực vật bậc cao, có thể được tìm thấy trong quả, hạt, thân và hoa nhiều loài thực vật. Flavonoid có hoạt tính chống oxy hóa mạnh. Cơ chế chính cho tác dụng này là dọn dẹp trực tiếp các gốc oxy và nitrogen tự do; tạo phức sắt; ức chế các enzym tạo ra gốc oxy, như xanthin oxidase; giảm sự kết dính của bạch cầu vào thành mạch máu trong quá trình viêm. Trong mỹ phẩm, flavonoid có tác dụng chống lão hóa da [19]. Flavonoid như kaempferol có thể làm chậm quá trình lão hóa da bằng cách ức chế các enzym làm suy giảm matrix ngoại bào, như collagenase, elastase và hyaluronidase. Isoflavon genistein và daidzein, đặc biệt có nhiều trong đậu nành (*Glycine max*), là phytoestrogen phenolic hoạt động tương tự estradiol trong cơ thể con người. Phytoestrogen được sử dụng để cải thiện chất lượng da và làm chậm các tác động của lão hóa. Equol, một chất chuyển hóa của daidzein, bảo vệ hệ thống miễn dịch khỏi tình trạng ức chế do tia UV gây ra và cũng có thể được sử dụng để hỗ trợ tình trạng vẩy nến, chàm, mụn trứng cá và các phát ban da khác [14].

2.4. Alcaloid

Alcaloid là một nhóm base hữu cơ tự nhiên được sinh tổng hợp từ các acid amin [20]. Các alcaloid gây ức chế tế bào có thể được sử dụng để chống lại tình trạng vẩy nến. Độc tính của alcaloid cũng có thể được khai thác trong điều trị nhiễm trùng da. Các alcaloid nhóm purin gồm theophyllin, thường có trong trà xanh (*Camellia sinensis*), theobromin từ cây ca cao (*Theobroma cacao*) và caffein có nhiều trong cây cà phê (*Coffea arabica*) có khả năng ức chế enzym phosphodiesterase, dẫn đến sự tích tụ AMP vòng nội bào (cAMP). Trong mô mỡ, cAMP kích hoạt enzyme lipase, do đó tạo ra tác động phân giải mỡ có thể được khai thác để giảm sự tích tụ mỡ trong cellulite (da sần vỏ cam). Caffein cũng có thể ngăn chặn tác động phá hủy của dihydrotestosteron lên nang tóc, do đó hữu ích trong việc chống lại chứng rụng tóc androgenic [14].

2.5. Carbohydrat

Carbohydrat là hợp chất hydroxyl hóa tồn tại dưới dạng các đơn vị đơn giản, dimer, và dạng polyme có nhiều độ dài khác nhau, được gọi là polysaccharid. Glucan được sử dụng làm chất tạo màng và chất dưỡng ẩm cho da, do khả năng giữ lại các cation khoáng chất và tạo ra sự tích tụ thẩm thấu của nước. Hiệu quả dưỡng ẩm có thể được cải thiện bằng cách kết hợp polysaccharid và protein, do mô phỏng các tính chất của proteoglycan của matrix mô. β -glucan yến mạch (*Avena sativa*) là một polysaccharid không phân nhánh được cho là có tác dụng làm giảm các dấu hiệu lão hóa, bảo vệ chống lại tia UV, kích hoạt quá trình tổng hợp collagen và làm chắc khỏe tóc. Sự kết hợp giữa β -glucan và protein yến mạch thủy phân cũng được sử dụng để dưỡng ẩm và làm dịu da bị kích ứng. Gôm và chất nhầy là hỗn hợp phức tạp của các polysaccharid có độ nhớt khác nhau, được sử dụng làm chất nền trong các sản phẩm dùng ngoài da. Tuy nhiên, các thành phần này cũng có tính năng nhất định. Chất nhầy từ cây *Trigonella foenum-graecum* có đặc tính chống oxy hóa và làm mềm. Trong số các carbohydrat đơn giản, acid ascorbic (vitamin C) là một acid đường có đặc tính chống oxy hóa rõ rệt có thể được sử dụng trong mỹ phẩm chống lão hóa. Acid ascorbic có tác dụng hiệp đồng với tocopherol, đóng vai trò là chất cho điện tử, khôi phục trạng thái khử của phân tử này và sau đó thúc đẩy vai trò bảo vệ chống oxy hóa của nó trong màng tế bào [14].

2.6. Hydroxy acid

Nhóm acid α -hydroxy (AHA), còn được gọi là acid trái cây, bao gồm các acid glycolic, citric, malic và lactic. AHA chủ yếu được sử dụng trong mỹ phẩm với tính năng giảm nếp nhăn, tẩy tế bào chết, làm mỏng lớp sừng, kích thích tái tạo tế bào và tổng hợp collagen, tăng độ dày của lớp hạ bì [14].

3. Các giải pháp công nghệ tăng hiệu quả chăm sóc da của mỹ phẩm

Các hoạt chất có nguồn gốc tự nhiên thường không ổn định, dễ bị thủy phân và phân hủy bởi

hiều quá trình hoá lý. Sự phân huỷ có thể xảy ra ở cả quá trình trước và sau khi bào chế mỹ phẩm dẫn đến mất các thành phần có hoạt tính, tạo ra các chất chuyển hóa không có hoạt tính, thậm chí tạo ra các chất chuyển hóa có hại. Đồng thời, các hoạt chất từ thảo mộc thường có khối lượng phân tử lớn, khó tan trong nước. Tất cả điều này đặt ra nhiều vấn đề cần khắc phục trong xây dựng công thức mỹ phẩm [21]. Thêm vào đó, các hoạt chất này đa phần có kích thước lớn, khả năng thấm vào da kém, thời gian tác dụng ngắn. Những hạn chế này thúc đẩy nhu cầu phát triển các hệ phân phối hoạt chất mới, giúp nâng cao chất lượng và hiệu quả sử dụng của mỹ phẩm chứa hoạt chất từ thực vật.

Hệ phân phối hoạt chất ứng dụng công nghệ hiện đại được thiết kế để vận chuyển hoạt chất, thúc đẩy việc phân phối có kiểm soát và có mục tiêu. Da người hoạt động như một rào cản chống lại sự thẩm thấu của các phân tử ngoại sinh. Hệ phân phối có thể tăng cường tính thấm của hoạt chất qua các lớp da, kiểm soát nồng độ hoạt chất trong chế phẩm và trong da. Đối với mỹ phẩm, mối quan tâm chính là giữ hoạt chất trong các lớp da và hạn chế hấp thu toàn thân [22]. Giải phóng ngay và kéo dài là hai tính năng chính cần có trong hệ phân phối mỹ phẩm. Giải phóng ngay để cải thiện sự thâm nhập của các phân tử hoạt chất, trong khi giải phóng kéo dài quan trọng khi hoạt chất có nguy cơ gây kích ứng ở nồng độ cao hoặc khi cần cung cấp cho da trong thời gian dài [23]. Hơn nữa, hệ phân phối giúp bảo vệ, tăng độ ổn định hoạt chất, đặc biệt là các thành phần nhạy cảm với các điều kiện bên ngoài, như ánh sáng, oxy và nhiệt. Hệ phân phối cũng có thể ngăn chặn phản ứng giữa thành phần nạt trong hệ và các phân tử khác trong sản phẩm [24], giúp kiểm soát các đặc tính cảm quan không mong muốn và làm giảm quá trình bay hơi của các thành phần dễ bay hơi. Các công nghệ này cũng có thể được sử dụng để giảm tỷ lệ các thành phần trong công thức, trở thành một giải pháp thay thế tiết kiệm chi phí. Các hệ phân phối đã được nghiên cứu và áp dụng bao gồm hệ nhũ tương (vi nhũ tương, nano nhũ tương), hệ dạng túi (liposome, niosome, transferosome, ethosome, phytosome, glycerosome và hyalurososome) và hệ

dạng hạt (microsponges, nano polyme, nano lipid). Các hệ này thường được kết hợp trong các chế phẩm khác nhau, như nhũ tương, kem và gel thành phẩm [25].

3.1. Các hệ dạng túi

3.1.1. Liposome

Liposome là cấu trúc dạng túi hình cầu có đường kính 0,05–5,0 μm , trong đó lõi nước được bao quanh bởi lớp kép phospholipid. Lớp phospholipid kép cho phép vận chuyển các hoạt chất kỵ nước, trong khi các hoạt chất ưa nước được giới hạn trong lõi của liposome. Những lợi thế chính của việc sử dụng liposome trong mỹ phẩm gồm: i) khả năng tương thích sinh học cao; ii) dễ chế tạo; và iii) tính linh hoạt về mặt hóa học cho phép nạp các hợp chất thân nước và thân dầu [26]. Các chất lưỡng tính và thân dầu (hoạt chất có tác dụng lọc tia UV hòa tan trong dầu) có thể được đưa vào lớp lipid kép. Phospholipid trong liposome giúp giữ ẩm, phục hồi chức năng hàng rào của da và giải phóng hoạt chất kéo dài [25]. Liposome có khả năng bám dính vào tế bào sừng, giải phóng hoạt chất vào lớp biểu bì và hạ bì bằng cách khuếch tán hoặc hợp nhất với lipid của lớp sừng. Ngoài ra, liposome giúp trì hoãn quá trình rửa trôi, các sản phẩm chăm sóc da, chống nắng có thành phần lọc tia UV nạp trong liposome có khả năng kháng nước, hạn chế rửa trôi [27]. Liposome có thể mang cả các hoạt chất ưa nước và kỵ nước và giải phóng kéo dài nên hạn chế hấp thu vào tuần hoàn, tránh tác dụng không mong muốn [28]. Trong một nghiên cứu, liposome curcumin có kích thước từ 213 đến 320 nm được chứng minh tăng khả năng thâm nhập và thúc đẩy sự phát triển của lông lên 70% [29]. Trong một nghiên cứu khác, nano liposome acid lauric (113 nm) thể hiện hoạt tính kháng khuẩn cao hơn đối với mụn trứng cá [30]. Mặc dù có nhiều ưu điểm, nhưng liposome có độ ổn định hóa lý kém, quá trình oxy hóa và thủy phân lipid làm hạn chế khả năng ứng dụng của hệ [31].

3.1.2. Niosome

Niosome là các túi đa lớp được hình thành từ chất điện hoạt không ion của nhóm ether alkyl hoặc dialkylpolyglycerol và cholesterol.

Niosome có khả năng phân hủy sinh học và tương thích sinh học, có thể bao bọc và tăng khả năng thẩm hoạt chất qua da từ mỹ phẩm [32]. Hơn nữa, niosome được cho là ổn định hơn liposome và ít gây kích ứng hơn các chất mang dạng túi khác [33]. Niosome kết hợp acid lauric và curcumin giúp tăng hoạt tính kháng khuẩn đối với các bệnh nhiễm trùng da do mụn trứng cá [34]. Các niosome lớn hơn có kích thước từ 471 đến 565 nm kết hợp các hoạt chất từ thực vật bao gồm resveratrol, α -tocopherol và curcumin cho thấy hoạt tính chống oxy hóa tốt hơn [35]. Trong một nghiên cứu khác, nanoniosome có kích thước khoảng 91 nm chứa curcumin đã được nghiên cứu bảo chế và thể hiện hoạt tính bảo vệ da tốt [36].

3.1.3. Phytosome

Phytosome hoặc herbosome là phức hợp của hoạt chất thực vật (polyphenol, triterpen,...) và phospholipid. Trong môi trường nước, phytosome tạo thành dạng micell có cấu trúc giống với liposome, tương tự màng tế bào nên tương hợp sinh học và thuận lợi trong vận chuyển hoạt chất qua da. Do có độ ổn định tốt hơn liposome, phytosome của một số hoạt chất có nguồn gốc tự nhiên từ Nhân sâm, Bạch quả, hạt Nho, Táo gai, Kế sữa và Trà xanh đã được bào chế và ứng dụng vào thực tiễn [37, 38]. Ái lực đặc hiệu của phức hợp phytosome đối với phospholipid da giúp tăng thẩm và hiệu quả tác dụng so với hoạt chất dạng tự do [39]. Phosphatidylcholin được sử dụng trong phytosome ngoài đóng vai trò như một chất mang, còn có tác động dưỡng da vì là thành phần thiết yếu của màng tế bào. Sự hình thành các tương tác hóa học giữa các hoạt chất và phosphatidylcholin giúp cải thiện độ ổn định của phytosome [40].

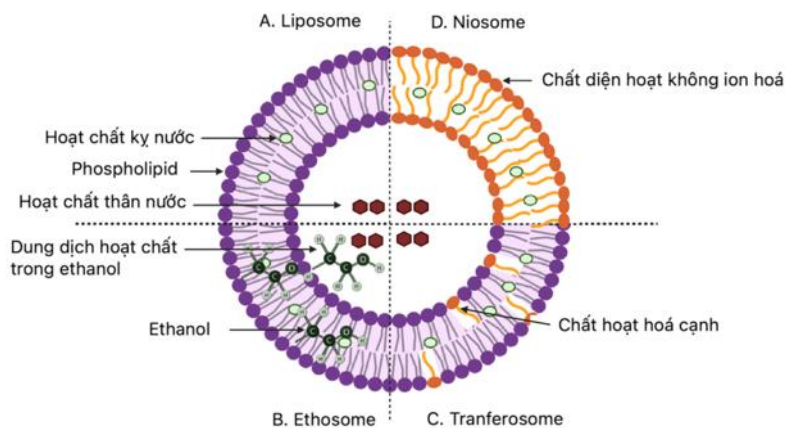
Phytosome silymarin tăng tác dụng làm dịu da gấp sáu lần so với phytosome không có hoạt chất [41]. Phytosome chứa chiết xuất từ Chi xác (*Citrus auranticum*) và Cam thảo (*Glycyrrhiza glabra*) đã được phát triển và đưa vào kem, cho thấy sự tăng cường hiệu quả chống lão hóa da [42]. Tương tự như vậy, phytosome chứa rutin cho thấy khả năng thẩm qua da cao hơn và hoạt tính chống oxy hóa cũng tăng lên [43].

3.1.4. Glycosome và hyalurosome

Glycosome là hệ túi hai lớp được sử dụng để đưa thuốc qua da và xuyên qua da. Dạng túi này khác với các liposome thông thường ở tính lưu động của lớp kép, được hình thành bằng cách bổ sung phospholipid và các nồng độ glycerin khác nhau (10-30% v/v) [44]. Tên gọi glycosome do hệ chứa hàm lượng glycerin cao [45]. Glycosome được thấy là ổn định và có tính lưu động cao hơn liposome, do đó chủ yếu được sử dụng làm hệ đưa thuốc tại chỗ [44]. Glycerin giúp cải thiện chỉ số biến dạng của lớp kép liposome, do đó tăng khả năng thâm qua da [44]. Ngoài các tá dược có trong liposome, glycosome còn chứa glycerin và nước ở nồng độ 10, 20, 30, 40 và 50%. Cho đến nay, glycosome đã được đề xuất để cung cấp hoạt chất tại chỗ và qua da. Trong một nghiên cứu, glycosome có cấu trúc 1 lớp kép chứa quercetin đã được bào chế với kích thước tiêu phân nằm trong khoảng 80–110 nm, giúp tăng cường khả năng bảo vệ da [46]. Gel carbopol chứa glycosome rutin cho thấy khả năng giải phóng kéo dài, thâm thấu vào da tốt và hoạt tính

chống oxy hóa tốt. Rutin hydrat có khả năng lưu giữ tốt hơn ở lớp biểu bì so với lớp hạ bì, do đó có khả năng bảo vệ lâu dài sau khi bôi ngoài da [47].

Hyalurosome có cấu trúc như liposome, trong đó phospholipid kết hợp với natri hyaluronat giúp tăng hấp thu qua da của hoạt chất. Nghiên cứu hyalurosome nạp curcumin cho thấy khả năng thúc đẩy quá trình vận chuyển hoạt chất vào da. Hyalurosome cũng như liposome đều tương thích sinh học, bảo vệ tế bào sừng khỏi tổn thương do stress oxy hóa và thúc đẩy quá trình tái tạo mô thông qua sự tăng sinh tế bào *in vitro* [48]. Các hyalurosome kích thước nano được phát triển từ chiết xuất cam thảo thúc đẩy sự tăng sinh và di chuyển của nguyên bào sợi 3T3, thúc đẩy quá trình lành vết thương. Các thử nghiệm chống viêm *in vivo* trên chuột cho thấy việc cải thiện tác dụng tại chỗ của chiết xuất, thúc đẩy quá trình tái tạo biểu mô [49]. Nhờ phương pháp bào chế một bước và thân thiện với môi trường, tính tương thích sinh học và an toàn của các thành phần, tác dụng trên thử nghiệm *in vitro* và *in vivo* tốt, hyalurosome có thể là chất mang nano tiềm năng cho các ứng dụng mỹ phẩm.



Hình 1. Cấu tạo các hệ phân phối dạng túi: A) Liposome, B) Niosome, C) Transferosome, D) Ethosome [54].

3.1.5. Transferosome

Transferosome có cấu trúc túi như liposome, có khả năng biến dạng. Ngoài phospholipid, trong thành phần của transferosome còn có thêm 10 – 25 % chất điện hoạt như các Tween, Span, natri deoxycholát làm giảm độ cứng của lớp kép

phospholipid nên có tính linh động, mềm dẻo và dễ biến dạng, giúp dễ dàng vận chuyển các hoạt chất qua da, nhất là các hoạt chất có khối lượng phân tử lớn [50]. Transferosome có thể đi qua khe hẹp có kích thước nhỏ hơn 5-10 lần đường kính của nó. Transferosome có ưu điểm hơn liposome

vì có thể ứng dụng cho nhiều loại hoạt chất hơn, tương thích và có độ bền cơ học cao [33]. Do đó, transferosome có thể được sử dụng làm chất mang cho nhiều loại hoạt chất cả ưa nước và kỵ nước, phân tử nhỏ và phân tử lớn (như peptide, protein) [51]. Transfersome chứa adapalen được nạp vào gel vitamin C cho thấy tác dụng tốt trong kiểm soát mụn trứng cá thông thường, tính linh hoạt của các túi giúp cải thiện khả năng thâm nhập và giải phóng hoạt chất liên tục [52]. Transferosome của vitamin E và lô hội giúp kéo dài giải phóng hoạt chất trong 12 giờ và có hiệu quả trong giảm điểm ngứa ở các tổn thương da do oxazolone gây ra ở chuột, tiềm năng trong việc kiểm soát tình trạng vẩy nến [53].

3.1.6. Ethosome

Ethosome được Touitou và cộng sự phát triển vào năm 1997, là chất mang lipid với thành phần gồm ethanol, phospholipid và nước, có khả năng biến dạng cao. Ethosome giúp cải thiện việc đưa nhiều loại hoạt chất qua da [55]. Trong ethosome, ethanol là chất tăng thẩm hiệu quả, hoạt động bằng cách tác động đến vùng gian bào của lớp sừng, thay đổi tổ chức lớp kép lipid của da. Ngoài ra, do nồng độ ethanol cao, màng lipid được đóng gói chặt chẽ hơn so với các túi thông thường, mặc dù có độ ổn định tương đương, cho phép cấu trúc ethosome dễ uốn hơn và cải thiện khả năng phân phối hoạt chất trong lớp sừng lipid [56, 57].

Các ethosome chứa curcumin được bôi lên da của những người tình nguyện dưới dạng kem và phát hiện thấy một tỷ lệ đáng kể các túi lắng đọng trên da (44%), cũng như độ đàn hồi của da tăng lên (15,4%) so với việc bôi kem chứa curcumin tự do (10,7%) [58]. Ethosome chứa chiết xuất vỏ cây *Fraxinus angustifolia* làm giảm đáng kể tình trạng stress oxy hóa ở tế bào sừng người và ức chế hoạt động của myeloperoxidase ở mô hình chuột được chiếu xạ da [59].

3.2. Hệ tiêu phân nano và micro

3.2.1. Microsponges

Microsponges là các hạt vi cầu polyme, liên kết chéo cao, xốp, độc đáo, thường có đường kính 10–25 μm . Chúng giải phóng có kiểm soát

hoạt chất và có thể tăng tốc độ giải phóng bằng các kích thích bên ngoài như chà xát, nhiệt độ và pH. Hiện nay, microsponges được sử dụng trong các sản phẩm mỹ phẩm chống nắng. Ưu điểm của microsponges là ít gây kích ứng, ổn định trong thời gian dài và cải thiện đặc tính thẩm mỹ của các hoạt chất từ thực vật cho ứng dụng tại chỗ [60]. Glabridin, được phân lập từ cây *Glycyrrhiza glabra*, có hiệu quả trong điều trị nám da, tàn nhang và đốm đồi mồi do ức chế tyrosinase, ngăn ngừa sự tổng hợp melanin. Microsponges chứa Glabridin được đưa vào gel cho thấy hoạt động làm mất sắc tố tốt hơn [61]. Paeonol là một trong những hoạt chất chính từ vỏ rễ của *Paeonia suffruticosa*, dùng trong bệnh chàm da. Tuy nhiên, hoạt chất này khó thâm nhập vào lớp sừng vì có độ tan trong nước thấp [62]. Microsponge Paeonol giúp tăng tỷ lệ thâm thấu, cải thiện thời gian lưu giữ của hoạt chất trong da [63].

3.2.2. Hệ tiêu phân nano polyme

Hệ này được chế tạo từ các polyme tổng hợp có thể phân hủy sinh học và tương thích sinh học như acid polylactic (PLA), poly (glycolic acid) (PGA), PLGA [64]. Hệ tiêu phân nano polyme được cho là ổn định và có ái lực cao với lớp sừng, do đó tăng tỷ lệ hoạt chất thực vật thâm nhập vào da. Độ ẩm của da được phát hiện tăng lên khi sử dụng công thức gel chứa các hạt nano mang các dẫn xuất vitamin A và E. Các hạt nano này có khả năng thâm nhập vào lớp trên cùng của lớp sừng và kết hợp với lipid da, giúp giải phóng các hoạt chất mỹ phẩm [65].

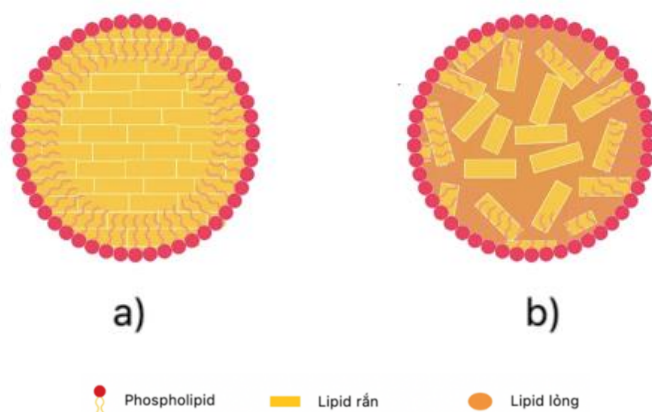
3.2.3. Hệ tiêu phân nano lipid

Hệ nano lipid rắn (Solid Lipid Nanoparticles – SLN) được chế tạo từ lipid (rắn ở nhiệt độ phòng) và chất diện hoạt, có đường kính trung bình nằm trong khoảng 50 đến 1000 nm. Hệ này có những ưu điểm như kích thước nhỏ, khả năng nạp hoạt chất cao, diện tích bề mặt lớn, do đó, đây là hệ vận chuyển tiềm năng trong mỹ phẩm [64]. Hệ SLN chứa caffeine với kích thước hạt 182 nm giúp tăng tính thẩm thấu qua da và khả năng bảo vệ da cao hơn hoạt chất ở dạng tự do [66]. Khả năng bảo vệ da khỏi tia UV và hoạt động chống oxy hóa đã được nhận thấy với SLN chứa

lutein [67]. SLN chứa resveratrol với kích thước hạt 180 nm thể hiện khả năng bảo vệ da khỏi tổn thương do ánh sáng mặt trời [68]. Khả năng giữ ẩm cho da được quan sát thấy ở SLN chứa vitamin A có kích thước hạt 210 nm [69]. SLN chứa curcumin có kích thước hạt 210 nm được nạp trong hydrogel giúp cải thiện tình trạng viêm da trên mô hình da lợn [70].

Hệ chất mang lipid cấu trúc nano (Nanostructured Lipid Carriers – NLC) là hệ vận chuyển dựa trên lipid gồm cả lipid rắn và lỏng, được sử dụng rộng rãi làm chất mang cho các hoạt chất trong chăm sóc và bảo vệ da [71].

Trong một nghiên cứu, NLC chứa E-resveratrol cho thấy khả năng bảo vệ da khỏi tia UV tốt hơn [72]. Trong nghiên cứu khác, NLC chứa resveratrol có kích thước 110 nm đã được phát triển và thể hiện khả năng bảo vệ da khỏi quá trình oxy hóa tốt hơn so với dược chất dạng tự do [73]. NLC chứa quercetin được bào chế với kích thước hạt 282 nm giúp tăng hiệu quả chống oxy hóa, do đó cải thiện vẻ đẹp của làn da [74]. Tương tự vậy, NLC chứa lutein với kích thước hạt 166–350 nm đã được phát triển và cho thấy khả năng bảo vệ tia UV cao hơn khi thử nghiệm trên da tai lợn [67].



Hình 2. Hệ tiểu phân nano lipid: a) Hệ nano lipid rắn, b) Hệ chất mang lipid cấu trúc nano [75].

3.2.3. Hệ tiểu phân nano carbon

Tiểu phân nano carbon là hệ tiểu phân có kích thước nano được tạo thành hoàn toàn từ carbon và có nhiều hình dạng khác nhau như hình cầu rỗng, hình elip và hình ống [76]. Hình cầu được gọi là fullerene trong khi hình trụ được gọi là ống nano carbon.

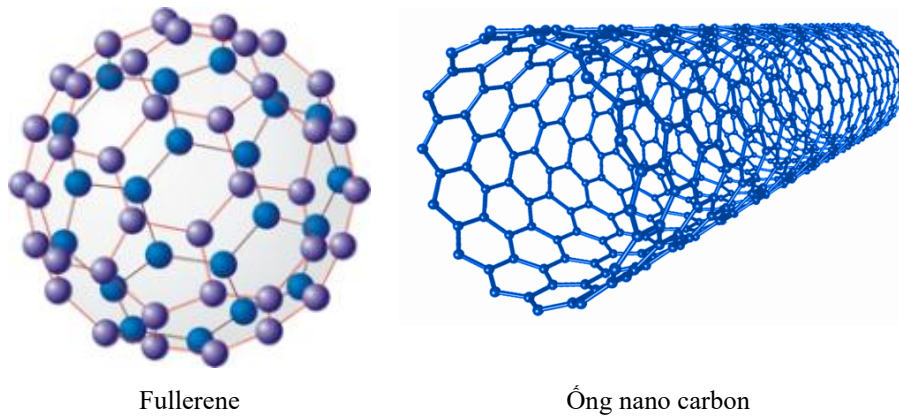
Fullerene có cấu trúc giống than chì, là một phân tử lớn hình cầu rỗng gồm 60 nguyên tử carbon, được biết đến rộng rãi nhờ khả năng chống oxy hóa mạnh [77]. Fullerene có khả năng trung hòa các gốc tự do (ROS) – tác nhân chính gây tổn thương tế bào và phân hủy cấu trúc nền của da, từ đó đóng vai trò quan trọng trong việc ngăn ngừa quá trình lão hóa da sớm, bao gồm sự hình thành nếp nhăn, giảm độ đàn hồi và tăng sắc tố da [78, 79]. Ngoài ra, fullerene cũng được ứng dụng để vận chuyển các hoạt chất từ thực vật

trong mỹ phẩm [80]. Vi nang fullerene kết hợp với acid ascorbic và vitamin E đã được phát triển và cho thấy hiệu quả bảo vệ da, chống lại tình trạng lão hóa sớm nhờ khả năng chống oxy hóa của hoạt chất và fullerene [81, 82]. Là một dạng thù hình của carbon, fullerene không tan trong nước, do đó việc tạo dẫn xuất của fullerene với chất diện hoạt đã mở ra một hướng đi mới trong lĩnh vực dược mỹ phẩm nhờ tăng khả năng hòa tan trong môi trường nước [83].

Ống nano carbon (Carbon nanotubes - CNTs) là cấu trúc ống hình trụ, kích thước nano được hình thành từ các tấm có dạng mạng lục giác giống như trong tinh thể than chì, đường kính vài nanomet và chiều dài có thể lên đến hàng micromet. Với diện tích bề mặt riêng lớn, tính dẫn điện và dẫn nhiệt tốt, cùng khả năng hoạt hóa bề mặt linh hoạt, CNTs đang ngày càng

được quan tâm trong lĩnh vực mỹ phẩm công nghệ cao [84]. CNTs có thể được sử dụng làm hệ chất mang hoạt hóa gắn với các nhóm hydroxyl, carboxyl hoặc amin để có thể liên kết với nhiều loại hoạt chất chống oxy hóa (curcumin, vitamin C, fullerene), peptid hoặc acid hyaluronic. Các hệ chất mang này có khả năng cải thiện độ tan và tính thấm qua hàng rào biểu bì của các hoạt chất khó tan và/hoặc thấm kém, đặc biệt khi ống nano

carbon (CNTs) có kích thước dưới 100 nm. Ngoài ra, hệ này còn cho phép kiểm soát tốc độ giải phóng hoạt chất, từ đó kéo dài thời gian tác dụng và nâng cao hiệu quả tác động trên da [85]. Ống nano carbon chứa curcumin đã được phát triển để tăng cường khả năng vận chuyển hoạt chất vào da bằng cách hoạt hoá, gắn CNTs với phosphatidylcholin (PC) và polyvinyl pyrrolidon (PVP) [86].



Hình 3. Hệ tiêu phân nano carbon [87].

3.3. Vi nhũ tương, nano nhũ tương và hệ tự nhũ hoá

Vi nhũ tương là hệ có ưu thế về độ ổn định, có khả năng bao bọc các hoạt chất tan trong dầu như chất chống oxy hóa, chất kháng khuẩn và vitamin [88] và bảo vệ chúng khỏi sự phân hủy do ánh sáng và nhiệt. Các chất làm trắng da tự nhiên như arbutin và acid kojic được kết hợp vào vi nhũ tương sử dụng lecithin và alkyl glucosid là các chất diện hoạt nhẹ và không gây kích ứng. Kết quả cho thấy độ ổn định của các chất này trong vi nhũ tương cao hơn so với trong dung dịch [89]. Trong một nghiên cứu khác, vi nhũ tương sử dụng lecithin đậu nành làm chất diện hoạt, đem lại tác dụng chống thấm nước cho hoạt chất chống nắng octyimethoxycinnamat [90]. Đối với acid ascorbic, các nhũ tương dầu trong nước, nước trong dầu và vi nhũ tương dầu trong nước đã được phát triển bằng cách sử dụng chất nhũ hóa tương thích với da không ion, không ethoxylat hoá, cho thấy độ ổn định và tác dụng của hoạt chất được duy trì [91]. Trong trường

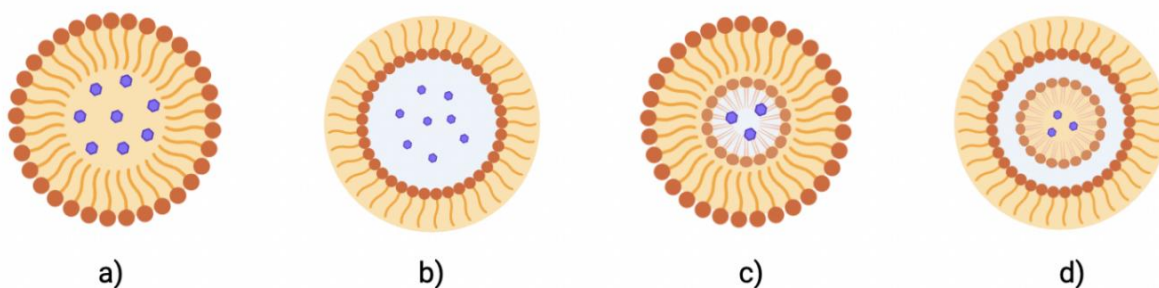
hợp nhũ tương kép, hệ nhũ tương dầu trong nước hoặc nước trong dầu được phân tán trong môi trường dầu hoặc nước bên ngoài. Giữa hai loại này, loại W/O/W được ứng dụng rộng rãi trong mỹ phẩm như chất dưỡng ẩm cho da và cũng được sử dụng để kéo dài thời gian giải phóng các hoạt chất [92]. Nhũ tương kép có ưu điểm gồm bảo vệ tốt hơn các hoạt chất bên trong và đóng gói các thành phần có bản chất khác nhau trong các ngăn khác nhau, ví dụ như hoạt chất thân dầu trong các giọt dầu và hoạt chất thân nước trong pha nước. Do đó, nhũ tương kép có thể được sử dụng như hệ vận chuyển hoạt chất cho nhiều loại mỹ phẩm từ thực vật. Tuy nhiên, vấn đề về độ ổn định đã hạn chế ứng dụng rộng rãi của loại nhũ tương này [65].

Nano nhũ tương là hệ phân tán có kích thước giọt dao động từ 20 đến 300 nm. Hình thức của hệ thay đổi tùy thuộc vào kích thước giọt: nano nhũ tương có các giọt kích thước dưới 70 nm trong suốt, từ 70 đến 100 nm trong đục và lớn hơn 100 nm trong có màu trắng [37]. Để khắc phục các hạn chế của hoạt chất từ thực vật như

tăng tính thấm và đặc tính hydrat hóa, nano nhũ tương thường được lựa chọn [33]. Coenzym Q10, còn được gọi là ubiquinon, là một hoạt chất độc đáo giúp bảo vệ da khỏi lão hóa sớm, hình thành nếp nhăn và mất hoạt động của tế bào; nó có tính thân dầu cao và hấp thu tại chỗ rất thấp. Việc nạp ubiquinon trong nano nhũ tương làm tăng nồng độ hoạt chất trong lớp hạ bì so với các công thức thông thường. Nano nhũ tương chứa dầu cám gạo đã được phát triển, có khả năng dưỡng ẩm cao hơn, ứng dụng cải thiện các bệnh về da như vẩy nến và viêm da dị ứng [93]. Bảo vệ da khỏi tác hại của ánh nắng cùng với các hoạt động chống oxy hóa đã được quan sát thấy đối với nano nhũ tương được bào chế từ dầu hạt lựu [94]. Các nano nhũ tương có kích thước giọt từ 92 nm đến 233 nm chứa chiết xuất *Opuntia ficusindica* (L.) được phát hiện có tác dụng tăng cường hiệu quả dưỡng ẩm [95]. Các flavanon thu được từ lá của *Eysenhardtia platycarpa* được phát triển thành nano nhũ tương có kích thước giọt 70 nm có tác dụng tăng cường hoạt động chống lão hóa [96].

Hệ tự nhũ hóa (self-emulsifying drug delivery system - SEDDS) là một hỗn hợp đồng

nhất và ổn định của dầu, chất diện hoạt, chất đồng diện hoạt và hoạt chất. Khi pha loãng với nước dưới sự khuấy trộn nhẹ nhàng hệ sẽ tự nhũ hóa tạo ra nhũ tương có các giọt phân tán với kích thước khoảng 20 nm đến 300 nm [97-99]. Trong mỹ phẩm, hệ tự nhũ hóa thường được ứng dụng để bào chế nano nhũ tương, do đây là phương pháp sử dụng năng lượng thấp, giúp tiết kiệm năng lượng và ít gây ảnh hưởng tới các hoạt chất không bền. Vi nhũ tương coenzyme Q10 (CoQ10) sử dụng các tá dược IPM, Cremophor EL[®] và Transcutol[®] HP được bào chế bằng phương pháp tự nhũ hóa có khả năng hòa tan, tính thấm tốt và hiệu quả chữa lành vết thương được cải thiện [100]. Nano nhũ tương giàu vitamin E được bào chế bằng phương pháp tự nhũ hóa, các giọt dầu rất mịn được hình thành khi hỗn hợp dầu/chất diện hoạt được thêm vào nước. Trong đó, thành phần dầu có tác động lớn đến kích thước của các giọt. Các biến khác như loại và nồng độ chất diện hoạt, nhiệt độ và tốc độ khuấy khi pha dầu được thêm vào pha nước cũng có tác động đến đường kính trung bình của các giọt [101].



Hình 4. Các hệ vi/nano nhũ tương a) Hệ dầu/nước, b) Hệ nước/dầu, c) Hệ kép nước/dầu/nước, d) Hệ kép dầu/nước/dầu.

4. Kết luận

Ngành công nghiệp mỹ phẩm thiên nhiên đang ngày càng phát triển nhanh chóng trên phạm vi toàn cầu do sự gia tăng nhu cầu về các sản phẩm “tự nhiên”, “xanh” và “không độc hại”. Do đó, các nguyên liệu từ tự nhiên với nhiều tính năng khác nhau đang được ứng dụng ngày càng rộng rãi trong mỹ phẩm. Tuy nhiên, các thành

phần tự nhiên thường có độ tan trong nước, tính thấm vào da và độ ổn định kém, do đó đặt ra những thách thức trong việc phát triển công thức mỹ phẩm. Các hệ phân phối không chỉ làm tăng độ tan, tính thấm vào trong da mà còn giúp bảo vệ, tăng độ ổn định hoạt chất, đặc biệt là các thành phần nhạy cảm với điều kiện môi trường. Các hệ này thường được kết hợp trong các chế phẩm khác nhau, như nhũ tương, kem và gel cho

thấy triển vọng phát triển các sản phẩm mỹ phẩm an toàn và hiệu quả.

Lời cảm ơn

Nguyễn Thị Huyền được tài trợ bởi Chương trình học bổng đào tạo thạc sĩ, tiến sĩ trong nước của Quỹ Đổi mới sáng tạo Vingroup (VINIF), mã số VINIF.2024.TS.060.

Tài liệu tham khảo

- [1] Spherical Insights, Global Cosmetics Market Size, Share, and COVID-19 Impact Analysis, By Category (Skin & Sun Care Products, Hair Care, Eye Cosmetics, Deodorants & Fragrances, Others), By Gender (Women, Men), By Distribution Channel (Online, Offline), & By Region (North America, Europe, Asia-Pacific, Latin America, Middle East, and Africa), Analysis & Forecast 2023-2033, <https://www.sphericalinsights.com/reports/cosmetics-market> (accessed on: May 3rd, 2025).
- [2] Future Market Insights Inc, Natural Cosmetics Market - Size, Share, and Forecast 2025-2035, <https://www.futuremarketinsights.com/reports/natural-cosmetics-market> (accessed on: May 3rd, 2025).
- [3] GlobeNewswire by notified, Global Natural Cosmetics Market Size/Share Worth USD 76.5 Billion by 2033 at a 5.4% CAGR: Custom Market Insights (Analysis, Outlook, Leaders, Report, Trends, Forecast, Segmentation, Growth, Growth Rate, Value), <https://www.globenewswire.com/news-release/2024/12/03/2990976/0/en/Latest-Global-Natural-Cosmetics-Market-Size-Share-Worth-USD-76-5-Billion-by-2033-at-a-5-4-CAGR-Custom-Market-Insights-Analysis-Outlook-Leaders-Report-Trends-Forecast-Segmentation-G.html> (accessed on: May 3rd, 2025).
- [4] E. I. Sotiropoulou, V. Varelas, M. Liouni, E. Nerantzis, Grape Seed Oil: From a Winery Waste to a Value Added Cosmetic Product - A Review, *Edible Med Non-Med Plants*, Vol. 2, No., 2012, pp. 867-878.
- [5] A. Riya, A. Geeta, D. G. Arora, N. Manju, Herbal Active Ingredients Used in Skin Cosmetics: Herbal Actives for Skin, *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, Vol. 12, No. 9, 2019, pp. 7-15, <https://doi.org/10.22159/ajpcr.2019.v12i9.33620>.
- [6] A. Surjushe, R. Vasani, D. Saple, Aloe Vera: A Short Review, *Indian Journal of Dermatology*, Vol. 53, No. 4, 2008, pp. 163-166, <https://doi.org/10.4103/0019-5154.44785>.
- [7] D. L. McKay, J. B. Blumberg, A Review of the Bioactivity and Potential Health Benefits of Chamomile Tea (*Matricaria Recutita* L.), *Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives*, Vol. 20, No. 7, 2006, pp. 519-530, <https://doi.org/10.1002/ptr.1900>.
- [8] A. Fernandes, P. M. Rodrigues, M. Pintado, F. K. Tavora, A Systematic Review of Natural Products for Skin Applications: Targeting Inflammation, Wound Healing, and Photo-Aging, *Phytomedicine*, Vol. 115, 2023, pp. 1-2, <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2023.154824>.
- [9] M. Emerald, A. Emerald, L. Emerald, V. Kumar, Perspective of Natural Products in Skincare, *Pharm Pharmacol Int J*, Vol. 4, No. 3, 2016, pp. 72-75, <https://doi.org/10.15406/ppij.2016.04.00072>.
- [10] V. Kapoor, Herbal Cosmetics for Skin and Hair Care, *Natural Product Radianc*, Vol. 4, No. 4, 2005, pp.306-314.
- [11] S. K. Katiyar, Skin Photoprotection by Green Tea: Antioxidant and Immunomodulatory Effects, *Current Drug Targets-Immune, Endocrine & Metabolic Disorders*, Vol. 3, No. 3, 2003, pp. 234-242, <https://doi.org/10.2174/1568008033340171>.
- [12] L. S. Joshi, H. Pawar, Herbal Cosmetics and Cosmeceuticals: An Overview, *El Mednifico Journal*, Vol. 3, No. 2, 2015, <https://doi.org/10.4172/2329-6836.1000170>.
- [13] M. Athar, S. M. Nasir, Taxonomic Perspective of Plant Species Yielding Vegetable Oils Used in Cosmetics and Skin Care Products, *African Journal of Biotechnology*, Vol. 4, No. 1, 2005, pp. 36-44, <https://doi.org/10.4314/ajb.v4i1.15049>.
- [14] B. Burlando, L. Verotta, L. Cornara, E. Bottini-Massa, *Herbal Principles in Cosmetics: Properties and Mechanisms of Action*: Crc Press, 2010.
- [15] J. Graßmann, Terpenoids as Plant Antioxidants, *Vitamins & Hormones*, Vol. 72, No., 2005, pp. 505-535, [https://doi.org/10.1016/S0083-6729\(05\)72015-X](https://doi.org/10.1016/S0083-6729(05)72015-X).
- [16] F. Bakkali, S. Averbeck, D. Averbeck, M. Idaomar, Biological Effects of Essential Oils—A Review, *Food and Chemical Toxicology*, Vol. 46, No. 2, 2008, pp.446-475, <https://doi.org/10.1016/j.fct.2007.09.106>.

- [17] J. D. Connolly, R. A. Hill, Triterpenoids, *Natural Product Reports*, Vol. 20, No. 6, 2003, pp. 640-659, <https://doi.org/10.1039/B204068A>.
- [18] W. Zhu, J. Gao, Editors. The Use of Botanical Extracts as Topical Skin-Lightening Agents for The Improvement of Skin Pigmentation Disorders. *Journal of Investigative Dermatology Symposium Proceedings*, Vol. 13, pp. 20-24, <https://doi.org/10.1038/jidsymp.2008.8>
- [19] A. Jarnicka, J. Arct, M. Mojski, Editors, *Cosmetic Application of Flavonoids-Practical Aspects. Proceedings of CHI Conference, Warsaw, 2000.*
- [20] E. Fattorusso, O. Tagliatela-Scafati. *Modern Alkaloids: Structure, Isolation, Synthesis, and Biology*: John Wiley & Sons, 2007.
- [21] I. Kusumawati, G. Indrayanto. Chapter 15 - Natural Antioxidants in Cosmetics. In: Atta Ur R., Editor, *Studies in Natural Products Chemistry*, Vol. 40, 2013, pp. 485-505.
- [22] V. B. Patravale, S. Mandawgade, *Novel Cosmetic Delivery Systems: An Application Update, International Journal of Cosmetic Science*, Vol. 30, No. 1, 2008, pp. 19-33, <https://doi.org/10.1111/j.1468-2494.2008.00416.x>.
- [23] V. Jenning, M. Schäfer-Korting, S. Gohla, *Vitamin A-Loaded Solid Lipid Nanoparticles for Topical Use: Drug Release Properties, Journal of Controlled Release*, Vol. 66, No. 2-3, 2000, pp. 115-126, [https://doi.org/10.1016/S0168-3659\(99\)00223-0](https://doi.org/10.1016/S0168-3659(99)00223-0).
- [24] Y. Liu, N. Feng, *Nanocarriers for the Delivery of Active Ingredients and Fractions Extracted from Natural Products Used in Traditional Chinese Medicine (TCM), Advances in Colloid and Interface Science*, Vol. 221, 2015, pp. 60-76, <https://doi.org/10.1016/j.cis.2015.04.006>.
- [25] R. Parhi, *The Role of Phytocompounds in Cosmeceutical Applications, Medicinal Plants: CRC Press*, 2019, pp. 139-160.
- [26] M. K. Sarangi, S. Padhi, *Novel Herbal Drug Delivery System: An Overview, Archives of Medicine and Health Sciences*, Vol. 6, No. 1, 2018, pp. 171-179, https://doi.org/10.4103/amhs.amhs_88_17.
- [27] G. Cevc, *Drug Delivery Across the Skin, Expert Opinion on Investigational Drugs*, Vol. 6, No. 12, 1997, pp. 1887-1937, <https://doi.org/10.1517/13543784.6.12.1887>.
- [28] A. M. Bugaj, *Intradermal Delivery of Active Cosmeceutical Ingredients, Novel Delivery Systems for Transdermal and Intradermal Drug Delivery, United Kingdom*, 2015, pp. 209-225.
- [29] S. Jung, N. Otberg, G. Thiede, H. Richter, W. Sterry, S. Panzner, J. Lademann, *Innovative Liposomes as a Transfollicular Drug Delivery System: Penetration into Porcine Hair Follicles, Journal of Investigative Dermatology*, Vol. 126, No. 8, 2006, pp. 1728-1732, <https://doi.org/10.1038/sj.jid.5700323>.
- [30] D. Pornpattananangkul, V. Fu, S. Thamphiwatana, L. Zhang, M. Chen, J. Vecchio, W. Gao, C. M. Huang, L. Zhang, *In Vivo Treatment of Propionibacterium Acnes Infection with Liposomal Lauric Acids, Advanced Healthcare Materials*, Vol. 2, No. 10, 2013, pp. 1322-1328, <https://doi.org/10.1002/adhm.201300002>.
- [31] L. Wang, X. Hu, B. Shen, Y. Xie, C. Shen, Y. Lu, J. Qi, H. Yuan, W. Wu, *Enhanced Stability of Liposomes Against Solidification Stress During Freeze-drying and Spray-drying By Coating with Calcium Alginate, Journal of Drug Delivery Science and Technology*, Vol. 30, 2015, pp. 163-170, <https://doi.org/10.1016/j.jddst.2015.10.01>.
- [32] C. Marianecchi, L. D. Marzio, F. Rinaldi, C. Celia, D. Paolino, F. Alhaique, S. Esposito, M. Carafa, *Niosomes from 80s to Present: The State of the Art, Advances in Colloid and Interface Science*, Vol. 205, 2014, pp. 187-206, <https://doi.org/10.1016/j.cis.2013.11.018>.
- [33] E. A. Yapar, *Herbal Cosmetics and Novel Drug Delivery Systems, Indian Journal of Pharmaceutical Education and Research*, Vol. 51, No. 3, 2017, pp. 152-158, <https://doi.org/10.5530/ijper.51.3s.3>.
- [34] C. H. Liu, H. Y. Huang, *In Vitro Anti-Propionibacterium Activity by Curcumin Containing Vesicle System, Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, Vol. 61, No. 4, 2013, pp. 419-425, <https://doi.org/10.1248/cpb.c12-01043>.
- [35] L. Tavano, R. Muzzalupo, N. Picci, B. D. Cindio, *Co-Encapsulation of Lipophilic Antioxidants into Niosomal Carriers: Percutaneous Permeation Studies for Cosmeceutical Applications, Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, Vol. 114, 2014, pp.144-149, <https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2013.09.055>.
- [36] A. Ascenso, S. Raposo, C. Batista, P. Cardoso, T. Mendes, F. G. Praça, M. V. L. B. Bentley, S. Simões, *Development, Characterization, and Skin Delivery Studies of Related Ultradeformable Vesicles: Transfersomes, Ethosomes, and Transethosomes, International Journal of Nanomedicine*, 2015, pp. 5837-5851, <https://doi.org/10.2147/IJN.S86186>.
- [37] D. Chanchal, S. Swarnlata, *Novel Approaches in Herbal Cosmetics, Journal of Cosmetic Dermatology*, Vol. 7, No. 2, 2008, pp. 89-95, <https://doi.org/10.1111/j.1473-2165.2008.00369.x>.

- [38] S. Thapliyal, Novel Approach in Cosmetics of Natural Sources, Novel Approaches in Science & Pharma Fraternity, P. K. Publishers & Distributors, Delhi, 2023, pp. 52-62.
- [39] V. Mamillapalli, Nanoparticles for Herbal Extracts, Asian Journal of Pharmaceutics (Ajp), Vol. 10, No. 2, 2016, pp. 54-60, <https://doi.org/10.22377/ajp.v10i2.623>
- [40] G. Betz, A. Aepli, N. Menshutina, H. Leuenberger, In Vivo Comparison of Various Liposome Formulations for Cosmetic Application, International Journal of Pharmaceutics, Vol. 296, No. 1-2, 2005, pp. 44-54, <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2005.02.032>.
- [41] X. Yanyu, S. Yunmei, C. Zhipeng, P. Qineng, the Preparation of Silybin–Phospholipid Complex and the Study on Its Pharmacokinetics in Rats, International Journal of Pharmaceutics, Vol. 307, No. 1, 2006, pp. 77-82, <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2005.10.001>.
- [42] M. Damle, R. Mallya, Development and Evaluation of a Novel Delivery System Containing Phytospholipid Complex for Skin Aging, Aaps PharmSciTech, Vol. 17, No. 3, 2016, pp. 607-617, <https://doi.org/10.1208/s12249-015-0386-x>.
- [43] D. Singh, M. Sm Rawat, A. Semalty, M. Semalty, Rutin-phospholipid Complex: An Innovative Technique in Novel Drug Delivery System-ndds, Current Drug Delivery, Vol. 9, No. 3, 2012, pp. 305-314, <https://doi.org/10.2174/156720112800389070>.
- [44] M. L. Manca, M. Zaru, M. Manconi, F. Lai, D. Valenti, C. Sinico, A. M. Fadda, Glycosomes: A New Tool for Effective Dermal and Transdermal Drug Delivery, International Journal of Pharmaceutics, Vol. 455, No. 1-2, 2013, pp. 66-74, <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2013.07.060>.
- [45] M. Zaru, M. L. Manca, A. M. Fadda, G. Orsini. Glycosomes and Use Thereof in Pharmaceutical and Cosmetic Preparations for Topical Applications, Google Patents; 2014.
- [46] M. L. Manca, I. Castangia, C. Caddeo, D. Pando, E. Escribano, D. Valenti, S. Lampis, M. Zaru, A. M. Fadda, M. Manconi, Improvement of Quercetin Protective Effect Against Oxidative Stress Skin Damages by Incorporation in Nanovesicles, Colloids and Surfaces B: Biointerfaces, Vol. 123, No., 2014, pp. 566-574, <https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2014.09.059>.
- [47] M. S. Alam, N. Sultana, M. A. Rashid, Y. Alhamhoom, A. Ali, A. Waheed, M. S. Ansari, M. Aqil, M. Mujeeb, Quality by Design-optimized Glycosome-enabled Nanosunscreen Gel of Rutin Hydrate, Gels, Vol. 9, No. 9, 2023, pp. 752, <https://doi.org/10.3390/gels9090752>.
- [48] M. L. Manca, I. Castangia, M. Zaru, A. Nácher, D. Valenti, X. F. Busquets, A. M. Fadda, M. Manconi, Development of Curcumin Loaded Sodium Hyaluronate Immobilized Vesicles (Hyalurosomes) and Their Potential on Skin Inflammation and Wound Restoring, Biomaterials, Vol. 71, 2015, pp. 100-109, <https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2015.08.034>.
- [49] I. Castangia, C. Caddeo, M. L. Manca, L. Casu, A. C. Latorre, O. D. Sales, A. R. Saurí, G. Bacchetta, A. M. Fadda, M. Manconi, Delivery of Liquorice Extract by Liposomes and Hyalurosomes to Protect the Skin Against Oxidative Stress Injuries, Carbohydrate Polymers, Vol. 134, 2015, pp. 657-663, <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2015.08.037>.
- [50] R. Costa, L. Santos, Delivery Systems for Cosmetics-from Manufacturing to the Skin of Natural Antioxidants, Powder Technology, Vol. 322, 2017, pp. 402-416, <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2017.07.086>.
- [51] H. A. Benson, Transfersomes for Transdermal Drug Delivery, Expert Opinion on Drug Delivery, Vol. 3, No. 6, 2006, pp. 727-737, <https://doi.org/10.1517/17425247.3.6.727>
- [52] S. Vasanth, A. Dubey, S. A. Lewis, V. M. Ghate, S. A. E. Zahaby, S. Hebbar, Development and Investigation of Vitamin C-Enriched Adapalene-Loaded Transfersome Gel: A Collegial Approach for the Treatment of Acne Vulgaris, AAPS PharmSciTech, Vol. 21, No. 2, 2020, pp. 61, <https://doi.org/10.1208/s12249-019-1518-5>.
- [53] K. Motwani, V. Gupta, Nano-transfersomes of Vitamin-e and Aloe-vera for the Management of Psoriasis: Nano-Transfersomes for the Management of Psoriasis, Journal of Sustainable Materials Processing and Management, Vol. 2, No. 2, 2022, pp. 9-18, <https://doi.org/10.30880/jmsmpm.2022.02.02.002>.
- [54] P. Kolimi, S. Narala, A. Youssef, D. Nyavanandi, N. Dudhipala, A Systemic Review on Development of Mesoporous Nanoparticles as a Vehicle for Transdermal Drug Delivery, Nanotheranostics, Vol. 7, No., 2023, pp. 70-89, <https://doi.org/10.7150/ntno.77395>.
- [55] E. Touitou, B. Godin, Enhanced Skin Permeation Using Ethosomes, Percutaneous Penetration Enhancers: CRC Press, 2005. pp. 109-122.
- [56] P. Verma, K. Pathak, Therapeutic and Cosmeceutical Potential of Ethosomes: An Overview, Journal of Advanced Pharmaceutical Technology & Research, Vol. 1, No. 3, 2010, pp. 274-282, <https://doi.org/10.4103/0110-5558.72415>.
- [57] M. Emanet, G. Ciofani, Ethosomes as Promising Transdermal Delivery Systems of Natural-Derived

- Active Compounds, *Advanced NanoBiomed Research*, Vol. 3, No. 10, 2023, pp. 2300020, <https://doi.org/10.1002/anbr.202300020>.
- [58] S. S. G. Jeswani, Topical Delivery of Curcuma longa Extract Loaded Nanosized Ethosomes to Combat Facial Wrinkles, *Journal of Pharmaceutics & Drug Delivery Research*, Vol. 3, No. 1, 2014, pp. 1-8, <http://dx.doi.org/10.4172/2325-9604.100011.8>.
- [59] K. Moulaoui, C. Caddeo, M. L. Manca, I. Castangia, D. Valenti, E. Escribano, D. Atmani, A. M. Fadda, M. Manconi, Identification and Nanoentrapment of Polyphenolic Phytocomplex from *Fraxinus Angustifolia*: In Vitro and In Vivo Wound Healing Potential, *Eur J Med Chem*, Vol. 89, No., 2015, pp. 179-188, <https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2014.10.047>.
- [60] V. P. Namrata Jadhav, Siddesh Mungekar, Gaurav Bhamare, Manisha Karpe, V. Kadams, Microsponge Delivery System: An Updated Review, Current Status and Future Prospects, *Journal of Scientific and Innovative Research*, Vol. 2, No. 6, 2013, pp. 1097-1110.
- [61] K. Deshmukh, S. S. A. Poddar, Tyrosinase Inhibitor-Loaded Microsponge Drug Delivery System: New Approach for Hyperpigmentation Disorders, *Journal of Microencapsulation*, Vol. 29, No. 6, 2012, pp. 559-568, <https://doi.org/10.3109/02652048.2012.668955>.
- [62] J. Y. Tsao, H. H. Tsai, C. P. Wu, P. Y. Lin, S. Y. Su, L. D. Chen, F. J. Tsai, Y. Tsai, Release of Paeonol-B-CD Complex from Thermo-Sensitive Poly(N-Isopropylacrylamide) Hydrogels, *International Journal of Pharmaceutics*, Vol. 402, No. 1, 2010, pp. 123-128, <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2010.09.033>.
- [63] S. S. Li, G. F. Li, L. Liu, X. Jiang, B. Zhang, Z. G. Liu, X. L. Li, L. D. Weng, T. Zuo, Q. Liu, Evaluation of Paeonol Skin-Target Delivery from Its Microsponge Formulation: In Vitro Skin Permeation and In Vivo Microdialysis, *PLOS ONE*, Vol. 8, No. 11, 2013, pp. e79881, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0079881>.
- [64] B. Mishra, B. B. Patel, S. Tiwari, Colloidal Nanocarriers: A Review on Formulation Technology, Types and Applications Toward Targeted Drug Delivery, *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine*, Vol. 6, No. 1, 2010, pp. 9-24, <https://doi.org/10.1016/j.nano.2009.04.008>.
- [65] S. K. Anisha Agrawal, Shyam Bihari Sharma, Recent Advancements and Applications of Multiple Emulsions, *International Journal of Advances in Pharmaceutics*, Vol. 4, No. 6, 2015, pp. 94-103.
- [66] C. Puglia, O. Alessia, T. G. Giusy, T. M. Stella, C. Sergio, B. Francesco, R. E. Perrotta, Design of Solid Lipid Nanoparticles for Caffeine Topical Administration, *Drug Delivery*, Vol. 23, No. 1, 2016, pp. 36-40, <https://doi.org/10.3109/10717544.2014.903011>.
- [67] K. Mitri, R. Shegokar, S. Gohla, C. Anselmi, R. H. Müller, Lipid Nanocarriers for Dermal Delivery of Lutein: Preparation, Characterization, Stability and Performance, *International Journal of Pharmaceutics*, Vol. 414, No. 1, 2011, pp. 267-275, <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2011.05.008>.
- [68] K. Teskač, J. Kristl, The Evidence for Solid Lipid Nanoparticles Mediated Cell Uptake of Resveratrol, *International Journal of Pharmaceutics*, Vol. 390, No. 1, 2010, pp. 61-69, <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2009.10.011>.
- [69] V. Jennings, M. S. Korting, S. Gohla, Vitamin A-Loaded Solid Lipid Nanoparticles for Topical Use: Drug Release Properties, *Journal of Controlled Release*, Vol. 66, No. 2, 2000, pp. 115-126, [https://doi.org/10.1016/S0168-3659\(99\)00223-0](https://doi.org/10.1016/S0168-3659(99)00223-0).
- [70] C. M. Zamarioli, R. M. Martins, E. C. Carvalho, L. A. P. Freitas, Nanoparticles Containing Curcuminoids (*Curcuma Longa*): Development of Topical Delivery Formulation, *Revista Brasileira de Farmacognosia*, Vol. 25, No. 1, 2015, pp. 53-60, <https://doi.org/10.1016/j.bjp.2014.11.010>.
- [71] S. R. Mudshinge, A. B. Deore, S. Patil, C. M. Bhalgat, Nanoparticles: Emerging Carriers for Drug Delivery, *Saudi Pharmaceutical Journal*, Vol. 19, No. 3, 2011, pp. 129-141, <https://doi.org/10.1016/j.jsps.2011.04.001>.
- [72] C. B. Detoni, G. D. Souto, A. L. M. D. Silva, A. R. Pohlmann, S. S. Guterres, Photostability and Skin Penetration of Different E-Resveratrol-Loaded Supramolecular Structures, *Photochemistry and Photobiology*, Vol. 88, No. 4, 2012, pp. 913-921, <https://doi.org/10.1111/j.17511097.2012.01147.x>.
- [73] E. H. Gokce, K. Emrah, D. Eleonora, S. Giuseppina, B. M. Cristina, O. Ozer, Resveratrol-Loaded Solid Lipid Nanoparticles Versus Nanostructured Lipid Carriers: Evaluation of Antioxidant Potential for Dermal Applications, *International Journal of Nanomedicine*, Vol. 7, No. null, 2012, pp. 1841-1850, <https://doi.org/10.2147/IJN.S29710>.
- [74] S. Bose, B. M. Kohn, Preparation and Characterization of Lipid Based Nanosystems for Topical Delivery of Quercetin, *European Journal of Pharmaceutical Sciences*, Vol. 48, No. 3, 2013, pp. 442-452, <https://doi.org/10.1016/j.ejps.2012.12.005>.
- [75] K. Mahmoud, S. Swidan, M. E. Nabarawi, M. Teaima, Lipid Based Nanoparticles as a Novel

- Treatment Modality for Hepatocellular Carcinoma: A Comprehensive Review on Targeting and Recent Advances, *Journal of Nanobiotechnology*, Vol. 20, No. 1, 2022, pp. 109, <https://doi.org/10.1186/s12951-022-01309-9>.
- [76] S. A. M. Ealia, M. P. Saravanakumar, editors. A Review on the Classification, Characterisation, Synthesis of Nanoparticles and Their Application. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, IOP Publishing, 2017.
- [77] P. Holister, J.W Weener, C. Román, T. Harper, *Nanoparticles Technology White Papers nr. 3*, Cientifica, 2003, pp. 1-12.
- [78] M. Lens, Use of Fullerenes in Cosmetics, *Recent Patents on Biotechnology*, Vol. 3, No. 2, 2009, pp. 118-123, <https://doi.org/10.2174/187220809788700166>.
- [79] A. Rondags, W. Y. Yuen, M. F. Jonkman, B. Horváth, Fullerene C60 with Cytoprotective and Cytotoxic Potential: Prospects as a Novel Treatment Agent in Dermatology, *Experimental Dermatology*, Vol. 26, No. 3, 2017, pp. 220-224, <https://doi.org/10.1111/exd.13172>.
- [80] L. Ray, K. Gupta. Role of Nanotechnology in Skin Remedies, *Photocarcinogenesis & Photoprotection*, Springer, 2018, pp. 141-157.
- [81] S. Ito, K. Itoga, M. Yamato, H. Akamatsu, T. Okano, The Co-application Effects of Fullerene and Ascorbic Acid on UV-B Irradiated Mouse Skin, *Toxicology*, Vol. 267, No. 1, 2010, pp. 27-38, <https://doi.org/10.1016/j.tox.2009.09.015>.
- [82] Y. Ito, J. H. Warner, R. Brown, M. Zaka, R. Pfeiffer, T. Aono, N. Izumi, H. Okimoto, J. J. Morton, A. Ardavan, Controlling Intermolecular Spin Interactions of La@C 82 in Empty Fullerene Matrices, *Physical Chemistry Chemical Physics*, Vol. 12, No. 7, 2010, pp. 1618-1623, <https://doi.org/10.1039/B913593F>.
- [83] C. Cusan, T. Da Ros, G. Spalluto, S. Foley, J. M. Janot, P. Seta, C. Larroque, M. C. Tomasini, T. Antonelli, L. Ferraro, A New Multi-Charged C60 Derivative: Synthesis and Biological Properties, *European Journal of Organic Chemistry*, Vol. 2002, No. 17, 2002, pp. 2928-2934, [https://doi.org/10.1002/1099-0690\(200209\)2002:17<2928::AID-EJOC2928>3.0.CO;2-I](https://doi.org/10.1002/1099-0690(200209)2002:17<2928::AID-EJOC2928>3.0.CO;2-I).
- [84] Y. R. Maghraby, A. H. Ibrahim, R. M. E. Shabasy, H. M. E. S. Azzazy, Overview of Nanocosmetics with Emphasis on those Incorporating Natural Extracts, *ACS Omega*, Vol. 9, No. 34, 2024, pp. 36001-36022, <https://doi.org/10.1021/acsomega.4c00062>.
- [85] J. Kaur, G. S. Gill, K. Jeet, Applications of Carbon Nanotubes in Drug Delivery: A Comprehensive Review, *Characterization and Biology of Nanomaterials for Drug Delivery*, 2019, pp. 113-135, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814031-4.00005-2>.
- [86] H. Li, N. Zhang, Y. Hao, Y. Wang, S. Jia, H. Zhang, Y. Zhang, Z. Zhang, Formulation of Curcumin Delivery with Functionalized Single-Walled Carbon Nanotubes: Characteristics and Anticancer Effects in Vitro, *Drug Delivery*, Vol. 21, No. 5, 2014, pp. 379-387, <https://doi.org/10.3109/10717544.2013.848246>.
- [87] E.Generalic, <https://glossary.periodni.com/glossary.php?en=fullerene> (accessed on: May 3rd, 2025).
- [88] H. Chen, J. Weiss, F. Shahidi, *Nanotechnology in Nutraceuticals and Functional Foods*, Food Technology (Chicago), Vol. 60, No. 3, 2006, pp. 30-36.
- [89] M. Gallarate, M. E. Carlotti, M. Trotta, A. Grande, C. Talarico, Photostability of Naturally Occurring Whitening Agents in Cosmetic Microemulsions, *Journal of Cosmetic Science*, Vol. 55, No. 2, 2004, pp. 139-148.
- [90] M. E. Carlotti, M. Gallarate, V. Rossatto, O/W Microemulsion as a Vehicle for Sunscreens, *Journal of Cosmetic Science*, Vol. 54, No. 5, 2003, pp. 451-462.
- [91] M. Gallarate, M. E. Carlotti, M. Trotta, S. Bovo, On the Stability of Ascorbic Acid in Emulsified Systems for Topical and Cosmetic Use, *International Journal of Pharmaceutics*, Vol. 188, No. 2, 1999, pp. 233-241, [https://doi.org/10.1016/S0378-5173\(99\)00228-8](https://doi.org/10.1016/S0378-5173(99)00228-8).
- [92] H. Okochi, M. Nakano, Preparation and Evaluation of W/O/W Type Emulsions Containing Vancomycin, *Advanced Drug Delivery Reviews*, Vol. 45, No. 1, 2000, pp. 5-26, [https://doi.org/10.1016/S0169-409X\(00\)00097-1](https://doi.org/10.1016/S0169-409X(00)00097-1).
- [93] C. Zhang, D. H. Jin, Q. L. Yang, G. Li, J. M. Jiang, Preparation and Characterization of Poly (P-Phenylene Benzobisoxazole)(PBO) Fiber with Anti-Ultraviolet Aging, *Acta Chimica Sinica*, Vol. 68, No. 02, 2010, pp. 199.
- [94] T. Baccarin, M. Mitjans, E. L. Senna, M. P. Vinardell, Protection Against Oxidative Damage in Human Erythrocytes and Preliminary Photosafety Assessment of Punica Granatum Seed Oil Nanoemulsions Entrapping Polyphenol-rich Ethyl Acetate Fraction, *Toxicology in Vitro*, Vol. 30, No. 1, 2015, pp. 421-428, <https://doi.org/10.1016/j.tiv.2015.09.020>.
- [95] R. C. D. A. Ribeiro, S. M. A. G. Barreto, E. A. Ostrosky, P. A. D. R. Filho, L. M. Veríssimo, M. Ferrari, Production and Characterization of Cosmetic Nanoemulsions Containing Opuntia Ficus-Indica (L.) Mill Extract as Moisturizing Agent,

- Molecules, Vol. 20, No. 2, 2015, pp. 2492-2509, <https://doi.org/10.3390/molecules20022492>.
- [96] V. D. Villegas, B. C. Naveros, M. L. G. López, A. C. C. Campmany, P. B. Zagal, M. L. G. Ramírez, Development and Characterization of Two Nano-Structured Systems for Topical Application of Flavanones Isolated from Eysenhardtia Platycarpa, Colloids and Surfaces B: Biointerfaces, Vol. 116, No., 2014, pp. 183-192, <https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2013.12.009>
- [97] H. A. A. Enin, H. M. A. Bar, Solid Super Saturated Self-Nanoemulsifying Drug Delivery System (Sat-SNEDDS) as a Promising Alternative to Conventional SNEDDS for Improvement Rosuvastatin Calcium Oral Bioavailability, Expert Opinion on Drug Delivery, Vol. 13, No. 11, 2016, pp. 1513-1521, <https://doi.org/10.1080/17425247.2016.1224845>.
- [98] S. D. Maurya, R. K. Arya, G. Rajpal, R. C. Dhakar, Self-Micro Emulsifying Drug Delivery Systems (SMEDDS): A Review on Physico-chemical and Biopharmaceutical Aspects, Journal of Drug Delivery and Therapeutics, Vol. 7, No. 3, 2017, pp. 55-65, <http://dx.doi.org/10.22270/jddt.v7i3.1453>
- [99] A. Phanindra, A. Nagaraju, K. Achyuth, Rosuvastatin Calcium Loaded Novel Nano Delivery Systems for Enhanced Oral Bioavailability, Scholars Middle East Publishers, Vol. 4, No. 5, 2018, pp. 475-480, <https://doi.org/10.21276/sb.2018.4.5.13>.
- [100] K. A. Ryu, P. J. Park, S.B. Kim, B. H. Bin, D. J. Jang, S. T. Kim, Topical Delivery of Coenzyme Q10-Loaded Microemulsion for Skin Regeneration, Pharmaceutics, Vol. 12, No. 4, 2020, pp. 332, <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics12040332>.
- [101] A. H. Saberi, Y. Fang, D. J. McClements, Fabrication of Vitamin E-Enriched Nanoemulsions: Factors Affecting Particle Size Using Spontaneous Emulsification, J Colloid Interface Sci, Vol. 391, No., 2013, pp. 95-102, <https://doi.org/10.1016/j.jcis.2012.08.069>.