

## Tổng quan về khả năng kháng ung thư sulforaphane

Phạm Ngọc Khôi<sup>1, 2</sup>

<sup>1</sup>Bộ môn Mô Phôi - Di truyền, Khoa Khoa học cơ bản - Y học cơ sở, Trường Đại học Y khoa Phạm Ngọc Thạch, Thành phố Hồ Chí Minh

<sup>2</sup>Văn phòng Khoa, Khoa Khoa học cơ bản - Y học cơ sở, Trường Đại học Y khoa Phạm Ngọc Thạch, Thành phố Hồ Chí Minh

### Tóm tắt

Các thực phẩm bổ sung có nguồn gốc từ thảo dược đã và đang thể hiện tiềm năng to lớn trong việc phòng ngừa cũng như hỗ trợ điều trị nhiều loại bệnh. Trong số đó, sulforaphane, một hợp chất hữu cơ chứa lưu huỳnh thuộc nhóm isothiocyanate, chủ yếu có trong các loại rau họ Cải (*Brassicaceae*), đã thu hút nhiều sự chú ý. Nhiều nghiên cứu đã chỉ ra rằng sulforaphane có nhiều hoạt tính sinh học và thể hiện tiềm năng vượt trội như một chất kháng oxy hóa, kháng khối u, ức chế quá trình hình thành mạch máu mới và kháng viêm. Đặc biệt, sulforaphane có độc tính thấp, không bị oxy hóa và được cơ thể dung nạp tốt, giúp sulforaphane trở thành một ứng viên sáng giá trong vai trò thực phẩm bổ sung tự nhiên trong các nghiên cứu lâm sàng. Với khả năng nổi bật trong việc trung hòa các gốc tự do, sulforaphane được xem là một phân tử thuốc đầy hứa hẹn trong điều trị nhiều bệnh lý. Bài viết tổng quan này sẽ trình bày chi tiết các hoạt tính sinh học đa dạng của sulforaphane, đặc biệt là khả năng kháng ung thư của hoạt chất này.

**Từ khóa:** sulforaphane; tính chất hóa lý; tác dụng sinh học; kháng ung thư.

### Abstract

#### Overview of the anti-cancer ability of sulforaphane

Herbal supplements have shown great promise in both preventing and aiding the treatment of various diseases. Among these, sulforaphane, an organosulfur compound from the isothiocyanate group, predominantly found in cruciferous vegetables (*Brassicaceae*), has attracted significant interest. A variety of studies have revealed that sulforaphane possesses a broad spectrum of biological activities, demonstrating exceptional potential as an antioxidant, anticancer agent, angiogenesis inhibitor, and anti-inflammatory substance. Furthermore, sulforaphane is characterized by its low toxicity, resistance to oxidation, and good tolerance by the human body, making it a highly promising natural dietary supplement for clinical trials. Due to its powerful ability to neutralize free radicals, sulforaphane is regarded as a promising therapeutic molecule for managing a range of diseases. This review aims to provide a comprehensive analysis of the diverse biological properties of sulforaphane, especially its anticancer ability.

**Keyword:** sulforaphane; physicochemical properties; biological effect; anticancer.

**Ngày nhận bài:**

02/06/2025

**Ngày phân biện:**

04/07/2025

**Ngày đăng bài:**

20/10/2025

**Tác giả liên hệ:**

Phạm Ngọc Khôi

**Email:**

pnkhoi@pnt.edu.vn

**ĐT:** 0909097802

### 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

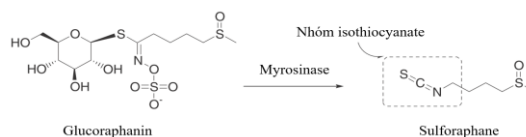
Isothiocyanate, một hợp chất hoạt tính tự nhiên, có nguồn gốc từ các loại rau thuộc họ Cải (*Brassicaceae*), bao gồm bông cải xanh, cải bắp và cải xoăn [1]. Sulforaphane, một

thành viên của nhóm isothiocyanate, có mặt trong bông cải xanh dưới dạng glucoraphanin. Khi bông cải xanh bị hư hỏng, chẳng hạn như khi bị nhai hoặc thái nhỏ, dẫn đến sự phân mảnh tế bào, quá trình này sẽ kích hoạt các enzyme

nội sinh myrosinase, giúp thủy phân glucoraphanin và chuyển đổi glucoraphanin thành sulforaphane [2, 3]. Một số nghiên cứu đã chỉ ra rằng sulforaphane có thể được sử dụng như một thực phẩm bổ sung tự nhiên để tăng cường hiệu quả điều trị trong các nghiên cứu lâm sàng. Vì lý do này, bài tổng quan này nhằm tổng hợp các nghiên cứu về các cơ chế tác dụng của sulforaphane, đặc biệt là khả năng kháng ung thư của hoạt chất này. Việc hiểu rõ hơn về tính phức tạp của các cơ chế tác dụng này sẽ mở ra cơ hội mới trong việc ứng dụng sulforaphane trong điều trị và phòng ngừa bệnh, đặc biệt là bệnh ung thư.

## 2. TỔNG QUAN

### 2.1. Giới thiệu về sulforaphane



**Hình 1.** Sự hình thành sulforaphane từ glucoraphanin khi thủy phân bởi enzyme myrosinase [4].

### 2.2. Đặc tính hóa lý và sinh khả dụng của sulforaphane

Các đặc tính hóa lý của sulforaphane được trình bày trong Bảng 1 [4] cho thấy sulforaphane có khả năng dung nạp tốt, tuy nhiên, vẫn gặp phải một số vấn đề về sinh dược học, chẳng hạn như khả năng hòa tan kém trong nước, chuyển hóa quá mức khi lần đầu tiên đi qua gan và sự hấp thu sinh học thấp. Sau khi uống, sulforaphane được hấp thu qua đường tiêu hóa. Các nghiên cứu trên người cho thấy, sau khi tiêu thụ bông cải xanh, có sự gia tăng lượng chất chuyển hóa của sulforaphane trong nước tiểu. Sulforaphane dường như nhanh chóng đi vào các tế bào và tích lũy tại đó, nơi nó liên hợp với glutathione (GSH) và glutathione-S-transferase (GST). Quá trình chuyển hóa lần đầu tiên trong gan có thể dẫn đến việc hình thành các gốc tự do và các chất chuyển hóa có hại. Thời gian bán hủy của sulforaphane tương đối ngắn. Carbon trung tâm trong nhóm -N-C-S của sulforaphane phản ứng nhanh chóng với GSH để tạo thành hợp chất sulforaphane-GSH, quá trình này được xúc tác bởi GST. Sulforaphane-GSH sau đó tiếp tục

Nghiên cứu đã chứng minh rằng, các loại thực phẩm bổ sung có nguồn gốc từ thảo dược đang cho thấy tiềm năng đáng kể trong việc phòng ngừa và hỗ trợ điều trị bệnh [1]. Sulforaphane là một hợp chất hóa học có nguồn gốc từ thực vật, chủ yếu được tìm thấy trong các loại rau thuộc họ Cải (*Brassicaceae*) như bông cải xanh, súp lơ trắng, cải xoăn, cải bắp và cải ngọt. Trong các loại rau này, sulforaphane chủ yếu tồn tại dưới dạng tiền chất là glucoraphanin. Khi rau được cắt hoặc băm nhỏ, glucoraphanin sẽ được enzyme myrosinase xúc tác thủy phân để tạo ra sulforaphane (Hình 1). Ngoài ra, quá trình thủy phân này cũng có thể xảy ra nhờ vào hệ vi khuẩn đường ruột sau khi tiêu thụ. Tuy nhiên, enzyme myrosinase dễ bị mất hoạt tính khi rau được nấu chín ở nhiệt độ cao hoặc đun sôi [4].

được chuyển hóa thành cysteinylglycine (sulforaphane-Cys-Gly), cysteine (sulforaphane-Cys), và các hợp chất N-acetylcysteine (sulforaphane-NAC), rồi được bài tiết qua nước tiểu. Thêm vào đó, phần lớn sulforaphane không thay đổi sẽ được bài tiết ra ngoài và khoảng 70 - 75% có thể được phát hiện trong nước tiểu sau 24 giờ sử dụng. Sulforaphane cũng được bài tiết dưới dạng liên hợp N-acetylcysteine-sulforaphane. Những dữ liệu này cho thấy tầm quan trọng của việc phát triển một hệ thống phân phối thuốc tối ưu cho sulforaphane, giúp tăng cường sinh khả dụng và tăng cường hiệu quả tại các vị trí tác động [4]. Trong vài năm qua, nhiều nghiên cứu *in vitro*, *in vivo* và lâm sàng đã được tiến hành để đánh giá tiềm năng của sulforaphane. Sự gia tăng số lượng các bài báo và bằng sáng chế liên quan đến sulforaphane gần đây cho thấy sự quan tâm ngày càng lớn của cộng đồng khoa học đối với việc khám phá và ứng dụng rộng rãi phân tử này trong điều trị lâm sàng. Một số thử nghiệm lâm sàng với sulforaphane đã cho kết quả khả quan và một số bằng sáng chế cũng đã được đăng ký.

**Bảng 1.** Tính chất hóa lý của sulforaphane [4].

<i>Tính chất hóa lý</i>	<i>Sulforaphane</i>
Công thức phân tử	C <sub>6</sub> H <sub>11</sub> NOS <sub>2</sub>
Số đăng ký CAS	4,478-93-7
Tên hóa học	Sulforafan
Khối lượng phân tử	177,28 g/mol
Tên IUPAC	1-Isothiocyanato-4-methyl sulfinyl butane
Nhiệt độ bảo quản	-20 °C
Nhiệt độ nóng chảy	74,6 °C
Độ hòa tan	Methanol, ethanol, DMSO hoặc ethyl acetate, không tan trong nước

**Ghi chú:**

- CAS: chemical abstracts service
- IUPAC: International Union of Pure and Applied Chemistry
- DMSO: dimethyl sulfoxide

**2.3. Tác dụng sinh học của sulforaphane**

Sulforaphane, một chất kháng oxy hóa tự nhiên, được tìm thấy với hàm lượng cao nhất trong bông cải xanh, cùng với các hợp chất indole-3-carbinol và di-indolylmethane. Các nghiên cứu gần đây đã chỉ ra rằng sulforaphane có phổ hoạt tính sinh học rộng, thể hiện tiềm năng vượt trội như một tác nhân kháng oxy hóa, kháng ung thư, ức chế quá trình hình thành mạch máu mới và kháng viêm [4]. Đáng chú ý, sulforaphane có độc tính thấp, không bị oxy hóa trong cơ thể, ngay cả ở những bệnh nhân có tình trạng dung nạp thuốc, điều này khiến nó trở thành một ứng viên đầy hứa hẹn cho các liệu pháp tự nhiên và bổ sung dinh dưỡng trong nghiên cứu lâm sàng. Tiềm năng của sulforaphane như một phân tử thuốc trong điều trị nhiều loại bệnh chủ yếu bắt nguồn từ hoạt tính kháng oxy hóa và kháng ung thư mạnh, đặc biệt nhờ sự hiện diện của nhóm isothiocyanate. Những đặc tính này khiến sulforaphane trở thành một hợp chất đáng chú ý trong việc quản lý nhiều bệnh lý. Cụ thể, sulforaphane đã được chứng minh có tác dụng kháng đái tháo đường, hạ lipid máu [5], ức chế sự hình thành mạch máu mới, kháng oxy hóa [6], bảo vệ tế bào thần kinh [7], kháng lão hóa [8], bảo vệ tim mạch, kháng viêm [9], có hoạt tính kháng khuẩn mạnh, đóng vai trò như một loại “kháng sinh thực vật” hiệu quả [10]. Một chức năng quan trọng khác của sulforaphane là khả năng kháng lại nhiều loại ung thư khác nhau, bao gồm ung thư não, tuyến tiền liệt [11], đại tràng, da, phổi, bạch cầu cấp, vú, biểu mô tế bào vảy và ung thư vòm họng. Ngoài ra, sulforaphane còn được ghi nhận với tác dụng bảo vệ hệ thần kinh, góp phần ngăn ngừa thoái hóa tế bào thần kinh và được chứng minh là có hiệu quả trong điều trị các bệnh lý thoái hóa thần kinh [12] như Parkinson, Alzheimer, Huntington, tổn thương não do thiếu máu cục bộ, chấn thương sọ não và tủy sống. Các tác dụng sinh học của sulforaphane được trình bày tóm tắt trong Bảng 2.

**Bảng 2.** Bảng tóm tắt tác dụng sinh học của sulforaphane

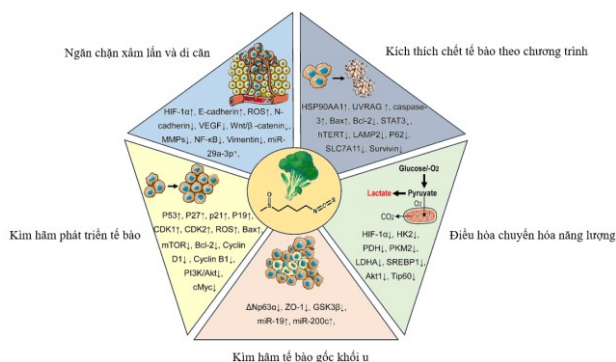
<i>Nhóm tác dụng</i>	<i>Tác dụng cụ thể</i>	<i>Tài liệu tham khảo</i>
Kháng oxy hóa	- Chất kháng oxy hóa mạnh - Không bị oxy hóa trong cơ thể	[4], [6]
Kháng ung thư	- Ức chế sự phát triển của tế bào ung thư - Ức chế hình thành mạch máu nuôi khối u - Tác dụng với nhiều loại ung thư: não, tuyến tiền liệt, đại tràng, da, phổi, bạch cầu, vú, tế bào vảy, vòm họng	[4], [11]
Kháng viêm	- Giảm phản ứng viêm - Bảo vệ mô khỏi tổn thương do viêm	[4], [9]
Bảo vệ thần kinh	- Ngăn ngừa thoái hóa tế bào thần kinh - Tác dụng trong điều trị Parkinson, Alzheimer, Huntington, chấn thương sọ não, thiếu máu cục bộ, tổn thương tủy sống	[7], [12]
Kháng lão hóa	- Làm chậm quá trình lão hóa tế bào	[8]
Bảo vệ tim mạch	- Hỗ trợ bảo vệ tim mạch - Chống lại các yếu tố nguy cơ tim mạch	[9]
Hạ đường huyết	- Tác dụng kháng đái tháo đường	[5]
Hạ lipid máu	- Giảm nồng độ lipid trong máu	[5]
Kháng khuẩn	- Có hoạt tính kháng khuẩn mạnh - Được ví như “kháng sinh thực vật”	[10]

#### 2.4. Sulforaphane trong nghiên cứu và điều trị ung thư

Hiện nay, ung thư là một thách thức lớn trong xã hội hiện đại và đòi hỏi một chiến lược điều trị chủ động để có thể chữa khỏi [13]. Các tế bào ung thư thường trải qua những biến đổi di truyền và di truyền cận gen (epigenetics) đặc trưng, dẫn đến sự mất kiểm soát trong quá trình phân chia tế bào [14]. Chính vì vậy, các tế bào ác tính trong khối u có khả năng di căn và phát triển nhanh chóng. Hóa trị liệu, mặc dù là một phương pháp điều trị phổ biến, nhưng lại mang đến nhiều rủi ro và có thể gây thêm tổn hại cho sức khỏe của bệnh nhân [15]. Các cơ chế tác động kháng ung thư của sulforaphane đã được nghiên cứu *in vitro* và cho thấy nó có khả năng đảo ngược những thay đổi di truyền cận gen trong tế bào ung thư thông qua việc tương tác với HDAC, DNA methyltransferase và RNA không mã hóa ở nồng độ 3 - 15  $\mu\text{M}$  [16]. Một nghiên cứu khác đã khảo sát tác dụng của sulforaphane khi kết hợp với taxanes (docetaxel hoặc paclitaxel) trong việc điều trị ung thư vú, đặc biệt là nhắm vào tế bào gốc ung thư vú [17]. Việc điều trị bằng docetaxel hoặc paclitaxel có thể kích thích tiết interleukin-6 và làm tăng số lượng tế bào gốc ung thư vú trong các dòng tế bào ung thư. Khi thử nghiệm sulforaphane ở các nồng độ 2,5 và 5,0  $\mu\text{M}$  cho thấy sulforaphane đã loại bỏ tế bào gốc ung thư một cách phụ thuộc vào nồng độ, đồng thời ức chế sự chuyển vị của tiểu đơn vị NF- $\kappa$ B-p65 và điều hòa giảm p52, từ đó giảm hoạt động phiên mã của tế bào gốc ung thư. Bên cạnh đó, sulforaphane còn có khả năng đảo ngược quá trình làm giàu aldehyde dehydrogenase dương tính (ALDH<sup>+</sup>) trong tế bào ung thư do tác dụng của taxane. Nhờ vậy, việc bổ sung sulforaphane vào quá trình hóa trị liệu có thể mang lại lợi ích lớn trong việc điều trị ung thư vú, bằng cách ngăn chặn sự phát triển và tiêu diệt tế bào gốc ung thư vú [17]. Một nghiên cứu *in vitro* khác đã khảo sát tác dụng của sulforaphane kết hợp với gemcitabine trên tế bào ung thư cổ tử cung HeLa, tập trung vào khả năng sống sót và quá trình chết tế bào theo chương trình ở các nồng

độ khác nhau của sulforaphane (0,01 - 100  $\mu\text{M}$ ) [18]. Kết quả cho thấy sulforaphane có tác dụng kháng ung thư phụ thuộc vào nồng độ, gây ra quá trình chết tế bào theo chương trình và thúc đẩy tác dụng kháng viêm. Phát hiện này cung cấp bằng chứng đầu tiên về sự hiệp lực giữa sulforaphane và gemcitabine, cho thấy sự kết hợp này có thể cải thiện hiệu quả điều trị ung thư cổ tử cung [18]. Một nghiên cứu *in vivo* về tác dụng của sulforaphane trong điều trị ung thư buồng trứng kháng cisplatin đã chỉ ra rằng sulforaphane có thể cải thiện độ nhạy của các tế bào ung thư buồng trứng đối với cisplatin. Cơ chế này liên quan đến việc điều hòa miR-30a-3p, từ đó thúc đẩy sự tích tụ cisplatin trong tế bào và gây ra tổn thương DNA [19].

Sulforaphane cũng đã được chứng minh có tác dụng kháng khối u đối với nhiều loại ung thư khác nhau (Hình 2) [20]. Nó có khả năng ức chế sự tăng sinh và kích thích quá trình chết tế bào theo chương trình bằng cách giảm tính gốc của tế bào ung thư biểu mô vòm họng thông qua cơ chế liên kết với tín hiệu STAT3 trong các thí nghiệm *in vitro* [21]. Bên cạnh đó, sulforaphane còn ức chế sự biểu hiện và phosphoryl hóa STAT3 (troy-704 và troy-705) bằng cách điều chỉnh tăng cường miRNA-124-3p, và hiệu quả này phụ thuộc vào nồng độ sulforaphane thử nghiệm (0, 5, 10 và 20  $\mu\text{mol/l}$ ). Điều này chứng tỏ sulforaphane có hiệu quả trong việc kháng lại ung thư vòm họng và có thể trở thành một phương pháp điều trị tiềm năng nhắm vào con đường tín hiệu STAT3 [21]. Một nghiên cứu gần đây đã thực hiện một đánh giá sâu về tiềm năng kháng ung thư của sulforaphane, đặc biệt trong việc điều chỉnh các biểu hiện di truyền cận gen, bao gồm việc tái hoạt động biểu sinh của Nrf2 [16]. Sulforaphane cũng đã cho thấy tiềm năng đáng kể trong điều trị ung thư vú, như được chứng minh trong một nghiên cứu gần đây về cách thức sulforaphane tác động vào các con đường tế bào và nhắm vào các gen cụ thể trong điều trị ung thư vú [22]. Sulforaphane ức chế hiệu quả các histone deacetylases, một yếu tố liên quan đến quá trình tái cấu trúc nhiễm sắc thể, biểu hiện gen và tín hiệu kháng oxy hóa Nrf2 [22] trong các thí nghiệm *in vitro*.



**Hình 2.** Tổng quan về các cơ chế phân tử đa dạng của hợp chất tự nhiên sulforaphane trong việc phòng ngừa và điều trị ung thư, như ức chế sự phát triển tế bào ung thư, ngừng khả năng di cư xâm lấn của tế bào ung thư, kích thích quá trình chết tế bào theo chương trình, ức chế tế bào gốc khối u, và điều hòa chuyển hóa năng lượng của tế bào ung thư [20].

Sulforaphane cũng làm tăng sự biểu hiện của gen NADPH dehydrogenase (quinone)-1 trong tế bào vú, một gen có liên quan đến cơ chế giải độc và ngăn ngừa sự suy thoái của protein p53, một yếu tố ức chế khối u. Gen *p53* này thường bị đột biến hoặc phá vỡ trong gần một nửa số trường hợp ung thư vú. Hơn nữa, sulforaphane còn giảm khoảng 65 - 80% số tế bào ung thư vú có aldehyde dehydrogenase dương tính (ALDH<sup>+</sup>) ở người. Trong các nghiên cứu *in vivo* trên mô hình chuột thử nghiệm, sulforaphane đã loại bỏ sự phát triển của khối u ung thư vú. Khi các tế bào ung thư tiếp xúc với nồng độ sulforaphane cao hơn, chúng sẽ tạo ra tín hiệu oxy hóa, kích thích enzyme interleukin-1β converting enzyme (ICE/Ced-3) protease (caspase 3), từ đó kích hoạt con đường phân mảnh DNA, dẫn đến giảm khả năng sống sót của tế bào ung thư [23]. Nghiên cứu này cũng xác nhận rằng sulforaphane có vai trò trung gian trong việc cảm ứng các enzyme MT giải độc pha-II và kích hoạt quá trình chết tế bào theo chương trình trong tế bào u gan người HepG2.

Các hợp chất thiên nhiên luôn được xem là nguồn tài nguyên quý giá cho sự phát triển của các liệu pháp điều trị mới. Khả năng của các hợp chất này trong việc giảm sự tăng sinh tế bào, kích thích quá trình chết tế bào theo chương trình và ức chế sự hình thành mạch máu đã được khai thác mạnh mẽ trong nghiên cứu và điều trị hiện

nay [24]. Những phân tử có nguồn gốc từ thiên nhiên thường được thử nghiệm kết hợp với các tác nhân hóa trị liệu, vì chúng có khả năng làm tăng thời gian tác dụng của các tác nhân hóa trị trong tế bào ung thư, đồng thời điều chỉnh các mục tiêu tiền chết tế bào theo chương trình (pro-apoptotic), mang lại hiệu quả hiệp đồng trong điều trị các tế bào kháng hóa chất [25]. Sulforaphane thể hiện khả năng kháng ung thư của mình thông qua việc điều chỉnh các con đường tín hiệu chính và các gen liên quan đến cảm ứng chết tế bào theo chương trình, bắt giữ chu kỳ tế bào và ức chế quá trình hình thành mạch máu mới. Bên cạnh đó, sulforaphane còn điều chỉnh một loạt các gen bảo vệ tế bào thông qua việc kích hoạt Nrf2, một yếu tố phiên mã quan trọng, được kích hoạt bởi các tín hiệu oxy hóa. Việc kích hoạt Nrf2 không chỉ góp phần vào các cơ chế bảo vệ tế bào mà còn thúc đẩy tác dụng ngăn ngừa ung thư của sulforaphane. Sulforaphane là một hợp chất tự nhiên đầy hứa hẹn trong điều trị ung thư và các bệnh mạn tính khác [20]. Với khả năng trên khi kết hợp hóa trị, sulforaphane có tiềm năng lớn trong phát triển liệu pháp bổ sung và cải tiến phương pháp điều trị hiện đại. Tuy nhiên, cần thêm các nghiên cứu lâm sàng mở rộng và hệ dẫn thuốc phù hợp để phát huy tối đa hiệu quả của sulforaphane trong ứng dụng thực tế. Các nghiên cứu và điều trị ung thư liên quan đến sulforaphane được trình bày tóm tắt trong Bảng 3.

**Bảng 3.** Bảng tóm tắt các nghiên cứu và điều trị ung thư liên quan đến sulforaphane

Loại ung thư	Cơ chế/tác dụng chính	Tài liệu tham khảo
Ung thư vú	Loại bỏ tế bào gốc ung thư vú, ức chế NF-κB-p65, giảm p52, điều hòa ALDH <sup>+</sup> . Hiệu quả phụ thuộc nồng độ sulforaphane (2,5 - 5,0 μM)	[17]

	Ức chế HDAC, kích hoạt Nrf2, tăng NADPH quinone oxidoreductase-1 → bảo vệ p53. Giảm 65 - 80% tế bào ALDH <sup>+</sup> . Kích thích caspase-3, gây chết tế bào theo chương trình	[22], [23]
Ung thư cổ tử cung	Gây chết tế bào theo chương trình, tác dụng kháng viêm và hiệp lực với gemcitabine ở nồng độ 0,01 - 100 $\mu$ M	[18]
Ung thư buồng trứng	Điều hòa miR-30a-3p → tăng tích lũy cisplatin trong tế bào → tổn thương DNA	[19]
Ung thư biểu mô vòm họng	Ức chế STAT3, giảm phosphoryl hóa (Tyr-704 và Tyr-705), tăng biểu hiện miRNA-124-3p, hiệu quả phụ thuộc nồng độ (0, 5, 10, 20 $\mu$ mol/l)	[21]
Ung thư gan	Cảm ứng enzyme giải độc pha-II, kích hoạt con đường chết tế bào (apoptosis)	[23]

### 3. KẾT LUẬN

Sulforaphane được biết đến là một hợp chất có nhiều tác dụng dược lý, bao gồm khả năng kháng đái tháo đường, kháng tạo mạch máu, kháng oxy hóa, bảo vệ hệ thần kinh, làm chậm quá trình lão hóa, kháng khuẩn, bảo vệ tim mạch, kháng viêm và kháng vi sinh vật thông qua nhiều cơ chế khác nhau. Sulforaphane được chiết xuất từ các loại rau thuộc họ Cải (*Brassicaceae*) có lá xanh và hiện nay được xem là một trong những thực phẩm có dược tính tốt với nhiều ứng dụng quan trọng trong thực tiễn. Nhiều loại thực phẩm chứa sulforaphane thường được sử dụng để hỗ trợ sức khỏe tim mạch, cải thiện tiêu hóa, giảm lượng đường trong máu và hạn chế nguy cơ phát triển ung thư. Khả năng kháng ung thư của sulforaphane đã được nghiên cứu sâu rộng, với nhiều công trình khoa học chứng minh rằng hợp chất này có hiệu quả đối với nhiều loại ung thư như ung thư não, tuyến tiền liệt, đại tràng, da, phổi, bạch cầu cấp tính, ung thư vú, ung thư biểu mô tế bào vảy và ung thư vùng cổ. Tuy nhiên, việc ứng dụng sulforaphane trong điều trị vẫn còn gặp nhiều hạn chế do các vấn đề liên quan đến đặc tính dược lý, đặc biệt là khả năng hòa tan kém trong nước cùng với một số yếu tố khác. Nhiều nghiên cứu cũng đang được tiến hành nhằm nâng cao hiệu quả điều trị của sulforaphane. Với tiềm năng đầy hứa hẹn, sulforaphane cần tiếp tục được khai thác và nghiên cứu sâu hơn nữa. Việc thực hiện các nghiên cứu chất lượng cao, thử nghiệm sulforaphane đơn lẻ hoặc kết hợp với các hợp chất khác, có thể mở ra hướng đi mới trong việc phát triển các chế phẩm có hiệu quả sinh học cao và ít gây tác dụng phụ.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Lam TK, Gallicchio L, Lindsley K, Shiels M, Hammond E, Tao XG, et al. Cruciferous vegetable consumption and lung cancer risk: a systematic review. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev.* 2009; 18, 1, 184-195.
- Jed W, Fahey, Amy T, et al. The chemical diversity and distribution of glucosinolates and isothiocyanates among plants. *Phytochemistry* . 2001; 56, 1, 5-51.
- Bones AM, Rossiter JT. The enzymic and chemically induced decomposition of glucosinolates. *Phytochemistry*. 2006; 67, 11, 1053-1067.
- Mangla B, Javed S, Sultan MH, Kumar P, Kohli K, Najmi A, Alhazmi HA, Al Bratty M, Ahsan W. Sulforaphane: A review of its therapeutic potentials, advances in its nanodelivery, recent patents, and clinical trials. *Phytotherapy Research*. 2021; 1-19.
- Lee JH, Moon MH, Jeong JK, Park YG, Lee YJ, Seol JW, Park SY. Sulforaphane induced adipolysis via hormone sensitive lipase activation, regulated by AMPK signaling pathway. *Biochemical and Biophysical Research Communications*. 2012; 426, 492-497.
- Fahey JW, Talalay P. Antioxidant functions of sulforaphane: a potent inducer of phase II detoxication enzymes. *Food and Chemical Toxicology*. 1999; 37, 973-979.
- Tarozzi A, Angeloni C, Malaguti M, Morroni F, Hrelia S, Hrelia P. Sulforaphane as a potential protective phytochemical against neurodegenerative diseases. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity* . 2013; 415078.
- Sikdar S, Papadopoulou M, Dubois J. What do we know about sulforaphane protection

- against photoaging? *Journal of Cosmetic Dermatology*. 2016; 15, 72-77.
9. Greaney AJ, Maier NK, Leppla SH, Moayeri M. Sulforaphane inhibits multiple inflammasomes through an Nrf2-independent mechanism. *Journal of Leukocyte Biology*. 2016; 99, 189-199.
  10. Johansson N, Pavia C, Chiao J. Growth inhibition of a spectrum of bacterial and fungal pathogens by sulforaphane, an isothiocyanate product found in broccoli and other cruciferous vegetables. *Planta Medica*. 2008; 74, 747-750.
  11. Amjad AI, Parikh RA, Appleman LJ, Hahm ER, Singh K, Singh SV. Broccoli-derived sulforaphane and chemoprevention of prostate cancer: from bench to bedside. *Current Pharmacological Reports*. 2015; 1: 382-390.
  12. Giacoppo S, Galuppo M, Montaut S, Iori R, Rollin P, Bramanti P, Mazzon E. An overview on neuroprotective effects of isothiocyanates for the treatment of neurodegenerative diseases. *Fitoterapia*. 2015; 106, 12-21.
  13. Iqbal J, Abbasi BA, Mahmood T, Kanwal S, Ali B, Khalil AT. Plant-derived anticancer agents: a green anticancer approach. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*. 2017; 7, 1129-1150.
  14. Clarke JD, Hsu A, Williams DE, Dashwood RH, Stevens JF, Yamamoto M, Ho E. Metabolism and tissue distribution of sulforaphane in Nrf2 knockout and wild-type mice. *Pharmaceutical Research*. 2011; 28, 3171-3179.
  15. Aumeeruddy MZ, Mahomoodally MF. Combating breast cancer using combination therapy with 3 phytochemicals: piperine, sulforaphane, and thymoquinone. *Cancer*. 2019; 125: 1600-1611.
  16. Su X, Jiang X, Meng L, Dong X, Shen Y, Xin Y. Anticancer activity of sulforaphane: The epigenetic mechanisms and the Nrf2 signaling pathway. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. 2018; 5438179.
  17. Burnett JP, Lim G, Li Y, Shah RB, Lim R, Paholak HJ, Zhang T, et al. Sulforaphane enhances the anticancer activity of taxanes against triple negative breast cancer by killing cancer stem cells. *Cancer Letters*. 2017; 394, 52-64.
  18. Sharma C, Sadrieh L, Priyani A, Ahmed M, Hassan AH, Hussain A. Anti-carcinogenic effects of sulforaphane in association with its apoptosis-inducing and anti-inflammatory properties in human cervical cancer cells. *Cancer Epidemiology*. 2011; 35, 272-278.
  19. Gong TT, Liu XD, Zhan ZP, Wu QJ. Sulforaphane enhances the cisplatin sensitivity through regulating DNA repair and accumulation of intracellular cisplatin in ovarian cancer cells. *Experimental Cell Research*. 2020; 393, 112061.
  20. Liu P, Zhang B, Li Y, Qipeng Yuan. Potential mechanisms of cancer prevention and treatment by sulforaphane, a natural small molecule compound of plant-derived. *Molecular Medicine*. 2024; 30, 94.
  21. Li X, Zhao Z, Li M, Liu M, Bahena A, Zhang Y, Liu G, et al. Sulforaphane promotes apoptosis, and inhibits proliferation and selfrenewal of nasopharyngeal cancer cells by targeting STAT signal through miRNA-124-3p. *Biomedicine & Pharmacotherapy*. 2018; 103, 473-481.
  22. Kaboli PJ, Khoshkbejari MA, Mohammadi M, Abiri A, Mokhtarian R, Vazifemand R, Xiao Z, et al. Targets and mechanisms of sulforaphane derivatives obtained from cruciferous plants with special focus on breast cancer - contradictory effects and future perspectives. *Biomedicine & Pharmacotherapy*. 2020; 121, 109635.
  23. Yeh CT, Yen GC. Effect of sulforaphane on metallothionein expression and induction of apoptosis in human hepatoma HepG2 cells. *Carcinogenesis*. 2005; 26, 2138-2148.
  24. Hosseini A, Ghorbani A. Cancer therapy with phytochemicals: evidence from clinical studies. *Avicenna Journal of Phytomedicine*. 2015; 5, 2, 84-97.
  25. Khatoon E, Banik K, Harsha C, Sailo BL, Thakur KK, Khwairakpam AD, Kunnumakkara, AB, et al. Phytochemicals in cancer cell chemosensitization: current knowledge and future perspectives. *Seminars in Cancer Biology Online Ahead of Print*. 2020; <https://doi.org/10.1016/j.semcancer.2020.06.014>.