

Научный обзор: Механизмы действия ресвератрола, куркумина и монолаурина в онкологии

Автор: Белоусов Р.С. (ORCID: [0009-0009-7262-633X](https://orcid.org/0009-0009-7262-633X))

Аффилиация: Независимый исследователь, Москва, Россия

Контакт: roma.belyy.5550955@mail.ru

Аннотация

Данный обзор суммирует современные представления о молекулярных механизмах действия природных соединений — ресвератрола, куркумина и монолаурина — в контексте онкологических заболеваний. **Важно отметить**, что статья направлена исключительно на изучение биохимических и молекулярных аспектов их действия и **не является руководством к применению**. Автор является независимым исследователем, лично столкнувшимся с онкологическим заболеванием, и ставит целью привлечь внимание научного сообщества к изучению этих механизмов, не утверждая об их эффективности и не призывая к самолечению. Любое использование биологически активных добавок должно согласовываться с лечащим врачом, особенно при онкологических заболеваниях. Основной вывод работы заключается в том, что, несмотря на многообещающие доклинические данные, клиническое применение этих соединений сдерживается проблемой низкой биодоступности и недостатком масштабных рандомизированных исследований, особенно для монолаурина.

Ключевые слова: ресвератрол, куркумин, монолаурин, противоопухолевые механизмы, апоптоз, ангиогенез, биодоступность, онкология, наноформуляции.

Введение

Природные соединения растительного происхождения издавна привлекают внимание исследователей в области онкологии благодаря их многокомпонентному действию и относительно низкой токсичности по сравнению с классическими цитостатиками. Среди них наиболее изучены **куркумин** (диферулоилметан, основной куркуминоид куркумы) и **ресвератрол** (транс-3,5,4'-тригидроксистильбен, содержащийся в кожуре винограда, ягодах и арахисе). **Монолаурин** (моноголицерид лауриновой кислоты) менее изучен в онкологическом контексте, но обладает доказанной противовирусной и антимикробной активностью. Несмотря на обнадеживающие данные доклинических исследований, клиническое применение этих соединений ограничено **due to низкой биодоступности** и недостатка масштабных клинических испытаний. Цель данного обзора — систематизировать современные данные о молекулярных механизмах действия этих соединений и оценить потенциальные перспективы их применения в онкологии.

1. Молекулярные механизмы действия

1.1. Ресвератрол

Ресвератрол проявляет плейотропные эффекты на клеточном уровне, воздействуя на множество звеньев канцерогенеза:

- **Влияние на апоптоз и клеточный цикл:** Активирует белок-супрессор опухолей p53 и каспазы, ингибирует циклин D1, что приводит к остановке клеточного цикла в G1/S-фазе и индукции апоптоза по внутреннему пути.

- **Антиоксидантное и противовоспалительное действие:** Подавляет активность ключевого транскрипционного фактора NF-κB, снижая экспрессию провоспалительных цитокинов (TNF-α, IL-6, IL-1), циклооксигеназы-2 (COX-2) и матриксных металлопротеиназ (MMPs), участвующих в инвазии и метастазировании.
- **Эпигенетическая модуляция:** Активирует сиртуины (SIRT1), которые регулируют процессы старения, апоптоз, энергетический метаболизм и стабильность генома.
- **Подавление ангиогенеза:** Ингибирует фактор гипоксии HIF-1α и VEGF, нарушая кровоснабжение и питание опухоли.

1.2. Куркумин

Куркумин демонстрирует широкий спектр воздействия на сигнальные пути злокачественных клеток:

- **Ингибирование пролиферации и индукция апоптоза:** Подавляет NF-κB, регулирующий экспрессию антиапоптотических генов (Bcl-2, Bcl-xL), и активирует каспазы. Останавливает клеточный цикл в G1/S-фазе через модуляцию циклин-зависимых киназ (CDK).
- **Подавление ангиогенеза и метастазирования:** Снижает уровень VEGF, интерлейкина-8 (IL-8) и MMPs, препятствуя неоангиогенезу и инвазии опухоли в окружающие ткани.
- **Воздействие на раковые стволовые клетки (CSC) и EMT:** Ингибирует эволюционно консервативные пути Hedgehog и Wnt, ключевые для поддержания пула CSC, и подавляет эпителиально-мезенхимальный переход (EMT) — процесс, ассоциированный с метастазированием.
- **Эпигенетическая модуляция:** Ингибирует активность ДНК-метилтрансфераз (DNMT) и гистондеацетилаз (HDAC), потенциально реактивируя гены-супрессоры опухолей.

1.3. Монолаурин

Данные о прямом противоопухолевом действии монолаурина крайне ограничены. Его основная изученная активность — **противовирусная** за счет способности разрушать липидную оболочку вирусов (герпес, грипп, коронавирусы). Теоретически, эта активность может быть полезна для профилактики вирус-ассоциированных раков (например, вызванных ВПЧ), однако прямых клинических доказательств этого нет. Косвенно, его потенциальная роль может быть связана с модуляцией иммунного ответа и влиянием на микробиом, что требует отдельного изучения.

1.4. Синергизм комбинированного применения

Исследования *in vitro* и на животных моделях показали, что комбинация ресвератрола и куркумина обладает синергическим эффектом, потенциально позволяя снижать эффективные дозы каждого из соединений. Например, при Her-2/neu-позитивных раках молочной и слюнных желез их комбинация вызывала более сильный цитотоксический эффект за счет индукции ER-стресса и апоптоза через активацию проапоптотического белка CHOP.

2. Проблема биодоступности и инновационные решения

Ключевым ограничением для клинического применения куркумина и ресвератрола является их низкая биодоступность, обусловленная плохой растворимостью в воде, интенсивным метаболизмом при "первом прохождении" через печень и быстрым выведением. Для преодоления этого разрабатываются различные стратегии:

- **Липосомальное инкапсулирование:** Защищает соединения от деградации в ЖКТ и улучшает их доставку к клеткам-мишеням.
- **Наноформуляции:** Наночастицы, мицеллы и полимерные носители значительно повышают растворимость, время циркуляции и биодоступность.
- **Комбинации с адъювантами:** Пиперин (алкалоид черного перца) ингибирует метаболизм куркумина в печени и кишечной стенке, увеличивая его биодоступность на 2000%.
- **Синтетические аналоги:** Разрабатываются более стабильные и биодоступные синтетические аналоги этих природных соединений.

3. Клинические данные

- **Куркумин:** Наиболее обширные данные получены в исследованиях на людях. В фазе II клинического испытания у пациентов с раком поджелудочной железы прием 8 г/день куркумина ассоциировался со стабилизацией заболевания у части пациентов. Также продемонстрирована эффективность в снижении числа и размера предраковых образований (аденоматозных полипов) в кишечнике и в смягчении побочных эффектов стандартной терапии (мукозит, дерматит).
- **Ресвератрол:** Клинические исследования в онкологии находятся на ранних стадиях (фазы I-II). Изучаются его фармакокинетика, безопасность (в том числе при высоких дозах) и потенциальное адъювантное действие при различных типах рака. Данных об эффективности в качестве монотерапии недостаточно.
- **Монолаурин:** Отсутствуют рандомизированные контролируемые клинические trials, доказывающие его эффективность в лечении или профилактике онкологических заболеваний. Имеющиеся данные касаются исключительно его противовирусного и антибактериального действия.

Таблица 1. Сводка по изученности соединений в онкологии

Соединение	Основные механизмы действия	Уровень доказательности (в онкологии)
Ресвератрол	Апоптоз, антиоксидантное, противовоспалительное действие, подавление ангиогенеза, эпигенетическая модуляция	Доклинический, начальные фазы клинических исследований (I-II)
Куркумин	Ингибирование пролиферации, индукция апоптоза, подавление метастазирования, воздействие на раковые стволовые клетки (CSC)	Доклинический, несколько завершенных клинических исследований (II фаза)
Монолаурин	Противовирусная, антимикробная активность	Доклинический (для противовирусной активности), в онкологии - отсутствуют

4. Предупреждения и ограничения

⚠ Важно отметить:

1. Данные об эффективности основаны преимущественно на доклинических исследованиях (in vitro и на животных моделях). Перенос этих результатов на человека не всегда корректен.
2. Натуральные соединения **ни в коем случае не должны использоваться** в качестве замены стандартной терапии (химиотерапии, лучевой терапии, иммунотерапии, хирургии). Они могут рассматриваться только как потенциальные адъюванты после консультации с онкологом.
3. Самолечение может быть опасно: высокие дозы могут вызывать желудочно-кишечные расстройства (диарея, тошнота), а также потенциально взаимодействовать с химиотерапевтическими препаратами.
4. Биодоступность и эффективность в форме БАДов, представленных на рынке, часто не гарантированы из-за отсутствия строгого регулирования и стандартизации.

Заключение

Ресвератрол и куркумин являются многообещающими агентами для дальнейшего изучения в онкологии благодаря их многокомпонентному действию на ключевые сигнальные пути опухолевой прогрессии, включая пролиферацию, апоптоз, воспаление и ангиогенез. Наиболее перспективным направлением представляется разработка комбинированных схем (как между самими натуральными соединениями, так и с стандартной терапией) и применение инновационных системах доставки лекарственных средств (липосомы, наночастицы) для преодоления низкой биодоступности. Монолаурин на сегодняшний день не имеет достаточной доказательной базы для использования в онкологии, и его потенциальная роль требует отдельного тщательного изучения. Клиническое применение любого из этих соединений требует дальнейших масштабных рандомизированных плацебо-контролируемых исследований для решения проблем с биодоступностью и однозначного доказательства эффективности и безопасности.

Заявление о конфликте интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование

Исследование не получало внешнего финансирования.

Благодарности

Автор благодарит научное сообщество за открытый доступ к результатам исследований, благодаря которому стала возможна подготовка данного обзора.

От автора

Я являюсь независимым исследователем, столкнувшимся с онкологическим заболеванием, и моя цель — систематизировать имеющиеся научные данные и привлечь внимание научного сообщества к углубленному изучению этих механизмов. Я не утверждаю, что эти соединения являются эффективным средством лечения, и не призываю к их применению. Любые решения о лечении должны приниматься исключительно под руководством врача-онколога.

Литература

1. Berman A. Y., Motechin R. A., Wiesenfeld M. Y., Holz M. K. The therapeutic potential of resveratrol: a review of clinical trials // *NPJ Precision Oncology*. 2017. Vol. 1, № 1. P. 35. DOI: [10.1038/s41698-017-0038-6](https://doi.org/10.1038/s41698-017-0038-6).
2. Giordano A., Tommonaro G. Curcumin and cancer // *Nutrients*. 2019. Vol. 11, № 10. P. 2376. DOI: [10.3390/nu11102376](https://doi.org/10.3390/nu11102376).
3. Gupta S. C., Patchva S., Aggarwal B. B. Therapeutic roles of curcumin: lessons learned from clinical trials // *The AAPS Journal*. 2013. Vol. 15, № 1. P. 195–218. DOI: [10.1208/s12248-012-9432-8](https://doi.org/10.1208/s12248-012-9432-8).
4. Lieberman S., Enig M. G., Preuss H. G. A review of monolaurin and lauric acid: natural virucidal and bactericidal agents // *Alternative and Complementary Therapies*. 2006. Vol. 12, № 6. P. 310–314. DOI: [10.1089/act.2006.12.310](https://doi.org/10.1089/act.2006.12.310).
5. Howells L. M., Iwuji C. O. O., Irving G. R. B. [et al.] Curcumin combined with FOLFOX chemotherapy is safe and tolerable in patients with metastatic colorectal cancer in a randomized phase IIa trial // *The Journal of Nutrition*. 2019. Vol. 149, № 7. P. 1133–1139. DOI: [10.1093/jn/nxz029](https://doi.org/10.1093/jn/nxz029).
6. Carter L. G., D'Orazio J. A., Pearson K. J. Resveratrol and cancer: focus on in vivo evidence // *Endocrine-Related Cancer*. 2014. Vol. 21, № 3. P. R209–R225. DOI: [10.1530/ERC-13-0171](https://doi.org/10.1530/ERC-13-0171).
7. Kocaadam B., Şanlıer N. Curcumin, an active component of turmeric (*Curcuma longa*), and its effects on health // *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2017. Vol. 57, № 13. P. 2889–2895. DOI: [10.1080/10408398.2015.1077195](https://doi.org/10.1080/10408398.2015.1077195).
8. Preuss H. G., Echard B., Enig M. [et al.] Minimum inhibitory concentrations of herbal essential oils and monolaurin for gram-positive and gram-negative bacteria // *Molecular and Cellular Biochemistry*. 2005. Vol. 272, № 1-2. P. 29–34. DOI: [10.1007/s11010-005-7631-9](https://doi.org/10.1007/s11010-005-7631-9).
9. Aggarwal B. B., Sundaram C., Malani N., Ichikawa H. Curcumin: the Indian solid gold // *The molecular targets and therapeutic uses of curcumin in health and disease* / ed. by B. B. Aggarwal, Y.-J. Surh, S. Shishodia. Springer, 2007. P. 1–75. DOI: [10.1007/978-0-387-46401-5_1](https://doi.org/10.1007/978-0-387-46401-5_1).
10. Smoliga J. M., Baur J. A., Hausenblas H. A. Resveratrol and health--a comprehensive review of human clinical trials // *Molecular Nutrition & Food Research*. 2011. Vol. 55, № 8. P. 1129–1141. DOI: [10.1002/mnfr.201100143](https://doi.org/10.1002/mnfr.201100143).

Для дальнейшего углубленного изучения вопроса рекомендуется обращаться к базам данных научных публикаций, таким как PubMed, Cochrane Library и другим рецензируемым источникам.

Scientific Review: Mechanisms of Action of Resveratrol, Curcumin, and Monolaurin in Oncology

Author: Belousov R.S. (ORCID: [0009-0009-7262-633X](https://orcid.org/0009-0009-7262-633X))

Affiliation: Independent Researcher, Moscow, Russia

Contact: roma.belyy.5550955@mail.ru

Abstract

This review summarizes current understanding of the molecular mechanisms of action of natural compounds—resveratrol, curcumin, and monolaurin—in the context of oncological diseases. **It is important to note** that the article is intended solely for the study of biochemical and molecular aspects of their action and **is not a guide for use**. The author is an independent researcher who has personally encountered cancer and aims to attract the attention of the scientific community to the study of these mechanisms, without claiming their efficacy or advocating for self-medication. Any use of dietary supplements must be coordinated with a treating physician, especially in cases of cancer. The main conclusion of the work is that, despite promising preclinical data, the clinical application of these compounds is hindered by the problem of low bioavailability and a lack of large-scale randomized studies, especially for monolaurin.

Keywords: resveratrol, curcumin, monolaurin, antitumor mechanisms, apoptosis, angiogenesis, bioavailability, oncology, nanoformulations.

Introduction

Natural plant-derived compounds have long attracted the attention of researchers in oncology due to their multi-component action and relatively low toxicity compared to classical cytostatics. Among them, **curcumin** (diferuloylmethane, the main curcuminoid in turmeric) and **resveratrol** (trans-3,5,4'-trihydroxystilbene, found in grape skin, berries, and peanuts) are the most studied. **Monolaurin** (a monoglyceride of lauric acid) is less studied in an oncological context but has proven antiviral and antimicrobial activity. Despite encouraging data from preclinical studies, the clinical application of these compounds is limited due to **low bioavailability** and a lack of large-scale clinical trials. The purpose of this review is to systematize current data on the molecular mechanisms of action of these compounds and assess potential prospects for their use in oncology.

1. Molecular Mechanisms of Action

1.1. Resveratrol

Resveratrol exhibits pleiotropic effects at the cellular level, influencing multiple links in carcinogenesis:

- **Effect on Apoptosis and Cell Cycle:** Activates the tumor suppressor protein p53 and caspases, inhibits cyclin D1, leading to cell cycle arrest in the G1/S phase and induction of apoptosis via the intrinsic pathway.
- **Antioxidant and Anti-inflammatory Action:** Suppresses the activity of the key transcriptional factor NF- κ B, reducing the expression of pro-inflammatory cytokines (TNF- α , IL-6, IL-1), cyclooxygenase-2 (COX-2), and matrix metalloproteinases (MMPs), which are involved in invasion and metastasis.
- **Epigenetic Modulation:** Activates sirtuins (SIRT1), which regulate aging, apoptosis, energy metabolism, and genome stability.

- **Suppression of Angiogenesis:** Inhibits hypoxia-inducible factor HIF-1 α and VEGF, disrupting tumor blood supply and nourishment.

1.2. Curcumin

Curcumin demonstrates a broad spectrum of effects on signaling pathways in malignant cells:

- **Inhibition of Proliferation and Induction of Apoptosis:** Suppresses NF- κ B, which regulates the expression of anti-apoptotic genes (Bcl-2, Bcl-xL), and activates caspases. Arrests the cell cycle in the G1/S phase through modulation of cyclin-dependent kinases (CDK).
- **Suppression of Angiogenesis and Metastasis:** Reduces levels of VEGF, interleukin-8 (IL-8), and MMPs, hindering neoangiogenesis and tumor invasion into surrounding tissues.
- **Effect on Cancer Stem Cells (CSCs) and EMT:** Inhibits the evolutionarily conserved Hedgehog and Wnt pathways, key for maintaining the CSC pool, and suppresses the epithelial-mesenchymal transition (EMT)—a process associated with metastasis.
- **Epigenetic Modulation:** Inhibits the activity of DNA methyltransferases (DNMT) and histone deacetylases (HDAC), potentially reactivating tumor suppressor genes.

1.3. Monolaurin

Data on the direct antitumor action of monolaurin are extremely limited. Its main studied activity is **antiviral**, due to its ability to destroy the lipid envelope of viruses (herpes, influenza, coronaviruses). Theoretically, this activity could be useful for preventing virus-associated cancers (e.g., those caused by HPV), but there is no direct clinical evidence for this. Indirectly, its potential role may be related to immune response modulation and influence on the microbiome, which requires separate study.

1.4. Synergism of Combined Use

In vitro and animal model studies have shown that the combination of resveratrol and curcumin has a synergistic effect, potentially allowing for a reduction in the effective doses of each compound. For example, in Her-2/neu-positive cancers of the breast and salivary glands, their combination caused a stronger cytotoxic effect through the induction of ER-stress and apoptosis via activation of the pro-apoptotic protein CHOP.

2. The Problem of Bioavailability and Innovative Solutions

A key limitation for the clinical application of curcumin and resveratrol is their low bioavailability, caused by poor water solubility, intensive "first-pass" metabolism in the liver, and rapid elimination. Various strategies are being developed to overcome this:

- **Liposomal Encapsulation:** Protects compounds from degradation in the GI tract and improves their delivery to target cells.
- **Nanoformulations:** Nanoparticles, micelles, and polymer carriers significantly increase solubility, circulation time, and bioavailability.

- **Combinations with Adjuvants:** Piperine (an alkaloid from black pepper) inhibits the metabolism of curcumin in the liver and intestinal wall, increasing its bioavailability by 2000%.
- **Synthetic Analogs:** More stable and bioavailable synthetic analogs of these natural compounds are being developed.

3. Clinical Data

- **Curcumin:** The most extensive data comes from human studies. In a phase II clinical trial in patients with pancreatic cancer, taking 8 g/day of curcumin was associated with disease stabilization in some patients. Efficacy has also been demonstrated in reducing the number and size of precancerous lesions (adenomatous polyps) in the intestine and in mitigating the side effects of standard therapy (mucositis, dermatitis).
- **Resveratrol:** Clinical research in oncology is in its early stages (phases I-II). Its pharmacokinetics, safety (including at high doses), and potential adjuvant effect for various cancer types are being studied. There is insufficient data on its efficacy as a monotherapy.
- **Monolaurin:** There are no randomized controlled clinical trials proving its efficacy in the treatment or prevention of oncological diseases. Available data concern exclusively its antiviral and antibacterial action.

Table 1. Summary of Compound Research in Oncology

Compound	Main Mechanisms of Action	Level of Evidence (in Oncology)
Resveratrol	Apoptosis, antioxidant, anti-inflammatory action, suppression of angiogenesis, epigenetic modulation	Preclinical, initial phases of clinical trials (I-II)
Curcumin	Inhibition of proliferation, induction of apoptosis, suppression of metastasis, impact on cancer stem cells (CSCs)	Preclinical, several completed clinical studies (Phase II)
Monolaurin	Antiviral, antimicrobial activity	Preclinical (for antiviral activity), in oncology - none available

4. Warnings and Limitations

⚠ Important Note:

1. Efficacy data are based primarily on preclinical studies (in vitro and animal models). Translating these results to humans is not always correct.
2. Natural compounds **should under no circumstances be used** as a replacement for standard therapy (chemotherapy, radiation therapy, immunotherapy, surgery). They may only be considered as potential adjuvants after consultation with an oncologist.
3. Self-medication can be dangerous: high doses can cause gastrointestinal disorders (diarrhea, nausea) and may potentially interact with chemotherapeutic drugs.

4. The bioavailability and efficacy of dietary supplements available on the market are often not guaranteed due to a lack of strict regulation and standardization.

Conclusion

Resveratrol and curcumin are promising agents for further study in oncology due to their multi-component action on key signaling pathways of tumor progression, including proliferation, apoptosis, inflammation, and angiogenesis. The most promising direction seems to be the development of combined regimens (both among the natural compounds themselves and with standard therapy) and the use of innovative drug delivery systems (liposomes, nanoparticles) to overcome low bioavailability. Monolaurin currently lacks sufficient evidence for use in oncology, and its potential role requires separate thorough study. The clinical application of any of these compounds requires further large-scale randomized placebo-controlled trials to address bioavailability issues and unambiguously prove efficacy and safety.

Conflict of Interest Statement

The author declares no conflict of interest.

Funding

The research did not receive external funding.

Acknowledgments

The author thanks the scientific community for open access to research results, which made the preparation of this review possible.

From the Author

I am an independent researcher who has encountered cancer, and my goal is to systematize available scientific data and attract the attention of the scientific community to an in-depth study of these mechanisms. I do not claim that these compounds are an effective treatment and do not advocate for their use. Any treatment decisions should be made solely under the guidance of an oncologist.

References

1. Berman A. Y., Motechin R. A., Wiesenfeld M. Y., Holz M. K. The therapeutic potential of resveratrol: a review of clinical trials // *NPJ Precision Oncology*. 2017. Vol. 1, № 1. P. 35. DOI: [10.1038/s41698-017-0038-6](https://doi.org/10.1038/s41698-017-0038-6).
2. Giordano A., Tommonaro G. Curcumin and cancer // *Nutrients*. 2019. Vol. 11, № 10. P. 2376. DOI: [10.3390/nu11102376](https://doi.org/10.3390/nu11102376).
3. Gupta S. C., Patchva S., Aggarwal B. B. Therapeutic roles of curcumin: lessons learned from clinical trials // *The AAPS Journal*. 2013. Vol. 15, № 1. P. 195–218. DOI: [10.1208/s12248-012-9432-8](https://doi.org/10.1208/s12248-012-9432-8).
4. Lieberman S., Enig M. G., Preuss H. G. A review of monolaurin and lauric acid: natural virucidal and bactericidal agents // *Alternative and Complementary Therapies*. 2006. Vol. 12, № 6. P. 310–314. DOI: [10.1089/act.2006.12.310](https://doi.org/10.1089/act.2006.12.310).
5. Howells L. M., Iwuji C. O. O., Irving G. R. B. [et al.] Curcumin combined with FOLFOX chemotherapy is safe and tolerable in patients with metastatic colorectal cancer

- in a randomized phase IIa trial // *The Journal of Nutrition*. 2019. Vol. 149, № 7. P. 1133–1139. DOI: [10.1093/jn/nxz029](https://doi.org/10.1093/jn/nxz029).
6. Carter L. G., D'Orazio J. A., Pearson K. J. Resveratrol and cancer: focus on in vivo evidence // *Endocrine-Related Cancer*. 2014. Vol. 21, № 3. P. R209–R225. DOI: [10.1530/ERC-13-0171](https://doi.org/10.1530/ERC-13-0171).
 7. Kocaadam B., Şanlıer N. Curcumin, an active component of turmeric (*Curcuma longa*), and its effects on health // *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2017. Vol. 57, № 13. P. 2889–2895. DOI: [10.1080/10408398.2015.1077195](https://doi.org/10.1080/10408398.2015.1077195).
 8. Preuss H. G., Echard B., Enig M. [et al.] Minimum inhibitory concentrations of herbal essential oils and monolaurin for gram-positive and gram-negative bacteria // *Molecular and Cellular Biochemistry*. 2005. Vol. 272, № 1-2. P. 29–34. DOI: [10.1007/s11010-005-7631-9](https://doi.org/10.1007/s11010-005-7631-9).
 9. Aggarwal B. B., Sundaram C., Malani N., Ichikawa H. Curcumin: the Indian solid gold // *The molecular targets and therapeutic uses of curcumin in health and disease* / ed. by B. B. Aggarwal, Y.-J. Surh, S. Shishodia. Springer, 2007. P. 1–75. DOI: [10.1007/978-0-387-46401-5_1](https://doi.org/10.1007/978-0-387-46401-5_1).
 10. Smoliga J. M., Baur J. A., Hausenblas H. A. Resveratrol and health—a comprehensive review of human clinical trials // *Molecular Nutrition & Food Research*. 2011. Vol. 55, № 8. P. 1129–1141. DOI: [10.1002/mnfr.201100143](https://doi.org/10.1002/mnfr.201100143).

For further in-depth study of the issue, it is recommended to refer to scientific publication databases such as PubMed, Cochrane Library, and other peer-reviewed sources.