

УДК 615.322

DOI 10.29039/2413-1725-2023-9-1-102-111

БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ И ТЕРАПЕВТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ *ZINGIBER OFFICINALE*

Запорожченко А. А.¹, Суботялов М. А.^{1,2}

¹*Новосибирский государственный педагогический университет, Новосибирск, Россия*

²*Новосибирский национальный исследовательский государственный университет,
Новосибирск, Россия*

E-mail: subotyalov@yandex.ru

В обзоре представлен анализ публикаций, посвященных выявлению биологической активности, компонентного состава, фармакологических свойств и терапевтического потенциала различных компонентов растения *Zingiber officinale*. При подготовке настоящей публикации использовались статьи в изданиях, включенных в PubMed, Scopus. Проведенный анализ показал, что в составе *Zingiber officinale* присутствует широкий спектр биологически активных веществ: гингеролы, шогоалы, эфирные масла, фитостеролы, сесквитерпены и другие. В исследованиях были продемонстрированы противовоспалительный, антиоксидантный, антибиотический, противоопухолевый, нейропротекторный, антидиабетический, противорвотный, гепатопротекторный эффекты. Обзор показал, что *Zingiber officinale* обладает терапевтическим потенциалом и может быть перспективным видом сырья для разработки средств, эффективных при различных заболеваниях.

Ключевые слова: имбирь, *Zingiber officinale*, гингеролы, шогоалы, фармакогнозия.

ВВЕДЕНИЕ

Частота применения растительных ресурсов в качестве терапевтических средств при различных отклонениях в состоянии здоровья повышается с каждым годом.

Современные фармацевтические препараты должны быть экономически выгодны, безопасны, эффективны и обладать широким спектром действия. Поэтому большое внимание уделяется поиску и введению в фармацевтику новых источников биологически активных веществ.

Одним из перспективных растительных ресурсов, с богатым набором биологически активных веществ, обладающих высоким терапевтическим потенциалом, является *Zingiber officinale* (Имбирь).

Имбирь (*Zingiber officinale*) – это многолетнее растение, которое широко культивируются в Индии, Бангладеше, Китае, Австралии и Нигерии. Корневище имбиря используется в качестве продукта питания. В регионе Юго-Восточной Азии свежий имбирь используется для придания аромата приготовленному карри и мясу; данная приправа также применяется по всему миру для ароматизации хлебобулочных изделий, напитков, десертов и различных соусов.

В лечебных целях имбирь используется с древних времён. Например, это хорошо задокументировано в китайской и греческой истории, а также в арабской и римской литературе. С древних времен он пользовался популярностью и в Индии благодаря своим целебным свойствам. Как традиционная, так и современная медицина демонстрируют терапевтические возможности имбиря.

Имбирь является профилактическим средством при проблемах с пищеварением, таких как расстройство желудка, кишечные инфекции и различные виды пищевых отравлений. Было замечено, что он активен против рвоты, связанной с беременностью, и при лечении артрита, а также для предотвращения тошноты во время путешествий. Ещё одно применение свежего имбиря – улучшение кровообращения и снижение высокого кровяного давления за счет согревания тела. Его также применяли для лечения ожогов кожи.

В связи с вышесказанным **цель** данного обзора: проанализировать компонентный состав, биологическую активность и терапевтический потенциал *Zingiber officinale*.

При подготовке настоящей публикации использовались статьи в изданиях, включенных в PubMed, Scopus. Глубина поиска публикаций составила 15 лет, также в обзор был включен ряд более ранних работ, соответствующих теме исследования. Для отбора публикаций были выбраны статьи, отвечающие требованиям рандомизированных клинических исследований.

Предшествующие обзорные статьи носят в основном узкий нозологический характер, что не умаляет их значимости. В собственном обзоре мы поставили задачу интегрировать разрозненные фрагментарные исследования, направленные на описание компонентного состава и биологической активности, обуславливающих терапевтический потенциал *Zingiber officinale* при различных нозологиях.

1. КОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ *ZINGIBER OFFICINALE*

Химическое исследование имбиря показало, что в нем содержится более 400 различных компонентов. Основные едкие соединения из липофильного экстракта корневища дают потенциально активные гингеролы, которые могут быть преобразованы в шогоалы, зингерон и парадол (Рисунок 1). Сушеные или экстрагированные продукты содержат большее количество зингерона и шогоала по сравнению со свежим имбирем.

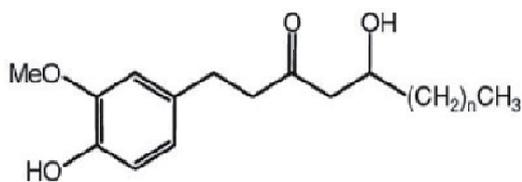
Наиболее важными считаются углеводы (50–70 %), липиды (6–8 %), фенольные кислоты и терпены в корневищах имбиря. Кроме того, также присутствуют фитостеролы, аминокислоты, сырая клетчатка, зола, белок, витамины (витамин А и никотиновая кислота) и минералы.

Из имбиря были выделены следующие соединения:

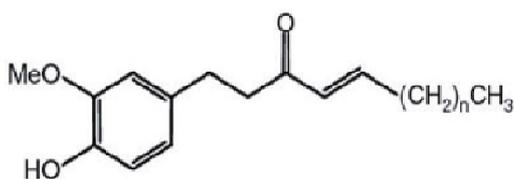
- Углеводы (крахмал, 50–70 %)
- Белок (9 %)
- Липиды (6–8 %), состоящие из триглицеридов, фосфатидной кислоты, лецитинов и свободных жирных кислот
- Протеаза (2 %)

- Эфирные масла (1–3 %), основными компонентами которых являются сесквитерпены (бисаболен, зингиберен и зингиберол) и различные «острые» вещества, ароматические кетоны, известные под общим названием витамины гингеролов (особенно ниацин и витамин А)

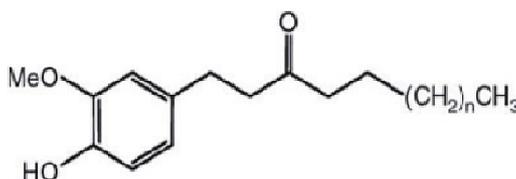
- Смолы
- Фенольные кислоты



Гингеролы



Шогаолы



Парадолы

Рис. 1. Основные компоненты корневища *Zingiber officinale*.

Считается, что острые компоненты являются наиболее фармакологически активными компонентами имбиря. Гингерол и его производные можно найти в живице имбиря в концентрациях до 33 %. Свежая живица будет иметь более высокий процент более острого гингерола, потому что гингерол может быть обезвожен во время хранения с образованием шогаола или его жирнокислотная часть расщепляется с образованием зингерона. Живица производится путем экстрагирования маслянистых и смолистых материалов с помощью растворителя (спирта, гексана или ацетона). Фармакокинетические исследования на людях

показывают, что основные острые компоненты всасываются после перорального приема и могут быть обнаружены в крови в виде конъюгатов глюкуронида и сульфата.

Существует множество исследований на животных, показывающих, что *Zingiber officinale* не только улучшает функцию почек, но и особенно полезен для защиты почек от кадмия. Основным механизмом защиты, по-видимому, является способность имбиря уменьшать воспаление и окислительное повреждение ткани почек, подвергающейся воздействию различных токсинов. Противовоспалительные свойства имбиря для почек обусловлены его антиоксидантными свойствами и эпигенетическим подавлением провоспалительных генов [1]. Несколько исследований на животных показали, что имбирь может защитить почки от кадмия, а также от алкоголя, малатиона, четыреххлористого углерода, хроматов, фруктозы, гентамицина, ишемии, свинца и противораковой химиотерапии [2].

2. БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ *ZINGIBER OFFICINALE*

Имбирь издавна использовался в качестве растительного лекарственного средства, а его главные компоненты – гингеролы и шогаолы – обнаруживают важные терапевтические свойства. Начиная с прошлого столетия, было проведено большое количество исследований экстрактов имбиря, чтобы создать новые возможности для выявления методов лечения тяжёлых и трудно поддающихся терапии заболеваний. Известно, что имбирь и его едкие изолированные соединения обладают многими мощными биологическими свойствами. Он обладает потенциалом модулировать ферментативный профиль и действовать в качестве меры профилактики некоторых заболеваний. *Zingiber officinale* обладает различными лечебными свойствами, включая противовоспалительные, антиоксидантные, репеллентные, антибактериальные, антимутагенные, антиканцерогенные и антиоксидантные свойства.

2.1 Антиоксидантная активность

Имбирь обладает потенциальной антиоксидантной активностью. Считается, что имбирь – это растение со значительным антиоксидантным составом, которое предотвращает различные заболевания. Он также играет важную роль в снижении окисления липидов. Например, ингибирование комплекса аскорбат/железо в микросомах печени крысы вызывало перекисное окисление липидов. Кроме того, было показано, что экстракт имбиря и гингерол поглощают супероксидный анион и гидроксильные радикалы. Более того, после термической обработки антиоксидантная активность имбиря не изменилась [3]. Было выявлено, что предотвращение повреждения макромолекул из-за окислительного стресса может быть устранено экстрактами имбиря и его производными [4]. 6-гингерол идентифицирован как мощное антиоксидантное соединение в сочетании с противовоспалительным и антиапоптотическим действием в исследованиях *in vivo* и *in vitro* [5].

2.2 Нейропротекторная активность

Имбирь обладает нейропротекторной активностью благодаря фенольным и флавоноидным соединениям. Экстракты имбиря были изучены как нейропротекторное действие на токсичность, вызванную глутаматом натрия, в головном мозге крысы. Было продемонстрировано, что экстракт корней имбиря играет значительную роль в нейропротекторной роли при этой токсичности [6]. В экспериментах было показано, что при транзиторной глобальной ишемии ингибирование микроглии б-сегалом также показало нейропротекторный результат [7]. Иногда повреждение головного мозга происходит у больных сахарным диабетом. Было установлено, что имбирь может быть терапевтической альтернативой лечению вызванных диабетом повреждений головного мозга. Это было выявлено на стрептозотоцин-индуцированном диабетическом мозге крыс. Кроме того, предварительная обработка экстрактами имбиря уменьшала судорожное поведение у мышей, получавших пентилентетразол [8].

2.3 Противорвотное действие

Как упоминалось ранее, имбирный сок используется при морской болезни из-за его центрального и периферического антихолинергического и антигистаминного действия. Гингеролы, сегоалы, галанолактон и дитерпеноид экстракта имбиря могут уменьшить тошноту и рвоту [9]. Например, на животной модели было доказано, что он обладает антагонизмом к антисеротонинергическим и 5-HT₃ рецепторам, что показало важную функцию в этиологии послеоперационной рвоты и тошноты [10]. Имбирь был протестирован в двойном слепом плацебо-контролируемом исследовании для лечения тошноты и рвоты у онкологических больных, подтвердившем его эффективность [11].

2.4 Противовоспалительная активность

Имбирь и его компоненты играют важную роль в противовоспалительных процессах. Для исследования противовоспалительного эффекта в клеточную стенку модели ревматоидного артрита, индуцированного стрептококком, у женщин с артритом Льюиса было применено эфирное масло имбиря. В результате было показано, что он подавляет острую боль в суставах [12]. Кроме того, *in vitro* было изучено ингибирование циклооксигеназы (ЦОГ) и ядерного фактора NF-κB, что оказывает значительное противовоспалительное действие. Таким образом, имбирь может помочь для облегчения боли и других симптомов при ревматоидном артрите и остеоартрите, улучшая подвижность суставов.

Zingiber officinale оказывает противовоспалительное действие, подавляя синтез простагландинов, тромбоксинов и лейкотриенов. Предварительное клиническое исследование было проведено с участием семи пациентов с подтвержденным ревматоидным артритом, которые слабо реагировали на обычные препараты (НПВС и базисные препараты), получая лишь временное или частичное облегчение [13]. Все пациенты получали экстракт имбиря в дозах 50 г/день (обработанный имбирь) в виде порошка или 5 г/день (свежий имбирь). Несмотря на различия в дозах, все пациенты, принимавшие имбирь, сообщили о значительном улучшении, включая

облегчение боли, улучшение подвижности суставов, а также уменьшение отёков и утренней скованности. В последующем исследовании оценивались 28 пациентов с РА (18 с остеоартритом и 10 с мышечным синдромом), которые принимали от 500 до 4000 мг порошкового имбиря в течение от 3 месяцев до 2,5 лет. В результате 75 % пациентов с артритом и 100 % пациентов с мышечным синдромом отметили общее улучшение состояния, снижение отёка и боли; сообщается также, что данный эффект был дозозависимым. В большинстве исследований использовался 1 грамм сухого измельченного корня имбиря, что является относительно небольшой дозой по сравнению со средним ежедневным потреблением от 8 до 10 граммов в Индии. Ежедневная доза от 2 до 4 грамм сухого измельченного имбиря безопасна и может быть эффективной при РА. Это примерно эквивалентно 20 граммам свежего корня имбиря, и его можно легко включить в рацион вместе со свежими фруктовыми и овощными соками для профилактики и комPLEMENTАРНОГО лечения вместе с стандартными синтетическими лекарственными средствами.

2.5 Гепатопротекторная активность

Экстракты имбиря обладают значительным гепатопротекторным действием. Одной из распространённых причин токсического поражения печени считается алкоголизм. Исследования выявили, что имбирь оказывает защитное действие на печень крыс при гепатотоксичности, вызванной тетрахлорметаном. Кроме того, было установлено, что гингерол оказывает защитное действие в случае цирроза печени, вызванного четырёххлористым углеродом у крыс [14]. Экстракты имбиря также повышают уровень антиоксидантных ферментов в печени. В данном исследовании для профилактики гепатотоксичности, вызванной ацетаминофеном, был использован водный экстракт имбиря (400 мг/кг перед приемом ацетаминофена).

2.6 Противоязвенная активность

В имбире были обнаружены некоторые противоязвенные соединения. Доказана противоязвенная активность 6-гингесульфоновой кислоты и трех моноацилдигалактозилглицеринатов, гликолипидов имбиря А, В и С. Данный эффект активности был выявлен в эксперименте на животных моделях язвы желудка и достигается за счёт потенциального ингибирования тромбоксансинтетазы. Основная часть экстракта имбиря – 6-шогаол и 6-гингерол – помогает подавлять сокращение желудка *in situ*, в этом отношении 6-шогаол проявил более интенсивное действие, чем другие соединения [15].

2.7 Антибиотическая активность

Экстракты листьев и корня имбиря проявили выраженную антибактериальную активность. В перспективе его можно рассматривать в качестве альтернативы антибиотикам для борьбы с инфекциями. Наиболее высокая антибактериальная активность в отношении золотистого стафилококка и *Streptococcus pyogenes* была выявлена в экстрактах корня имбиря [16]. Отмечается, что 10 %-ный этанольный экстракт имбиря обладает антимикробным действием против микроорганизмов.

Эфирное масло и живица, извлеченные из имбиря, также показали потенциальную антимикробную активность [17].

2.8 Антимутагенная и противораковая активность

В проведённых исследованиях имбирь проявлял противоопухолевую активность, модулируя генетические пути. Это помогает активировать конкретный ген, подавляющий опухоль. Вместе с этим *Zingiber officinale* может ингибировать фактор роста эндотелия сосудов и регулировать апоптоз клеток. Например, было установлено, что терпеноиды, входящие в состав имбиря, индуцируют апоптоз в раковых клетках эндометрия посредством активации супрессора образования злокачественных опухолей белка p53. Для лечения рака предстательной железы цельный экстракт имбиря продемонстрировал ценные терапевтические свойства в экспериментах *in vitro* и *in vivo* [18]. Также, лечение экстрактом имбиря (100 мг/кг массы тела) показало самую высокую эффективность при активации TNF- α с целью блокировании рака печени крыс. Эксперименты выявили антиканцерогенный эффект против рака молочной железы и рака поджелудочной железы [19]. Кроме того, клеточная линия хронического миелоидного лейкоза K562 была подавлена цельными экстрактами имбиря [15].

2.9 Антидиабетическая активность

Диабетические эндокринные дисфункции характеризуются дефектами секреции или действия инсулина у человека. По данным Всемирной организации здравоохранения, распространённость диабета сопоставима с уровнем инфляции – постоянно растёт. Имбирь рекомендуется в качестве потенциального лекарственного средства при лечении диабета. Его компоненты показали решающую роль в контроле диабета и его осложнений благодаря антигипергликемическим эффектам – они были успешно продемонстрированы *in vitro* и *in vivo* на клетках. Имбирь также помогает снизить уровень сахара у больных диабетом, а также уменьшает уровень холестерина в крови. Например, этанольный экстракт из имбиря снижал уровень глюкозы в крови [20].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Имбирь как пряность используется в том или ином виде во всём мире. Между тем корневище и экстракты имбиря обладают высокой фармакологической эффективностью. *Zingiber officinale* содержит различные биологические соединения, среди которых особо выделяют гингеролы и шогаолы благодаря наиболее выраженным эффектам. Большинство экспериментов было сосредоточено на обезболивающих, противорвотных, противовоспалительных и антиоксидантных свойствах экстрактов имбиря. Исследовательский интерес в отношении *Zingiber officinale* направлен в сторону его фитотерапевтических свойств, которые имели бы гораздо меньше побочных эффектов, чем аналогичные синтетические лекарства. Будущие исследования должны основываться на углублении знаний об уже изученных видах терапевтической активности экстрактов имбиря.

Список литературы

1. Kim M. K. Modulation of age-related NF-kappa B activation by dietary zingerone via MAPK pathway / M. K. Kim, S. W. Chung, D. H. Kim [et al.] // *Exp Gerontol.* – 2010. – Vol. 45, No 6. – P. 419–426.
2. Baiomy A. A. Protective effect of ginger and zinc chloride mixture on the liver and kidney alterations induced by malathion toxicity / A. A. Baiomy, H. F. Attia, M. M. Soliman, O. Makrum // *Int J Immunopathol Pharmacol.* – 2015. – Vol. 28, No 1. – P. 122–128.
3. Sueishi Y. Heat treatments of ginger root modify but not diminish its antioxidant activity as measured with multiple free radical scavenging (MULTIS) method / Y. Sueishi, H. Masamoto, Y. Kotake // *J. Clin. Biochem. Nutrit.* – 2019. – Vol. 64, No 2. – P. 143–147.
4. Rahmani A. H. Active ingredients of ginger as potential candidates in the prevention and treatment of diseases via modulation of biological activities / A. H. Rahmani // *Int. J. Physiol. Pathophysiol. Pharmacol.* – 2014. – Vol. 6, No 2. – P. 125–136.
5. Kim J. K. [6]-Gingerol prevents UVB-induced ROS production and COX-2 expression in vitro and in vivo / J. K. Kim, Y. Kim, K. M. Na, Y. J. Surh, T. Y. Kim // *Free Radic. Res.* – 2007. – Vol. 41, No 5. – P. 603–614.
6. Waggas A. M. Neuroprotective evaluation of extract of ginger (*Zingiber officinale*) root in monosodium glutamate-induced toxicity in different brain areas male albino rats / A. M. Waggas // *Pak. J. Biol. Sci.* – 2009. – Vol. 12, No 3. – P. 201–212.
7. Ha S. K. 6-Shogaol, a ginger product, modulates neuroinflammation: a new approach to neuroprotection / S. K. Ha, E. Moon, M. S. Ju, D. H. Kim, J. H. Ryu, M. S. Oh, S. Y. Kim // *Neuropharmacology.* – 2012. – Vol. 63, No 2. – P. 211–223.
8. Naeimi R. *Zingiber officinale* extract pre-treatment ameliorates astrocytes activation and enhances neuroprotection in pentylenetetrazol-induced kindling model of epilepsy in mice / R. Naeimi, M. Ghasemi-Kasman, S. Kazemi, M. Ashrafpour, A. A. Moghadamnia, F. Pourabdolhossein // *Physiol. Pharmacol.* – 2018. – Vol. 22, No 2. – P. 92–102.
9. Bhattarai S. The stability of gingerol and shogaol in aqueous solutions / S. Bhattarai, V. H. Tran, C. C. Duke // *J. Pharm. Sci.* – 2001. – Vol. 90, No 10. – P. 1658–1664.
10. Vutyavanich T. Ginger for nausea and vomiting in pregnancy: Randomized, doublemasked, placebo-controlled trial / T. Vutyavanich, T. Kraissarin, R. A. Ruangsri // *Obstet. Gynecol.* – 2001. – Vol. 97, No 4. – P. 577–582.
11. Revol B. Pharmacokinetic herb-drug interaction between ginger and crizotinib / B. Revol, E. Gautier-Veyret, C. Arrivé, Sam-Laï N. Fouilhé, A. McLeer-Florin, H. Pluchar, ... & A. C. Toffart // *Br. J. Clin. Pharmacol.* – 2019. – No 1–2.
12. Mahboubi M. *Zingiber officinale* Rosc. essential oil, a review on its composition and bioactivity / M. Mahboubi // *Clin. Phytoscience.* – 2019. – Vol. 5, No 6. – P. 1–12.
13. Srivastava K. C. Ginger (*Zingiber officinale*) and rheumatic disorders / K. C. Srivastava, T. Mustafa // *Med Hypothesis.* – 1989. – No 29. – P. 25–28.
14. Abd-Allah G. A. Protective effects of curcumin and ginger on liver cirrhosis induced by carbon tetrachloride in rats / G. A. Abd-Allah, K. A. El-Bakry, M. H. Bahnasawy, E. R. El-Khodary // *Int. J. Pharmacol.* – 2016. – No 12. – P. 361–369.
15. Tiber P. M. Biological effects of whole *Z. Officinale* extract on chronic myeloid leukemia cell line K562 / P. M. Tiber, S. K. Sevinc, O. Kilinc, O. Orun // *Gene.* – 2019. – No 15 (692). – P. 217–222.
16. Giriraju A. Assessment of antimicrobial potential of 10 % ginger extract against *Streptococcus mutans*, *Candida albicans*, and *Enterococcus faecalis*: an in vitro study / A. Giriraju, G. Y. Yunus // *Indian J. Dent. Res.* – 2013. – No 24 (4). – P. 397–400.
17. Bellik Y. Total antioxidant activity and antimicrobial potency of the essential oil and oleoresin of *Zingiber officinale* Roscoe / Y. Bellik // *Asian Pac. J. Trop. Dis.* – 2014. – No 4 (1). – P. 40–44.
18. Karna P. Benefits of whole ginger extract in prostate cancer / P. Karna, S. Chagani, S. R. Gundala, P. C. Rida, G. Asif, V. Sharma, R. Aneja // *Br. J. Nutr.* – 2012. – No 107 (4). – P. 473–484.
19. Akimoto M. Anticancer effect of ginger extract against pancreatic cancer cells mainly through reactive oxygen species-mediated autotoxic cell death / M. Akimoto, M. Iizuka, R. Kanematsu, M. Yoshida, K. Takenaga // *PloS One.* 2015. – No 10 (5). – P. 185–196.

20. Ojewole J. A. Analgesic, antiinflammatory and hypoglycaemic effects of ethanol extract of *Zingiber officinale* (Roscoe) rhizomes (Zingiberaceae) in mice and rats / J. A. Ojewole // *Phytother. Res.* – 2006. – No 20 (9). – P. 764–772.

BIOLOGICAL ACTIVITY AND THERAPEUTIC POTENTIAL OF *ZINGIBER OFFICINALE*

Zaporozhchenko A. A.¹, Subotyalov M. A.^{1,2}

¹*Novosibirsk State Pedagogical University, Novosibirsk, Russia*

²*Novosibirsk National Research State University, Novosibirsk, Russia*

E-mail: subotyalov@yandex.ru

The frequency of the use of plant resources as therapeutic agents for various health conditions increases every year. Modern pharmaceuticals should be cost-effective, safe, effective and have a wide spectrum of action. Therefore, much attention is paid to the search and introduction of new sources of biologically active substances into pharmaceuticals.

One of the perspective plants resources with a rich set of biologically active substances with high therapeutic potential, is *Zingiber officinale* (Ginger).

Ginger has long been used as a herbal remedy, and its main components – gingerols and shogaols – reveal important therapeutic properties. Since the last century a large number of studies of ginger extracts have been conducted to create new opportunities for identifying methods of treating severe and difficult-to-treat diseases. Ginger and its caustic isolated compounds are known to have many powerful biological properties. It has the potential to modulate the enzymatic profile and act as a preventive measure for certain diseases.

The review presents an analysis of publications devoted to the identification of biological activity, component composition, pharmacological properties and therapeutic potential of various components of the *Zingiber officinale* plant. While writing this paper, articles in publications included in PubMed, Scopus were used. The analysis showed that *Zingiber officinale* contains a wide range of biologically active substances: gingerols, shogaols, essential oils, phytosterols, sesquiterpenes and others. Anti-inflammatory, antioxidant, antibiotic, antitumor, neuroprotective, antidiabetic, antiemetic, hepatoprotective effects have been demonstrated in studies. The review showed that *Zingiber officinale* has therapeutic potential and can be a promising type of raw material for the development of drugs effective for various diseases.

Ginger as a spice is used in one form or another all over the world. Meanwhile, the rhizome and ginger extracts have high pharmacological efficacy. *Zingiber officinale* contains various biological compounds, among which gingerols and shogaols are particularly distinguished due to the most pronounced effects. Most of the experiments focused on the analgesic, antiemetic, anti-inflammatory and antioxidant properties of ginger extracts. Research interest in *Zingiber officinale* is directed towards its phytotherapeutic properties, which would have much fewer side effects than similar

synthetic drugs. Future research should be based on deepening knowledge about the already studied types of therapeutic activity of ginger extracts.

Keywords: ginger, *Zingiber officinale*, gingerols, shogaols, pharmacognosy.

References

1. Kim M. K., Chung S. W., Kim D. H., et al. Modulation of age-related NF-kappa B activation by dietary zingerone via MAPK pathway, *Exp Gerontol*, **45(6)**, 419, (2010).
2. Baiomy A. A., Attia H. F., Soliman M. M., Makrum O. Protective effect of ginger and zinc chloride mixture on the liver and kidney alterations induced by malathion toxicity, *Int J Immunopathol Pharmacol*, **28(1)**, 122, (2015).
3. Sueishi Y., Masamoto H., Kotake Y. Heat treatments of ginger root modify but not diminish its antioxidant activity as measured with multiple free radical scavenging (MULTIS) method, *J. Clin. Biochem. Nutrit*, **64(2)**, 143 (2019).
4. Rahmani A. H. Active ingredients of ginger as potential candidates in the prevention and treatment of diseases via modulation of biological activities, *Int. J. Physiol. Pathophysiol. Pharmacol*, **6(2)**, 125, (2014).
5. Kim J. K., Kim Y., Na K. M., Surh Y. J., Kim T. Y. [6]-Gingerol prevents UVB-induced ROS production and COX-2 expression in vitro and in vivo, *Free Radic. Res*, **41(5)**, 603, (2007).
6. Waggas A. M. Neuroprotective evaluation of extract of ginger (*Zingiber officinale*) root in monosodium glutamate-induced toxicity in different brain areas male albino rats, *Pak. J. Biol. Sci*, **12(3)**, 201 (2009).
7. Ha S. K., Moon E., Ju M. S., Kim D. H., Ryu J. H., Oh M. S., Kim S. Y. 6-Shogaol, a ginger product, modulates neuroinflammation: a new approach to neuroprotection, *Neuropharmacology*, **63(2)**, 211, (2012).
8. Naeimi R., Ghasemi-Kasman M., Kazemi S., Ashrafpour M., Moghadamnia A. A., Pourabdolhossein F. *Zingiber officinale* extract pre-treatment ameliorates astrocytes activation and enhances neuroprotection in pentylenetetrazol-induced kindling model of epilepsy in mice, *Physiol. Pharmacol*, **22(2)**, 92 (2018).
9. Bhattarai S., Tran V. H., Duke C. C. The stability of gingerol and shogaol in aqueous solutions, *J. Pharm. Sci*, **90(10)**, 1658 (2001).
10. Vutyavanich T., Kraissarin T., Ruangsri R. A. Ginger for nausea and vomiting in pregnancy: Randomized, doublemasked, placebo-controlled trial, *Obstet. Gynecol*, **97(4)**, 577 (2001).
11. Revol B., Gautier-Veyret E., Arrivé C., Fouilhé Sam-Laï N., McLeer-Florin A., Pluchar H., ... & Toffart A. C. Pharmacokinetic herb-drug interaction between ginger and crizotinib, *Br. J. Clin. Pharmacol*, **1-2**, (2019).
12. Mahboubi M. *Zingiber officinale* Rosc. essential oil, a review on its composition and bioactivity, *Clin. Phytoscience*, **5(6)**, 1, (2019).
13. Srivastava K. C., Mustafa T. Ginger (*Zingiber officinale*) and rheumatic disorders, *Med Hypothesis*, **29**, 25, (1989).
14. Abd-Allah G. A., El-Bakry K. A., Bahnasawy M. H., El-Khodary E. R. Protective effects of curcumin and ginger on liver cirrhosis induced by carbon tetrachloride in rats, *Int. J. Pharmacol*, **12**, 361, (2016).
15. Tiber P. M., Sevinc S. K., Kilinc O., Orun O. Biological effects of whole *Z. Officinale* extract on chronic myeloid leukemia cell line K562, *Gene*, **15(692)**, 217, (2019).
16. Giriraju A., Yunus G. Y. Assessment of antimicrobial potential of 10% ginger extract against *Streptococcus mutans*, *Candida albicans*, and *Enterococcus faecalis*: an in vitro study, *Indian J. Dent. Res*, **24(4)**, 397, (2013).
17. Bellik Y. Total antioxidant activity and antimicrobial potency of the essential oil and oleoresin of *Zingiber officinale* Roscoe, *Asian Pac. J. Trop. Dis*, **4(1)**, 40, (2014).
18. Karna P., Chagani S., Gundala S. R., Rida P. C., Asif G., Sharma V., Aneja R. Benefits of whole ginger extract in prostate cancer, *Br. J. Nutr*, **107(4)**, 473, (2012).
19. Akimoto M., Iizuka M., Kanematsu R., Yoshida M., Takenaga K. Anticancer effect of ginger extract against pancreatic cancer cells mainly through reactive oxygen species-mediated autotic cell death, *PLoS One*, **10(5)**, 185, (2015).
20. Ojewole J. A. Analgesic, antiinflammatory and hypoglycaemic effects of ethanol extract of *Zingiber officinale* (Roscoe) rhizomes (*Zingiberaceae*) in mice and rats, *Phytother. Res*, **20(9)**, 764, (2006).