

Обзор / Review

https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-6-75-83
УДК: 635.262-021.66

Н.А. Голубкина ^{1*}, В.И. Немтинов ²,
В.И. Терешонок ¹

¹ Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Федеральный научный центр овощеводства" (ФГБНУ ФНЦО)
143072, Россия, Московская область, Одинцовский район, п. ВНИИССОК, ул. Селекционная, д. 14

² Научно-исследовательский Институт Сельского Хозяйства Крыма
295043, Россия, Республика Крым, Симферополь, Киевская ул., 150

*Автор для переписки:
segolubkina45@gmail.com

Вклад авторов: Голубкина Н.А.: изучение литературы, написание текста и редактирование рукописи. Немтинов В.И.: курирование данных, редактирование рукописи. Терешонок В.И.: участвовал в библиографическом поиске и оформлении рукописи. Все авторы участвовали в написании статьи.

Конфликт интересов. Голубкина Н.А. является членом редакционной коллегии журнала «Овощи России» с 2008 года, но не имеет никакого отношения к решению опубликовать эту статью. Статья прошла принятую в журнале процедуру рецензирования. Об иных конфликтах интересов авторы не заявляют.

Благодарности: Авторы выражают глубокую благодарность Юрьеву А.Н. и Богданову А.В. за активную поддержку и ценные замечания в связи с обсуждением темы обзора.

Для цитирования: Голубкина Н.А., Немтинов В.И., Терешонок В.И. Чеснок и продукты его переработки, перспективы использования. *Овощи России*. 2024;(6):75-83.
https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-6-75-83

Поступила в редакцию: 21.09.2024

Принята к печати: 07.11.2024

Опубликована: 29.11.2024

Nadezhda A. Golubkina ^{1*}, Viktor I. Nemtinov ²,
Vladimir I. Tereshonok ¹

¹ Federal State Budgetary Scientific Institution Federal Scientific Vegetable Center (FSBSI FSVC)
14, Seleccionnaya str., VNISSOK, Odintsovo district, Moscow region, 143072, Russia

² Crimean Agricultural Institute
150, Kievskaya str., Simferopol, Republic of Crimea, 295043, Russia

*Corresponding Author:
segolubkina45@gmail.com

Authors' contribution: Golubkina N.A.: conceived the review topics and involved in bibliographic search, as well as writing the draft and final version of the manuscript. Nemtinov V.I.: data curation and critical revision of the manuscript's final version. Tereshonok V.I.: was involved in bibliographic search and manuscript formatting. All the authors participated in writing the manuscript.

Conflict of interest. Golubkina N.A. has been a member of the editorial board of the Journal "Vegetable crops of Russia" since 2008, but had nothing to do with the decision to publish this manuscript. The manuscript passed the journal's peer review procedure. The authors declare no other conflicts of interest.

Acknowledgments: The authors are grateful to Yuryev A.N. and Bogdanov A.V. for their active support and valuable comments in connection with the discussion of the review topic.

For citation: Golubkina N.A., Nemtinov V.I., Tereshonok V.I. Garlic and its processing products, prospects of their utilization. *Vegetable crops of Russia*. 2024;(6):75-83. (In Russ.)
https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-6-75-83

Received: 21.09.2024

Accepted for publication: 07.11.2024

Published: 29.11.2024

Чеснок и продукты его переработки, перспективы использования

Check for updates



РЕЗЮМЕ

Актуальность. Чеснок одна из наиболее востребованных сельскохозяйственных культур, отличающаяся высокой пищевой ценностью и уникальным химическим составом, обеспечивающим эффективную защиту организма человека от лидирующих заболеваний века: кардиологических заболеваний и рака.

Материалы и методы. Обзор охватывает наиболее значимые исследования биохимического состава, применения в медицине, питании и растениеводстве чеснока и продуктов его переработки за период с 1988 по 2024 годы на базе работ, опубликованных преимущественно в изданиях Scopus и WoS.

Результаты. Широкий ассортимент продуктов переработки чеснока (свежий, порошок, «зеленый» чеснок, чеснок Laba, мацерат чесночного масла, спиртовой экстракт ('aged garlic extract' AGE) и черный чеснок) определяет многообразие биохимического состава и направленности биологического действия. Возможность применения как чеснока, так и листьев, стрелок и внешних чешуй в медицине и растениеводстве (для повышения урожая и устойчивости растений к биотическим и абиотическим стрессам) составляет уникальность этой культуры и возможность осуществления безотходного производства.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

чеснок, соединения серы, антиоксиданты, медицина, питание, растениеводство.

Garlic and its processing products, prospects of their utilization

ABSTRACT

Relevance. Garlic is one of the most popular agricultural crops characterized by high nutritional value and unique chemical composition providing significant beneficial effect on human health.

Methods. The review summarizes the most significant publications on garlic biochemical composition, utilization in medicine, human nutrition and agriculture for a period from 1988 to 2024 with the predominant utilization of Scopus and WoS publications.

Results. The diversity of garlic processing products (fresh, dry powder, 'Green' garlic, Laba garlic, garlic essential oil macerate, ethanolic extract ('aged garlic extract' AGE) and black garlic) provides the diversity of biochemical composition and the direction of biological effect. The possibility to utilize both garlic bulbs, leaves, stems and peel in medicine and agriculture (for yield and stress resistance improvement) are the most important factors for successful waste free production and wide utilization of garlic.

KEYWORDS:

garlic, sulphur compounds, antioxidants, medicine, nutrition, crop production

Введение

Среди сельскохозяйственных культур чеснок является одним из наиболее популярных продуктов питания благодаря высокой пищевой ценности и уникальным биологическим свойствам, определяющим его лидирующее место среди лекарственных растений [1-3]. По словам знаменитого французского шеф-повара Марселя Булестена (1878-1943) «Мир и счастье в мире начинается там, где в пищу используют чеснок».

Известно, что чеснок выращивали более 5000 лет назад в Египте, Индии и Старом Свете и более 4000 лет в Китае. Ежедневное потребление чеснока было обязательным для строителей великих пирамид Египта, воинов Греции для повышения силы и мужества.

В первую мировую войну чеснок широко использовали как антисептик для предотвращения гангрены. В наши дни общепризнано, что чеснок обладает высокой эффективностью в предотвращении развития атеросклероза и лечении гипертонии, простуды и бронхитов [4]. Достоверно установлено защитное действие чеснока в отношении развития раковых заболеваний, таких как рак пищевода, желудка, прямой кишки, кожи, мозга, предстательной и молочной желез, мочевого пузыря, легких и печени [5-7]. Это растение обладает выраженным антимикробным, анти-тромбическим, гиполипидемическим действием [8-10], стимулирует кровообращение, обладает антистрессовым действи-

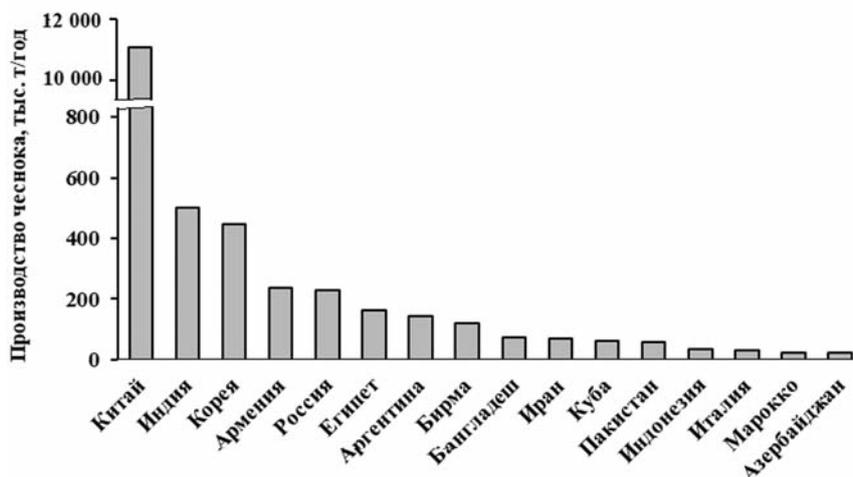


Рис. 1. Основные производители чеснока в мире на 2017 год [19]
Fig. 1. The main garlic producers in the world (2017) [19]

ем, снижает усталость. Благодаря присутствию аллицина и других серу содержащих соединений чеснок относят к природным антибиотикам [11,12]. Чеснок защищает от оксидантного стресса, укрепляет иммунную систему, эффективен при ожирении, снижает уровень сахара в крови и стимулирует выработку инсулина [13-15]. Благодаря высокой антиоксидантной активности и содержанию фитоэстрогенов чеснок улучшает фертильность у мужчин, усиливая сперматогенез [16,17].

Родиной чеснока является Центральная Азия (Туркменистан, Узбекистан, Кыргызстан и Таджикистан), откуда и началось распространение этого растения по всему миру [18].

Важнейшими производителями чеснока являются Китай, Индия и Корея (рис. 1). При этом Китай производит более 80% чеснока в мире.

Биологически активные соединения чеснока

Широкий спектр биологической активности чеснока связан в первую очередь с высоким содержанием органических производных серы [20]. Среди них лидирующее место занимают аллиин, аллицин, E/Z аджоен, диаллил сульфид (DAS), диаллил дисульфид (DADS), диаллил трисульфид (DATS) и S-аллилцистеин (SAC) [21] (рис.2). Все эти соединения проявляют защитное действие от рака прямой кишки и рака желудка.

S-Аллилцистеин сульфоксид, или аллиин, является природным антиоксидантом кардио- и нейропротекторного действия. Это соединение способно значительно снижать уровень сахара в крови и регулировать содержание инсулина, триглицеридов и мочевой кислоты. Хорошо известно, что разрушение и измельчение зубков приводит к освобождению фермента аллииназы, катализирующей образование аллицина из аллиина [22]. Биосинтез аллицина может осуществляться из глутатиона и/или серина с образованием промежуточного S-аллилцистеина и аллиина (рис. 3) [23].

Деструкция аллицина приводит к образованию E и Z-аджоенов. Резкий запах чеснока связан с выделением аллицина. Принято считать, что биологическая активность аллицина как в растительных, так и в животных клетках определяется его участие в окислительно-восстановительных реакциях с тиольными

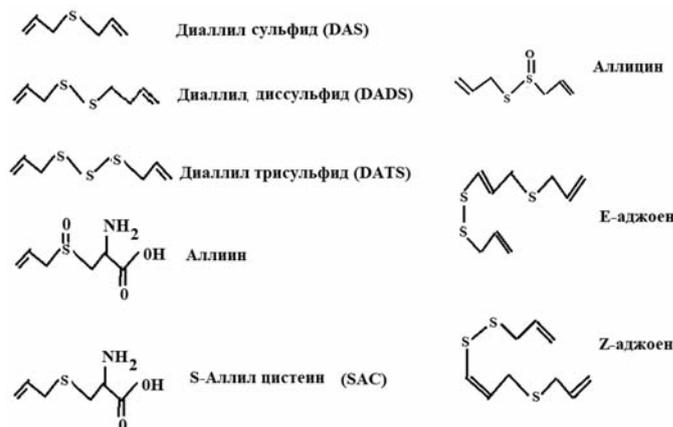


Рис. 2. Основные серосодержащие соединения чеснока
Fig. 2. The main Sulphur derivatives of garlic

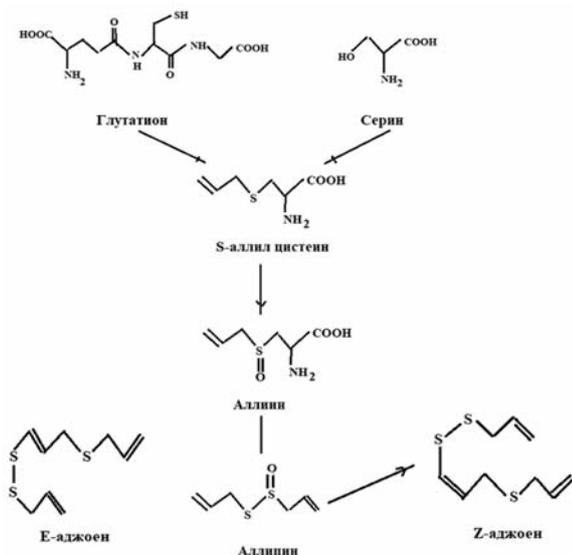


Рис. 3. Биосинтез аллицина, аллиина и аджоена
Fig. 3. Allicine, alliin and ajoene biosynthesis

подавляют перекисное окисление липидов, снижают активность ферментов глюкозидазы и синтазы оксида азота, и регулируют клеточный цикл [25]. Среди фенольных соединений следует указать кофейную кислоту, мирицетин и р-кумаровую кислоту. По данным Štejnová [26], общее содержание фенольных соединений в чесноке в зависимости от сорта и условий выращивания составляет 797.11 – 1183.98 мг-экв ГК/кг с.м., флавоноидов – 15.96 – 28.18 мг-экв. кверцетина/кг с.м. Следует отметить, что химический состав и содержание биологически активных соединений в чесноке, как и в других сельскохозяйственных культурах, определяется сортом, местом выращивания, условиями хранения и технологией переработки.

Продукты и лекарственные препараты чеснока:

В пищу используют в основном луковицы чеснока, однако в странах Азии, на Балканах, а также в Польше большой популярностью пользуются также



Рис. 4. Чеснок и продукты его переработки
Fig. 4. Garlic and its processing products

(SH) группами глутатиона и белков. Аллицин проявляет интенсивное ингибирование пролиферации, или приводит к гибели бактерий и грибов, а также раковых клеток и клеток штаммов, устойчивых к антибиотикам (например, *Staphylococcus aureus*). При низких концентрациях аллицин снижает артериальное давление и уровень холестерина в крови, обеспечивая защиту сердечно-сосудистой системы от воздействия оксидантного стресса. Одним из основных соединений, образуемых при нагревании гомогенизированных зубков чеснока является аджоен, представленный в виде двух E- и Z-изомеров. Аналогично аллицину аджоен проявляет широкий спектр биологического действия, включая антиканцерогенное, антиоксидантное, иммуностимулирующее и противовоспалительное действие. Установлено, что z-изомер аджоена проявляет более высокую антиканцерогенную активность, чем E-изомер, а замещение концевых аллильных групп на алкильные, ароматические и гетероароматические группы позволяет получать аналоги с повышенной антиканцерогенной активностью [24].

Полифенолы чеснока снижают уровень глюкозы в крови, повышают чувствительность к инсулину и

листья. Более того, в азиатских странах и в Северной Америке в пищу применяют стрелки и молодые побеги [8]. Разнообразие продуктов переработки чеснока представлено на рисунке 4 и в таблице 1.

Доказано, что высокой пищевой ценностью обладают не только луковицы, но также молодые листья и стрелки. При этом уровень аллицина в листьях или равен, или даже превышает содержание аллицина в луковицах [27], а аромат листьев имеет более нежный оттенок, чем аромат зубков. Стрелки чеснока используют для приготовления картофеля-фри. В условиях хранения при 0-4 °C и влажности 80-90% содержание аллицина в зубках [28] и стрелках чеснока [29] возрастает, хотя уровень полифенолов снижается. Полученные результаты подтверждают возможность хранения стрелок в указанных условиях в течение полугода без существенного снижения качества продукции. Для снижения потерь биологически активных соединений в стрелках в процессе хранения стрелки чеснока не следует измельчать.

Так называемый «Зеленый чеснок», получаемый при обработке луковиц уксусной кислотой, широко исполь-

Таблица 1. Препараты чеснока и методы их приготовления
Table 1. Garlic food products and methods of their preparation

Продукт Product	Способ приготовления Method of preparation	Литература References
Мацерат чесночного масла Garlic oil macerate	Гомогенат чеснока медленно экстрагируют соевым или другим растительным маслом (1.2 г/мл) в течение 30 дней при комнатной температуре, после чего фильтруют. Такой продукт содержит винилдитиины, аллил сульфиды и аджоен	[30]
Экстракт выдержанного чеснока Aged garlic, AGE	Чеснок в 15-20% этаноле выдерживают в течение 20 месяцев при комнатной температуре. Экстракт фильтруют и концентрируют при низкой температуре. Продукт поступает в продажу как в виде экстракта, так и в виде порошка. В процессе хранения γ -глутамил-S-аллилцистеин превращается в S-аллилцистеин (SAC) под действием γ -глутамил трансферазы.	[31,32]
Эссенциальное масло чеснока Garlic essential oil	Гидродистилляция высушенного/ лиофилизованного чеснока. Продукт содержит значительные количества соединений серы (84,3–98,9%) в частности, диаллил трисульфид (37,3–45,9%), диаллил лисульфид (17,5–35,6%) и метил аллил трисульфид (7,7–10,4%)	[33]
Черный чеснок Black garlic	Свежий чеснок выдерживают при 80 °C в течение 22 дней в условиях 80% влажности	[34]
Чеснок Laba Garlic Laba	Чеснок выдерживают в укусе при соотношении 1:3 в течении двух недель при 4 °C.	[35]
Зеленый чеснок Green garlic	Разрезанный чеснок выдерживают 30 минут при комнатной температуре, затем вымачивают в 5% укусе при 50 °C в течение часа, и затем выдерживают при 80 °C в течение 30 минут	[36,37]

зуется в качестве приправы в странах Центральной и Южной Америки, Европе, северной Африки, Азии и Китая. Как правило, «Зеленый чеснок» используют в приготовлении супов или горячих блюд. Интенсивность чесночного запаха варьирует в зависимости от стадии развития растения и метода кулинарной переработки. «Зеленый» чеснок является мощным антидиабетическим и кардиопротекторным агентом, способным восстанавливать уровень инсулина и снижать избыточное содержание липидов. «Зеленый чеснок» является гепатопротектором и обладает иммуномодулирующим и противовоспалительным действием, а также ингибирует пролиферацию раковых клеток. Антидиабетические и кардиопротекторные свойства чеснока особенно важны для диабетиков, поскольку чеснок содержит фрукто-олигосахариды, замещающие обычный сахар в крови [38].

В чесноке Laba содержание большинства первичных метаболитов (органические кислоты, а также аминокислоты: L-лейцин, L-пролин, D-фруктоза, D-глюкоза и эритритол) возрастает в процессе приготовления и достигает максимума через 12 дней, что, по-видимому, является причиной более сладкого и кислого вкуса конечного продукта. Кроме того, содержание 15 идентифицированных полифенолов в чесноке Laba также значительно увеличивается в этот период [39].

Каждый продукт переработки чеснока характеризуется особым профилем серу содержащих соединений. Эссенциальное масло чеснока используют в биологически активных добавках, жидкостях для полоскания рта и фумигантах. На рынках мира присутствует порошок чеснока, эссенциальное чесночное масло, спиртовой экстракт ('aged garlic') и мацерат чесночного масла, черный чеснок [40].

Стероидные сапонины чеснока способны образовывать устойчивую пену при встряхивании с водой, а также проявляют гемолитическую активность и обладают горьким вкусом. Эти соединения лукович используют для приготовления жидкого мыла. β -Хлорогенин-стероидный сапогенин чеснока, – применяют в кремах и блесках для кожи. Сапонины чеснока эффективны в борьбе с атеросклерозом [41]. Помимо использования в качестве пряности, чеснок добавляют в пищу также для повышения сохранности продуктов.

Аналогично сырому чесноку, выше указанные продукты, эффективно останавливают развитие атеросклероза, снижают артериальное давление и агрегацию тромбоцитов, предотвращая образование тромбов, уменьшая риск ишемической болезни сердца и предотвращая инфаркты, снижают риск различных видов рака, таких как рак толстой и прямой кишки, молочной железы, простаты, легких. Эссенциальное масло чеснока эффективно при атеросклерозе, аритмии, гипертрофии и ишемически реперфузионного повреждения, а также снижает перекисное окисление липидов. Кардиопротекторное действие чеснока и его продуктов может быть также связано с регулированием ионных каналов, ингибированием гистон деацетилазы и цитохрома P450. Применение продуктов переработки чеснока эффективно при доброкачественной гиперплазии предстательной железы, онкологических заболеваниях, диабете, остеоартрите, аллергическом рините, диарее, грибковых инфекциях, гипертонии на поздних сроках беременности (преэклампсии), простуде и гриппе. Они используются для повышения иммунитета, от укусов клещей и змей. Продукты переработки чеснока проявляют тонизирующее действие, защищая от

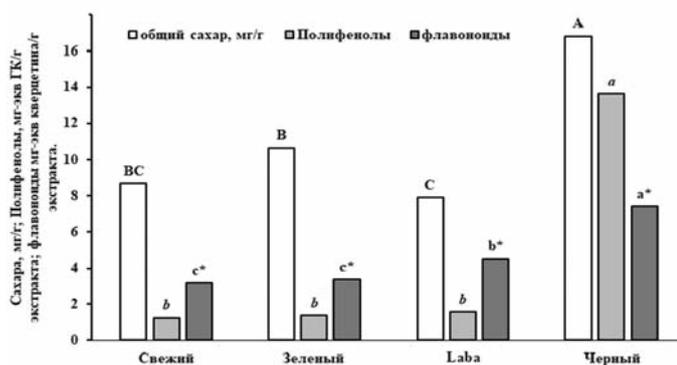


Рис. 5. Различия в накоплении сахаров, полифенолов и флавоноидов чесноком разного приготовления. Значения для флавоноидов увеличены в 10 раз [35]
Fig. 5. Differences in sugar, polyphenol and flavonoid accumulation by different garlic products. Flavonoid values are increased 10 times [35]

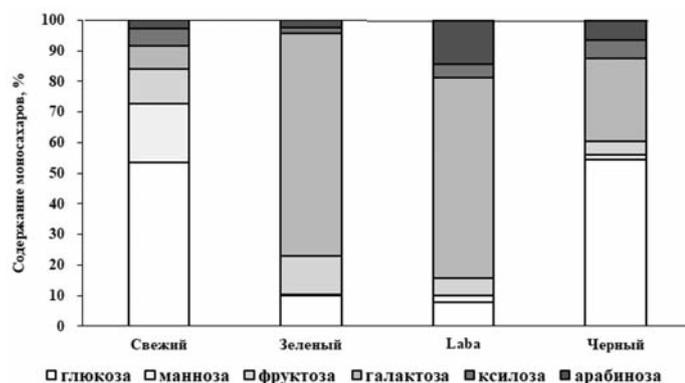


Рис. 6. Моносахаридный профиль чеснока разного приготовления [33]
Fig. 6. Monosaccharide profile of garlic preparations [33]

стрессов и быстро восстанавливая организм после интенсивной нагрузки. Чесночное масло применяют при грибковых заболеваниях кожи, для удаления бородавок и мозолей, стригущем лишае и микозе.

Различия в содержании сахаров, полифенолов и флавоноидов в сыром и черном чесноке, зеленом чесноке и чесноке Laba представлены на рисунках 5,6 и в таблице 2.

Данные рисунка 6 показывают принципиальные различия в профиле сахаров и полифенолов различных продуктов переработки чеснока, причем, наибольшее количество сахара и полифенолов характерно для черного чеснока. Оценка сахарного профиля продуктов переработки чеснока свидетельствует о преобладании глюкозы в свежем чесноке, галактозы в зеленом чесноке и чесноке Laba, и глюкозы и галактозы в черном чесноке.

Состав сульфо-соединений также специфичен для каждого продукта переработки чеснока (табл.2).

Следует отметить, что технология приготовления черного чеснока (длительное хранение при повышенной температуре и высокой влажности) оказывает наибольшее влияние как на биологическую активность продукта, так и изменение биохимического состава. Специфический профиль серу содержащих соединений, многократное возрастание содержания полифенолов и моносахаров обеспечивают аномально высокие антиоксидантную активность, противовоспалительное, гепатопротекторное, гиполипидемическое, противораковое, антиаллергическое и иммуномодулирующее действие. Черный чеснок является эффективным средством против ожирения и нейродегенеративных изменений. В процессе приготовления черного чеснока происходит превращение фруктанов в моносахариды (в основном глюкозу и фруктозу), ди- и олигосахариды с

Таблица 2. Основные биологически активные вещества чеснока и продуктов его переработки
Table 2. The main biologically active compounds of garlic and its products

Чеснок и продукты его переработки Garlic and its products	Биологически активные вещества Biologically active compounds	Литература References
Луковицы, листья, стрелки Bulbs, leaves, stems	Аллицин, аллиин, полифенолы	[27]
Чеснок Laba/зеленый чеснок Laba and Green garlic	T-транс-ферулоил тирамин, пептиды, сапонины, органические соединения серы	[35]
Эссенциальное масло чеснока Garlic essential oil	аджоен, DAS, DADS, DATS Выход масла 0.09-0.35%	[40]
Мацерат чесночного масла Garlic oil macerate	Жирорастворимые сульфо соединения продукты разложения аллицина, такие как дитионы, аджоен, сульфиды, небольшое количество аллиина	[30]
Порошок чеснока Garlic powder	Около 1% Аллиина и небольшое количество жирорастворимых сульфо соединений	[21]
Экстракт выдержанного чеснока Aged garlic extract, AGE	Водорастворимые соединения (такие как SAC, S-аллил меркапто цистеин или сапонины), небольшое количество жирорастворимых сульфо соединений	[42] [32]
Черный чеснок Black garlic	аллицин (5.813%), аллиин (4.993%), изоаллиин (3.77%), циклоаллиин (3.163%), (-) S-аллил-L-цистеин (2.022%)	[43]

участием фруктан экзогидролазы, резко возрастает общее содержание сахаров. Отмечается также, что в продукте значительно возрастает содержание SAC, уровень которого может превышать содержание этого соединения в свежем чесноке в 8 раз [43].

Внешние чешуи

Внешние и внутренние чешуи, составляют около 23% от общей массы луковицы и в большинстве случаев являются отходами производства чеснока. В то же время биохимический анализ внешних чешуй чеснока свидетельствует о высокой биологической активности и целесообразности разработки условий их эффективного использования (табл. 3).

Установлено, что добавление внешних чешуй чеснока в корм белуги приводит к достоверному возрастанию содержания гемоглобина и активности пищеваритель-

оксидантные и противомикробные свойства, обладающая мощной антирадикальной активностью [49,55]. Согласно данным Singiri [54] в чесноке внешние чешуи интенсивно ингибируют прорастание зубков в отличие от внутренних чешуй. Внешние и внутренние чешуи чеснока содержат аллелопатические соединения, которые селективно ингибируют прорастание семян *S. alba* и развитие *B. juncea*,

Отходы производства чеснока содержат также антистрессовые белки и ферменты, такие как хитиназы, протеазы и нуклеазы, накапливающиеся преимущественно во внешних чешуях, в то время как внутренние чешуи не имеют нуклеаз, а протеазы отсутствуют в зубках [56].

Внешние чешуи содержат многочисленные сахара (рамнозу, маннитол, сорбитол, трегалозу, а также модифицированную аминокислоту – гидроксизин в

Таблица 3. Различия в биохимических показателях луковиц, листьев и внешних чешуй чеснока
Table 3. Differences in biochemical parameters of garlic bulbs, leaves and peel.

Биохимические показатели Biochemical parameters	Внешние чешуи Outer peel	Зубки Bulbs	Молодые листья Young leaves
Углеводы, % на с.м. Carbohydrates, % per d.w.	8.5 [44]	86 [8]	70 [8]
Белок, % на с. м. Protein % per d.w.	2.6 [44]	10 [8]	15-20 [8]
Полифенолы Polyphenols	9.8 мг-экв. ГК/г с.м.	3.7-8.0 мг-экв. ГК/г с.м. [45]	13-15 мг-экв./ хлорогеновой кислоты/г с.м. [8]
АА мг/100 г сух. м. AA, mg/100 g d.w.	-	24	730

АА- аскорбиновая кислота, с. м – сырая масса, сух. м. – сухая масса

ных ферментов [46]. Показаны антиоксидантные и противомикробные свойства этанольного экстракта шелухи чеснока [47]. Перспективным представляется приготовление упаковочных пленок из нано-целлюлозы с добавками порошка внешних чешуй чеснока, что обеспечивает защиту продуктов питания от УФ излучения и микробного заражения *Escherichia coli*, *Streptomyces griseorubens*, *Streptomyces albobiridis* и *Staphylococcus aureus* [48].

Кожа чеснока содержит значительное количество пектина (около 27%), р-кумаровой, феруловой и синаповой кислот, а также белков, липидов, маннитола и полисахаридов [49]. Важно отметить, что компонентный состав внешних чешуй чеснока сходен с компонентным составом луковиц и содержит аллиин [50], N-транс-кумароилоктопамин и N-транс-ферулоилоктопамин [51], и полифенолы [19,20,49]. Показано, что кожа чеснока может улучшать ферментацию силоса с высоким содержанием влаги. Так, при добавлении внешних чешуй чеснока в силос из *Pennisetum hybridum* возрастало содержание сухого вещества и образование молочной кислоты, снижался рН и содержание аммонийного азота, возрастало содержание *Lactobacillus* бактерий и снижался уровень *Clostridium* [52].

Известно противовоспалительное действие водного экстракта внешних чешуй [53].

Согласно данным Singiri [54] внешние чешуи чеснока выполняет функции механической защиты репродуктивных органов от патогенов и абиотических стрессов, а также служит источником белков и других соединений, необходимых для ускорения роста и развития, борьбы с патогенами и устойчивости к абиотическим стрессам. Известно, что экстракт внешних чешуй лука и чеснока проявляет анти-

существенно более высоких концентрациях, чем в зубках и внутренних чешуях. Гидроксизин является уникальной аминокислотой коллагена позвоночных. Маннитол и сорбитол участвуют в устойчивости растений к стрессам. Предполагают, что сорбитол чешуй чеснока при прорастании становится биодоступным, улучшая прорастание и рост зубков и обеспечивая устойчивость к внешним стрессам [54]. Результаты этих исследований находятся в хорошем согласии с данными, подтверждающими прямую зависимость длины проростков семян лука репчатого от содержания во внешней оболочке семян мощных антиоксидантов: селен содержащих аминокислот селеноцистеина и селенометионина белков [57,58].

С позиций медицины использование внешних чешуй чеснока высоко значимо для снижения уровня сахара в крови, риска сердечно-сосудистых заболеваний и защиты от рака, вирусов, воспалительных процессов и воздействия микробов [59].

Использование в сельском хозяйстве

Антибактериальное действие и ингибирование аллицином прорастания семян и замедление развития корневой системы успешно используется в настоящее время для борьбы с сорняками и повышения урожая особенно в условиях закрытого грунта. Так, обработка семенных растений салата экстрактом чеснока увеличивала семенную продуктивность растений и содержание пролина в семенах, а также приводила к увеличению урожая и антиоксидантного статуса растений, выращенных из этих семян [60]. Показано защитное действие экстракта чеснока при выращивании в закрытом грунте томатов, огурцов,

салата и клубники [61] и высокая эффективность в борьбе с цветочной галлицей лобы [62].

Известно ростостимулирующее действие чеснока и способность защищать растения от патогенов [63,64]. На практике, уборка урожая, хранение и переработка чеснока сопряжены обычно с образованием отходов, включая частично поврежденные луковички, чье использование в сельском хозяйстве для защиты растений от биотических стрессов может иметь огромное значение. Важно отметить, что воздействие вредных насекомых, патогенов и животных, вызывая биотический стресс, способствует образованию аллицина [65]. Примеры защитного действия чеснока против насекомых-вредителей: зерновки, совки, белокрылки, долгоносика и т.п. приведены на рисунках 7,8.

Противоположная ситуация наблюдалась на стадии личинки. При хранении семян нута, инфицированных зерновкой четырехпятнистой *Callosobruchus maculatus* [70], выявлено более низкое значение LD50 для экстракта чеснока (0.11 г/л), чем для порошка чеснока (9.66 г/кг), что указывает на большую эффективность экстракта чеснока в защите нута от зерновки.

Сок чеснока эффективен для защиты зерна при хранении от комнатной *Musca domestica* и капустной мухи *Delia radicum*, а также кукурузного долгоносика *Sitophilus zeamais*. Установлена также высокая эффективность использования диаллил полисульфидов чеснока для защиты сливы от грушевой листоблошки *Cacopsylla chinensis* и лекарственных растений от *Lycoriella ingéne*, кукурузы от долгоносика *Sitophilus zeamais* [67].

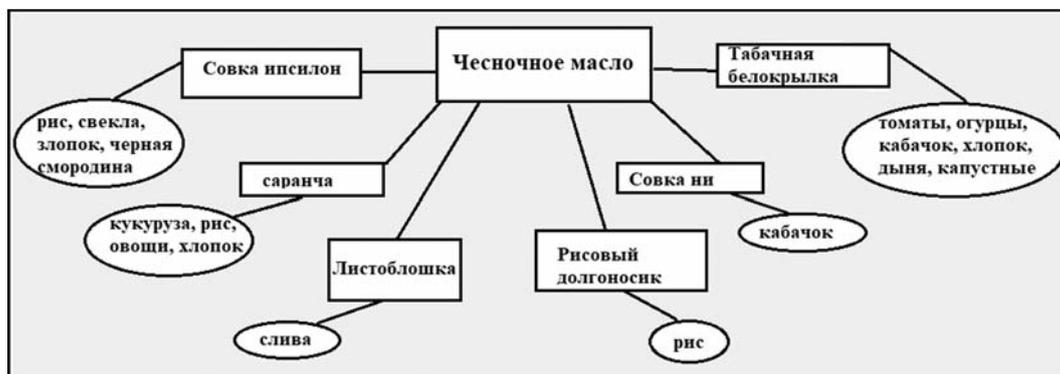


Рис. 7. Использование чесночного масла для защиты растений от вредных насекомых
 Fig. 7. Garlic oil utilization in plant protection against herbivory

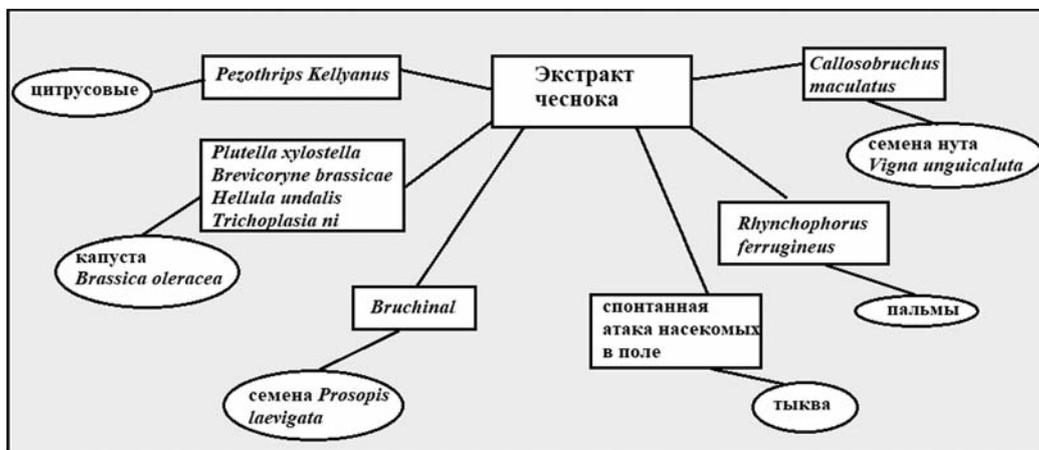


Рис. 8. Использование экстракта чеснока для защиты растений от вредных насекомых
 Fig. 8. Garlic extract utilization for plant protection against herbivory

Более того, показано, что внекорневое внесение экстракта чеснока отпугивает чешуйчатого яблিকা (*Lonchura punctulata*), значительно снижая потери риса и увеличивая урожай [66].

Мощными инсектицидными свойствами обладает чесночное масло, а аллил дисульфиды и аллил меркаптан чеснока защищают растения от рисового долгоносика [67,68]. Инсектицидные свойства аллил меркаптана основаны на ингибировании ацетил эстеразы у насекомых. Сравнение воздействия сока чеснока на комнатную муху (*Musca domestica*) и капустную корневую муху (*Delia radiculata*), свидетельствует о важности фазы развития и межвидовых различий в устойчивости к воздействию чеснока [69]. Так, наименьший уровень LD50 проявлялся на стадии яиц и у взрослых насекомых при существенно более высоких значениях LD50 для *Musca domestica*.

Заключение

Представленные данные обзора исследований по биологическому действию, химическому составу и применению чеснока и продуктов его переработки свидетельствуют о необходимости увеличения производства чеснока, отработки технологий его комплексного использования в пищевой промышленности, медицине и сельском хозяйстве. Такой подход может обеспечить создание и внедрение новых природных инсектицидов, эффективное увеличение урожая сельскохозяйственных культур в условиях органического земледелия, увеличение рентабельности производства чеснока, снижение уровня отходов при переработке, а также выпуск новых функциональных продуктов питания, обеспечивающих эффективную защиту организма человека от хронических заболеваний и неблагоприятных факторов окружающей среды.

• Литература / References

1. De La Cruz M.J., García H.S. Garlic: postharvest operations. *FAO*, 2007.
2. Koscielny J., Klüssendorf D., Latza R., Schmitt R., Radtke H., Siegel G., Kieseewetter H. The antiatherosclerotic effect of *Allium sativum*. *Atherosclerosis*. 1999;(144):237-249. [https://doi.org/10.1016/S0021-9150\(99\)00060-X](https://doi.org/10.1016/S0021-9150(99)00060-X)
3. Campbell J.H., Efendy J.L., Smith N.J., Campbell G.R. Molecular basis by which garlic suppresses atherosclerosis. *J. Nutr.* 2001;(131):1006S-1009S.
4. El-Saber Batiha G., Beshbishy A.M., Wasef L.G., Elewa Y.H.A., Al-Sagan A.A., Abd El-Hack M.E., Taha A.E., Abd-Elhakim Y.M., Devkota H.P. Chemical Constituents and Pharmacological Activities of Garlic (*Allium sativum* L.): A Review. *Nutrients*. 2020;(12):872. <https://doi.org/10.3390/nu12030872>
5. Mondal A., Banerjee S., Bose S., Mazumder S., Haber R.A., Farzaei M.H., Bishayee A. Garlic constituents for cancer prevention and therapy: From phytochemistry to novel formulations, *Pharmacol. Res.* 2022;(175):105837. <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2021.105837>
6. Aviello G., Abenavoli L., Borrelli F., Capasso R., Izzo A., Lembo F., Romano B. Garlic: Empiricism or science? *Nat. Prod. Commun.* 2009;(4):1785-1796.
7. Berginc K., Kristl A. The mechanisms responsible for garlic - drug interactions and their *in vivo* relevance. *Curr. Drug Metab.* 2013;(14):90-101. <https://doi.org/10.2174/138920013804545188>
8. Skoczylas J., Jędrszczyk E., Dziadek K., Dacewicz E., Kopeć A. Basic Chemical Composition, Antioxidant Activity and Selected Polyphenolic Compounds Profile in Garlic Leaves and Bulbs Collected at Various Stages of Development. *Molecules*. 2023;(28):6653. <https://doi.org/10.3390/molecules28186653>
9. Bayan L., Koulivand P.H., Gorji A. Garlic: A review of potential therapeutic effects. *Avicenna J. Phytother.* 2014;(4):1-14.
10. Fesseha H., Goa E. Therapeutic value of garlic (*Allium sativum*): A Review. *Adv. Food Technol. Nutr. Sci. Open J.* 2019;(5):107-117.
11. Kuttan G. Immunomodulatory effect of some naturally occurring sulphur-containing compounds. *J. Ethnopharmacol.* 2000;(72):93-99.
12. Torres K.A.M., Lima S.M.R.R., Torres L.M.B., Gamberini M.T., Silva Junior P.I.D. Garlic: An Alternative Treatment for Group B *Streptococcus*. *Microbiol. Spectr.* 2021;(9):e0017021. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-1149854/v1>
13. Lee J., Gupta S., Huang J.-S., Jayatilaka P., Lee B.-S. HPLC-MTT assay: Anticancer activity of aqueous garlic extract is from allicin. *Anal. Biochem.* 2013;(436):187-189. <https://doi.org/10.1016/j.ab.2013.01.033>
14. Ashfaq F., Ali Q., Haider M.A., Hafeez M.M., Malik A. Therapeutic activities of garlic constituent phytochemicals. *Biol. Clin. Sci. Res. J.* 2021;(2021):7. <https://doi.org/10.47264/bcsrj0201007>
15. Tapiero H., Townsend D.M., Tew K.D. Organosulfur compounds from alliaceae in the prevention of human pathologies. *Biomed Pharmacother.* 2004;(58):183-193. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2004.01.004>
16. Nasr A.Y. The impact of aged garlic extract on adriamycin-induced testicular changes in adult male Wistar rats. *Acta Histochem.* 2017;(119):648-662. <https://doi.org/10.1016/j.acthis.2017.07.006>
17. Hammami I., Nahdi A., Atig F., Kouidhi W., Amri M., Mokni M. Effects of garlic fractions consumption on male reproductive functions. *J. Med. Food.* 2013, 16, 82-87. [10.1089/jmf.2011.0335](https://doi.org/10.1089/jmf.2011.0335)
18. Rivlin R.S. Historical Perspective on the Use of Garlic. *J. Nutr.*, 2001, 131(3), 951S-954S. [doi:10.1093/jn/131.3.951S](https://doi.org/10.1093/jn/131.3.951S)
19. Kallel F., Ellouz S.E. Perspective of Garlic Processing Wastes as Low Cost Substrates for Production of High-Added Value Products: A Review. *Environ. Prog. Sust. Energy.* 2017;36(6):12649. <https://doi.org/10.1002/ep.12649>
20. Kallel F., Driss D., Chaari F., Belghith L., Bouaziz F., Ghorbel R. Garlic (*Allium sativum* L.) husk waste as a potential source of phenolic compounds: influence of extracting solvents on its antimicrobial and antioxidant properties. *Ind. Crop Prod.* 2014;(62):34-41. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.07.047>
21. Shang A., Cao S.Y., Xu X.Y., Gan R.Y., Tang G.Y., Corke H., Mavumengwana V., Li H.B. Bioactive Compounds and Biological Functions of Garlic (*Allium sativum* L.). *Foods*. 2019;8(7):246. <https://doi.org/10.3390/foods8070246>
22. Borlinghaus J., Albrecht F., Gruhlke M.C.H., Nwachukwu I.D., Slusarenko A.J. Allicin: Chemistry and Biological Properties. *Molecules*. 2014;(19):12591-12618. <https://doi.org/10.3390/molecules190812591>
23. Wanyika H.N., Gachanja A.N., Kenji G.M., Keriko J.M., Mwangi A.N. A rapid method based on UV spectrophotometry for quantitative determination of allicin in aqueous garlic extracts. *J. Agric. Sci. Technol.* 2011;(12):77-84.
24. Kaschula C.H., Hunter R., Parker M.I. Garlic-derived anticancer agents: Structure and bi-ological activity of ajoene. *Biofactors*. 2010;36(1):78-85. <https://doi.org/10.1002/biof.76>
25. Maghal M.H. Garlic Polyphenols: A Diet Based Therapy. *Biomed. J. Sci. Tech. Res.* 2019;15(4):11453-11458. <https://doi.org/10.26717/BJSTR.2019.15.002721>
26. Čeryová N., Lidíková J., Pintér E., Šnirc M., Franková H., Ľorbová M., Fedorková S. Total polyphenol content, total flavonoid content, and antioxidant activity of garlic (*Allium sativum* L.) cultivars. *J. Microbiol. Biotech. Food Sci.* 2023;13(1):e9668. <https://doi.org/10.55251/jmbfs.9668>
27. Arzanlou M., Bohlooli S. Introducing of green garlic plant as a new source of allicin. *Food Chemistry*. 2010;120(1):179-183. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.10.004>
28. Sukkaew P., Tiraumphon A. Effects of storage conditions on allicin content in garlic (*Allium sativum*). *Acta Hortiv.* 2012;(969):209-212.
29. Naheed Z., Cheng Z., Wu C., Wen Y., Ding H. Total Polyphenols, total flavonoid, allicin and antioxidant capacities in garlic scape cultivars during controlled atmosphere storage. *Postharvest Biology and Technology*. 2017;(131):39-45. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2017.05.002>
30. Staba E.J., Staba J.E., Lash L. A Commentary on the Effects of Garlic Extraction and Formulation on Product Composition. *J. Nutr.* 2001;131(3):1118S-1119S. <https://doi.org/10.1093/jn/131.3.1118S>
31. Lawson L.D. Garlic: a review of its medicinal effects and indicated active compounds. In: Lawson LD, Bauer R, editors. *Phytochemicals of Europe: Chemistry and Biological Activity*. Washington, DC, USA: American Chemical Society. 1998. P. 179-209. (ACS Symposium Series 691).
32. Amagase H., Petesch B.L., Matsuura H., Kasuga S., Itakura Y. Intake of garlic and its bioactive components. *J. Nutr.* 2001;131(3s):955S-962S. <https://doi.org/10.1093/jn/131.3.955s>
33. Dziri S., Casabianca H., Hanchi B., Hosni K. Composition of garlic essential oil (*Allium sativum* L.) as influenced by drying method. *J. Ess. Oil Res.* 2014;26(2):91-96; <https://doi.org/10.1080/10412905.2013.868329>
34. Kimura S., Tung Y.C., Pan M.H., Su N.W., Lai Y.J., Cheng K.C. Black garlic: A critical review of its production, bioactivity, and application. *J. Food Drug Anal.* 2017;(25):62-70. <https://doi.org/10.1016/j.jfda.2016.11.003>
35. Lu J., Li N., Li S., Liu W., Li M., Zhang M., Chen H. Biochemical Composition, Anti-oxidant Activity and Antiproliferative Effects of Different Processed Garlic Products. *Molecules*. 2023;28(2):804. <https://doi.org/10.3390/molecules28020804>
36. Gao X.D., Chen Y., Chen Z.Q., Xue Z.H., Jia Y.N., Guo Q.W., Ma Q.Q., Zhang M., Chen H.X. Identification and antimicrobial activity evaluation of three peptides from laba garlic and the related mechanism. *Food Funct.* 2019;(10):4486-4496. <https://doi.org/10.1039/C9FO00236G>
37. Gao X., Xue Z., Ma Q., Xing L., Kumar Santhanam R., Zhang M., Chen H. Antioxidant and antihypertensive effects of garlic protein and its hydrolysates and the related mechanism. *J. Food Biochem.* 2019;(44):13126. <https://doi.org/10.1111/jfbc.13126>
38. Sabater-Molina M., Larqué E., Torrella F., Zamora S. Dietary fructooligosaccharides and potential benefits on health. *J. Physiol Biochem.* 2009;(65):315-28. <https://doi.org/10.1007/BF03180584>
39. Liu J., Guo W., Yang M., Liu L., Huang S., Tao L., Zhang F., Liu Y. Investigation of the dynamic changes in the chemical constituents of Chinese "Laba" garlic during traditional processing. *RSC Adv.* 2018;8(73):41872-41883. <https://doi.org/10.1039/c8ra09657k>
40. Verma T., Aggarwal A., Dey P., Chauhan A.K., Rashid S., Chen K.T., Sharma R. Medicinal and therapeutic properties of garlic, garlic essential oil, and garlic-based snack food: An updated review. *Front Nutr.* 2023;(10):1120377. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1120377>
41. Miao Q., Wang R., Bai D., Xue X., Xu J., Sun X., Liu L. Antiatherosclerosis Properties of Total Saponins of Garlic in Rats. *Evid Based Complement Alternat Med.* 2020;27:2020:3683659. <https://doi.org/10.1155/2020/3683659>
42. Kodera Y., Kurita M., Nakamoto M., Matsutomo T. Chemistry of aged garlic: Diversity of constituents in aged garlic extract and their production mechanisms via the combination of chemical and enzymatic reactions. *Exp Ther Med.* 2020;19(2):1574-1584. <https://doi.org/10.3892/etm.2019.8393>
43. Ahmed T., Wang C.-K. Black Garlic and Its Bioactive Compounds on Human Health Diseases: A Review. *Molecules*. 2021;(26):5028. <https://doi.org/10.3390/molecules26165028>
44. Azmat F., Imran A., Islam F., Afzaal M., Zahoor T., Akram R.,

- Aggarwale S., Rehman M., Naaz S., Ashraf S., Hussain G., Sulieriq H.A.R., Alih Q., Bibia M., Batoola F., Gula F., Amjad N., Shah M.A. Valorization of the phytochemical profile, nutritional composition, and therapeutic potentials of garlic peel: a concurrent review. *Int. J. Food Properties*. 2023;26(1):2642–2655. <https://doi.org/10.1080/10942912.2023.2251713>
45. Голубкина Н.А., Середин Т.М., Кошеваров А.А., Шило Л.М., Баранова Е.В., Павлов Л.В. Порошок чеснока, обогащенного селеном. *Микроэлементы в медицине*. 2018;19(1):43-50. <https://www.elibrary.ru/osozcb> <https://doi.org/10.19112/2413-6174-2018-19-1-43-50> [Golubkina N.A., Seredin T.M., Koshevarov A.A., Shilo L.M., Baranova H.V., Pavlov L.V. Powder of garlic fortified with selenium. *Trace elements in Medicine*. 2018;19(1):43-50. (In Russ.) <https://www.elibrary.ru/osozcb> <https://doi.org/10.19112/2413-6174-2018-19-1-43-50>]
46. Chitsaz H., Oraj H., Amirkolaie A.K., Akrami R. Effect of garlic peel on haematological, biochemical and digestive enzyme activity in beluga juvenile (Huso huso). *Iranian J. Aquaculture*. 2018;4(1):13-28.
47. Ifesan B.O.T., Fadipe E.A. Investigation of Antioxidant and Antimicrobial Properties of Garlic Peel Extract (*Allium sativum*) and Its Use as Natural Food Additive in Cooked Beef. *Journal of Scientific Research and Reports*. 2014;3(5):711-721. <https://doi.org/10.9734/JSRR/2014/5726>
48. Salim M.H., Kassab Z., Abdellaoui Y., Garcia - Cruz A.R., Soumare A., Ablouh E., El Achaby M. Exploration of multifunctional properties of garlic skin derived cellulose nanocrystals and extracts incorporated chitosan biocomposite films for active packaging application. *Int. J. Biol. Macromol.* 2022;(210):639-653. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2022.04.220>
49. Ichikawa M., Ryu K., Yoshida J., Ide N., Kodera Y., Sasaoka T., Rosen R.T. Identification of six phenylpropanoids from garlic skin as major antioxidants. *J Agric Food Chem*. 2003;51(25):7313-7317. <https://doi.org/10.1021/jf034791a>
50. Louis X.L., Murphy R., Thandapilly S.J., Yu L., Netticadan T. Garlic extracts prevent oxidative stress, hypertrophy and apoptosis in cardiomyocytes: a role for nitric oxide and hydrogen sulfide. *BMC Complement Altern. Med.* 2012;(12):140. <https://doi.org/10.1186/1472-6882-12-140>
51. Wu Z., Li J., Guo D., Guan Q., Li H. Two cinnamoyloctopamine antioxidants from garlic skin attenuates oxidative stress and liver pathology in rats with non-alcoholic steatohepatitis. *Phytomedicine*. 2015;(22):178–182. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2014.11.013>
52. Chen J., Huang G., Xiong H., Qin H., Zhang H., Sun Y., Dong X., Lei Y., Zhao Y., Zhao Z. Effects of Mixing Garlic Skin on Fermentation Quality, Microbial Community of High-Moisture *Pennisetum hybridum* Silage. *Front. Microbiol.* 2021;(12):770591. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.770591>
53. Kang M.S., Jang H.J., Kim J.M., Jo H.J., Park K.M., Chung Y.-H., Han D.-W. (2024). Evaluation of Anti-inflammatory Activity of Garlic Extracts in 3D Bioprinted Skin Equivalents. *Adv. NanoBiomed. Res.* 2024;(4):2400007. <https://doi.org/10.1002/anbr.202400007>
54. Singiri J.R., Swetha B., Ben-Natan A., Grafi G. What Worth the Garlic Peel. *Int. J. Mol. Sci.* 2022;23(4):2126. <https://doi.org/10.3390/ijms23042126>
55. Phan A.D.T., Netzel G., Netzel M.E., Sultanbawa Y. Phytochemical characteristics and antimicrobial activity of Australian grown garlic (*Allium sativum* L.) Cultivars. *Foods*. 2019;(8):358. <https://doi.org/10.3390/foods8090358>
56. Kallel F., Ellouz S.C. Biovalorization of Garlic Waste to Produce High Value-Added Products. In book: Roots, Tubers, and Bulb Crop Wastes: Management by Biorefinery Approaches. 2024. https://doi.org/10.1007/978-981-99-8266-0_14
57. Golubkina N., Skrypnik L., Logvinenko L., Zayachkovsky V., Smirnova A., Kriv-enkov L., Romanov V., Kharchenko V., Poluboyarinov P., Sekara A. The 'Edge Effect' Phenomenon in Plants: Morphological, Biochemical and Mineral Characteristics of Border Tissues. *Diversity*. 2023;(15):123. <https://doi.org/10.3390/d15010123>
58. Голубкина Н.А., Папазян Т.Т. Селен в питании. Растения, животные, человек М., Печатный город, 2006. 254 с. ISBN 5-98467-002-X. <https://www.elibrary.ru/qlmuhd> [Golubkina N.A., Papazian T.T. Selenium in nutrition. Plants, animals and human beings. Moscow, 2006. 254 p. ISBN 5-98467-002-X. <https://www.elibrary.ru/qlmuhd>]
59. Dong Y., Zhang J., Xie A., Yue X., Li M., Zhou Q. Garlic peel extract as an antioxidant inhibits triple-negative breast tumor growth and angiogenesis by inhibiting cyclooxygenase-2 expression. *Food Sci.Nutr.* 2024;(10):1010. <https://doi.org/10.1002/fsn3.4320>
60. Golubkina N., Kharchenko V., Moldovan A., Antoshkina M., Ushakova O., Şekara A., Stoleru V., Murariu O.C., Tallarita A.V., Sannino M., Caruso G. Effect of Selenium and Garlic Extract Treatments of Seed-Addressed Lettuce Plants on Biofortification Level, Seed Productivity and Mature Plant Yield and Quality. *Plants*. 2024;13(9):1190. <https://www.mdpi.com/2223-7747/13/9/1190#>
61. Strath H. EP 1609363A1 Use of garlic extract for systemic treatment of growing crops. 2005.06.01.
62. Golubkina N.A., Zayachkovsky V.A. Comparative evaluation of *Raphanus sativus* var. *lobo* defense efficiency against *Contarinia nasturtii* using foliar application of sodium selenate, ionic silicon form and garlic extract. *Vegetable crops of Russia*. 2024;(4):23-27. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-4-23-27> <https://elibrary.ru/hcunwb>
63. Ali M., Ahmad H., Hayat S., Chani M.I., Aim B., Atif M.J., Wali K., Cgeng A. Application of garlic allelochemicals improves growth and induces defense responses in eggplant (*Solanum melongena*) against *Verticillium dahliae*. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 2021;(215):112132. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2021.112132>
64. Hayat S., Ahmad H., Ali M., Ren K., Cheng Z. Aqueous garlic extract stimulates growth and antioxidant enzymes activity of tomato (*Solanum lycopersicum*). *Sci. Hort.* 2018;(240):139-146. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.06.011>
65. Blanchar A., Limache F. Les Stimulateurs des Defenses Naturelles des Plantes (SDN). 2005. Available online: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01857661/document>
66. Hardiansyah M.Y., Al Ridho A.F. Nurhidayat The Effect of Garlic (*Allium sativum*) Extract Pesticides in Repelling Rice Eating Bird Pests. *Indonesian J. Agric. Res.* 2020;3(3):145-152. <https://doi.org/10.32734/injar.v3i3.3947>
67. Golubkina N., Zayachkovsky V., Sheshnitsan S., Skrypnik L., Antoshkina M., Smirnova A., Fedotov M., Caruso G. Prospects of the Application of Garlic Extracts and Selenium and Silicon Compounds for Plant Protection against Herbivorous Pests: A Review. *Agriculture*. 2022;(12):64. <https://doi.org/10.3390/agriculture12010064>
68. Chang Y., Lee S.-H., Na J.H., Chang P.-S., Han J. Protection of Grain Products from *Sitophilus oryzae* (L.) Contamination by Anti-Insect Pest Repellent Sachet Containing Allyl Mercaptan Microcapsule. *J. Food Sci.* 2017;(82):2634–2642. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.13931>
69. Prowse G.M., Galloway T.S., Foggo A. Insecticidal activity of garlic juice in two dipteran pests. *Agric. For. Entomol.* 2006;8(1):1–6. <https://doi.org/10.1111/j.1461-9555.2006.00273.x>
70. Denloye A.A. Bioactivity of Powder and Extracts from Garlic, *Allium sativum* L. (*Alliaceae*) and Spring Onion, *Allium fistulosum* L. (*Alliaceae*) against *Callosobruchus maculatus* F. (*Coleoptera*: Bruchidae) on Cowpea, *Vigna unguiculata* (L.) Walp (*Leguminosae*) Seeds. *J. Entomol.* 2010;2010: 958348. <https://doi.org/10.1155/2010/958348>

Об авторах:

Надежда Александровна Голубкина – доктор с.-х. наук, главный научный сотрудник лабораторно-аналитического отдела, SPIN-код: 9284-3454, <https://orcid.org/0000-0003-1803-9168>, автор для переписки, segolubkina45@gmail.com

Виктор Илларионович Немтинов – доктор с.-х. наук, главный научный сотрудник, Отдел селекции и семеноводства овощных и бахчевых культур, SPIN-код: 1458-2218, <https://orcid.org/0000-0002-2020-200X>, nemtin2@mail.ru

Владимир Ильич Терешонок – кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник, лабораторно-аналитического отдела, SPIN-код: 4541-4139, tereshonok-74@inbox.ru

About the Authors:

Nadezhda A. Golubkina – Dr. Sci. (Agriculture), Head Researcher of Laboratory-Analytical Department, SPIN-code: 9284-3454, <https://orcid.org/0000-0003-1803-9168>, Correspondence Author, segolubkina45@gmail.com

Viktor I. Nemtinov – Dr. Sci. (Agriculture), Head Researcher of Department of selection and seed production of vegetable and melon crops, SPIN-code: 1458-2218, <https://orcid.org/0000-0002-2020-200X>, nemtin2@mail.ru

Vladimir I. Tereshonok – Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher of Laboratory-Analytical Department, SPIN-code: 4541-4139, tereshonok-74@inbox.ru