

БЕЗОПАСНА ЛИ ЕДА ИЗ НАСЕКОМЫХ?

(краткое сообщение)

Д.В.Иванов – доктор медицинских наук

Институт биомедицинских исследований — филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального научного центра «Владикавказский научный центр Российской академии наук»,

e-mail: doctor_ivanov@inbox.ru

Аннотация: В сентябре 2022 года глава Минпромторга заявляет, что государству необходимо развивать производство продуктов из растительного белка, а потребителям нужно менять "ментальность" по отношению к ним. Распоряжением председателя правительства в октябре 2023 года в перечень сельскохозяйственной продукции вносятся изменения, которые включают производство, первичную и последующую переработку мухи чёрная львинка. Принимая во внимание, что из данного насекомого предполагается делать муку тонкого и грубого помола, шпоре, а также получать жир, то соответственно в ближайшее время данные ингредиенты попадут в продуктовую линейку питания в России. При этом некоторыми учёными озвучиваются ложные постулаты о росте числа населения планеты и соответственно нехватке питания. Обращается внимание, что муха чёрная львинка (*Hermetia Illucens*), содержит в своём составе большое количество белка (до 50 масс.%) и жира (30-50 масс.%). По утверждениям, и ведущимся разработкам, нескольких групп исследователей утверждается, что жир личинок чёрная львинка может использоваться в качестве корма для животных, а также в химической, пищевой и фармацевтической отраслях. Начинается внушаться населению, что феномен энтомофагии это нормальное явление и потенциальное решение проблемы нехватки продовольствия в мире. Однако абсолютно игнорируются драматически важные вопросы, такие как развитие аллергических реакций, содержание патогенных микроорганизмов и вредных веществ в составе пищи из биомассы насекомых. Не имеется научных исследований на тему принятия, переносимости и

отдалённых результатов по применению ингредиентов из насекомых на организм человека и эффекты для популяции в России. В настоящее время введение в пищевой рацион продуктов, полученных на основании и/или с использованием компонентов мухи чёрной львинки является необоснованным, непроверенным и более того имеющим высокий потенциал нанесения вреда для здоровья и жизни массовому потребителю.

Ключевые слова: муха чёрная львинка, пищевой рацион, демография, здоровье населения

IS INSECT FOOD SAFE?

(short publication)

D.V.Ivanov – Doctor of Medical Sciences

Institute of Biomedical Investigations – the Affiliate of Vladikavkaz Scientific Centre of Russian Academy of Sciences, e-mail: doctor_ivanov@inbox.ru

Abstract: In September 2022, the head of the Ministry of Industry and Trade stated that the Russia needs to develop the production of vegetable protein products, and consumers need to change their “mentality” towards them. By order of the Prime Minister in October 2023, changes are made to the list of agricultural products, which include the production, primary and subsequent processing of the *Hermetia Illucens*. Taking into account that it is intended to make fine and coarse flour, puree, and also obtain fat from this insect, then, accordingly, in the near future these ingredients will be included in the food product line in Russia. At the same time, some scientists said false postulates about the growth of the planet's population and, accordingly, a lack of nutrition. Attention is focused on the things that the *Hermetia illucens* contains a large amount of protein (up to 50 wt.%) and fat (30-50 wt.%). According to claims and ongoing science issue by several groups of researchers, the oil from *Hermetia Illucens* larvae can be used as animal feed, as well as in the chemical, food and pharmaceutical industries. The population is being persuaded that the phenomenon of entomophagy is a normal phenomenon and a potential solution to the problem of food shortages in the world. However, dramatically important issues are completely ignored, such as the appearance of allergic reactions, the content of pathogenic microorganisms and

harmful substances in the composition of food from insect biomass. There are no scientific studies on the acceptance, tolerability and long-term results of the use of insect ingredients on the human body and the effects on the population in Russia. Currently, the introduction into the diet of products obtained on the basis and/or using components of the *Hermetia illucens* is unfounded, untested and, moreover, has a high potential for harm to the health and life of the mass consumer.

Keywords: *Hermetia Illucens*, dietary intake, demography, public health,

Введение. В сентябре 2022 года на сессии выставки Innofood, которая проходила в Сочи, глава Минпромторга перед камерами заявил, что государству необходимо развивать производство продуктов из растительного белка, а потребителям нужно менять «ментальность» по отношению к ним. В своей речи он с удивлением отметил, что в мире используется белок из личинки чёрной мухи. Предложил поработать с ментальностью всем присутствующим, чтобы чёрная львинка могла зайти [29]. Вероятнее всего он опирался на бравурные заявления, которые звучат из уст некоторых учёных, что насекомые являются одним из перспективных потенциальных источников сырья для кормовой отрасли в животноводстве. Наиболее распространённым видом насекомых, подходящим для этой цели, является муха чёрная львинка (*Hermetia Illucens*), которая содержит в своём составе большое количество белка (до 50 масс.%) и жира (30-50 масс.%). Жир личинок чёрная львинка может использоваться в качестве корма для животных, а также в химической, пищевой и фармацевтической отраслях [7]. В октябре 2023 года выходит Распоряжение, подписанное председателем правительства России, об утверждении изменений, вносимых в перечень сельскохозяйственной продукции и производства, которую осуществляют сельскохозяйственные товаропроизводители. Данный документ полностью посвящён продукции и производным из мухи чёрной львинки [28]. Эти заявления высокопоставленных чиновников, а также появившиеся тренды в научно-исследовательской деятельности подтолкнули к проведению исследования.

Цель работы: провести анализ опубликованных работ по результатам использования мухи чёрная львинка в пищевом рационе человека.

Материалы и методы. Проведён анализ доступной медицинской литературы в поисковых базах *e-library*, *киберленинка*, *PubMed* и др.. Ключевыми словами в выборке научных статей были: «муха чёрная львинка», «*Hermetia Illucens*».

Обсуждение результатов. На момент подготовки и написания данной статьи, при введении в поисковой строке научной электронной библиотеки (*e-library*) слов «муха чёрная львинка» появляется 132 работы. При введении словосочетания «*Hermetia Illucens*» в зарубежной базе медицинских данных (*PubMed*) появляется ссылка на 821 источник. Взрывной рост публикаций с 2015 года. В российской научной базе работы начинают датироваться с 2005 года. Они единичные и посвящены описательной части насекомых и среде обитания. Резкое увеличение количества работ отмечено с 2016 года, когда начали появляться вбросы о перспективах развития белкового питания из насекомых в России [2]. Найдено 7 патентов, большинство из которых закрепляют способы увеличения количества мухи. Научные исследования в большинстве своём посвящены использованию мухи и её производных в комбикормах для индустриальной аквакультуры и животноводства [3,15]. Даже на данном этапе появились сведения о том, что мухи чёрной львинки без проблем накапливают тяжёлые металлы [12]. А это говорит о том, что тяжёлые металлы будут также с лёгкостью попадать в организм того, кто использует их в пищу. Однако не было найдено ни одного источника с клиническими исследованиями по использованию мухи чёрной львинки и производных из неё в пищевом рационе человека. Таким образом получается, что продукты из данного насекомого или продукты содержащие в своей основе компоненты из мухи чёрной львинки не могут использоваться в пищевом рационе человека в России. В противном случае это будет явное нарушение федеральных законов России [7,8].

Основным постулатом для оправдания введения в пищевой рацион насекомых, и в частности мух, служит якобы прогнозируемый рост населения

мира. Однако это откровенно ложные заявления, так как во всём мире, с 2020 года наиболее отчётливо, идёт снижение численности населения [10,11]. Россия в данном случае, к большому сожалению, не является исключением [30]. Основываясь на ошибочных (ложных) посылах заявляется, что необходимо увеличение производства продуктов питания в устойчивом коммерческом масштабе, поиск альтернативных источников белка и переход к новым стратегиям пищевого поведения [16]. И уже начинается последовательно внушаться, что феномен энтомофагии это нормальное явление и потенциальное решение проблемы нехватки продовольствия в мире. Даже начинают выискивать биомедицинские, экологические, социокультурные, эволюционные и экономические особенности [4]. Для России утверждение о нехватке питания из-за роста населения, недостаточном количестве посевных и пастбищных земель являются в корне неверными и ведут к ненужным затратам научных и временных параметров, отвлекая от решения насущных вопросов. При этом абсолютно игнорируются драматически важные вопросы. Назовём лишь некоторые из них: развитие аллергических реакций, содержание патогенных микроорганизмов и вредных веществ в составе пищи из биомассы насекомых.

Начнём с наглядного примера с которым сталкивался практически каждый путешественник. Кратковременное изменение пищевого и питьевого рациона у человека, находящегося вне привычной среды проживания, приводит к диарее путешественника. Определённые штаммы *E.coli* (*Enteroinvasive* и *Enterotoxigenic*) играют ведущую роль в этиологии диареи путешественников. Ежегодно регистрируется не менее 200 млн. случаев диареи, связанной с энтеротоксигенной (*Enterotoxigenic*) *E.coli*, с летальностью от 50 до 90 тыс. случаев в год [33]. Самый высокий риск развития диареи путешественника (от 20 до 90%) регистрируется у людей, посещающих страны Ближнего Востока, Южной и Юго-Восточной Азии, Центральной и Южной Америки, Африки [5]. То есть именно в тех странах, где иногда в пищу употребляют насекомых.

Необходимо коротко рассмотреть те вещества, которые присутствуют у насекомых. Начнём с зооэкистероидов. В организме насекомых экистероидам

принадлежит исключительно важная роль на всех стадиях развития (линьки, метаморфоза, воспроизводства и диапаузы). Они необходимы для инициации превращений, происходящих в ходе развития личинки до куколки, и затем до взрослого насекомого. Ни в одном из видов млекопитающих образование экистероидов до сих пор не описано. Важно обратить внимание на механизмы действия экистероидов в организме млекопитающих. Остановимся только на одном, представляющем весьма важный аспект. Это взаимодействие экистероидов с определёнными мембранными рецепторами, которые активируют механизмы трансдукции. Возможным посредником, участвующим в реализации эффектов экистероидов может быть протеинкиназа В (*Akt*). Геном человека содержит семейство генов *Akt1*, *Akt2*, *Akt3*, которые кодируют синтез протеинкиназы В. *Akt1* (протеинкиназа В1) ингибирует процессы апоптоза (запрограммированной смерти клеток), принимая участие в клеточных циклах. Поскольку продукт гена *Akt1* блокирует апоптоз и обеспечивает выживание клетки, *Akt1* является одним из главных факторов в развитие многих видов рака [18]. Принимая во внимание, что экистероны блокируют апоптоз и в большом количестве находятся в насекомых, то появляется выраженная настороженность в отношении стимулирования бластных трансформаций в кишечном эпителии у детей. Как отзовется систематический приём продуктов, приготовленных из насекомых, на детях и подростках не исследовано.

По мимо экистеронов в структуре тканей насекомых содержится хитозан. Получена и изучена структура хитозана из личинок *H.illucens* спектроскопическими методами, а также исследована антиоксидантная активность его гидролизата, приготовленного с использованием хитозаназы. Полученный хитозан составлял 85,7% и имел молекулярную массу 680 кДа [31]. Недавние исследования были сосредоточены на проверке антимикробных свойств хитозана, полученного из *H.illucens*. Были протестировали антимикробные свойства различных вариантов хитозана из личинок, а также остатков, выращенных насекомых, т.е. выделений и мёртвых мух на штамм *E. coli*. Все варианты хитозана проявляли ингибирующие эффекты в отношении

роста *E. coli*. Была определена минимальная ингибирующая концентрация, которая варьировалась от 0,15 до 0,3 мг/мл⁻¹ в зависимости от происхождения хитозана [27,19.].

Стоит напомнить, что кишечная палочка - *Escherichia coli* (*E.coli*) относится к типичным представителям семейства *Enterobacteriaceae*, являясь грамотрицательной бактерией, факультативным анаэробом в составе нормальной кишечной микрофлоры человека. *E.coli* является важным компонентом микробиоты и заселяет кишечник человека в течение 1-го года жизни [1]. Складывающийся гомеостаз в кишечнике между микроорганизмами позволяет человеку жить без патологий. При нарушении различными факторами установленного баланса возникает дисбаланс сопровождающийся снижением разнообразия и сменой занимаемых экологических ниш бактериями, вызывая различные патологические процессы в кишечнике [14].

Хитин является структурным компонентом грибов, ракообразных, насекомых и паразитических нематод, но полностью отсутствует у млекопитающих. Семейство хитиназ млекопитающих включает представителей как с ферментативной активностью гликогидролазы в отношении хитина, полимера N-ацетилглюкозамина, так и без неё. Воздействие антигенов, содержащих хитин или хитиноподобные структуры, иногда вызывает сильные реакции Т-хелперов первого типа у млекопитающих, что может быть связано с индукцией хитиназ млекопитающих. Хитиназа-3-подобный белок 1 (*CHI3L1*), представитель семейства хитиназ млекопитающих, индуцируется специфически во время воспаления при таких заболеваниях, как воспалительные заболевания кишечника, гепатит и астма. Кроме того, *CHI3L1* экспрессируется и секретируется несколькими типами солидных опухолей, включая глиобластому, рак толстой кишки, рак молочной железы и злокачественную меланому. Хотя точная функция *CHI3L1* при воспалении и раке все ещё в значительной степени неизвестна, *CHI3L1* играет ключевую роль в обострении воспалительных процессов и в стимулировании ангиогенеза и ремоделирования внеклеточного матрикса. *CHI3L1* может быть в значительной степени вовлечена в хроническое

воспаление, которое потенцирует развитие эпителиального онкогенеза, предположительно, путём активации митоген-активируемой протеинкиназы и сигнальных путей протеинкиназы В [25].

Несмотря на отсутствие эндогенного синтеза хитина, геномы млекопитающих кодируют две ферментативно активные истинные хитиназы (хитотриозидазу и кислую хитиназу млекопитающих) и различное количество хитиназоподобных белков (*CLPs*), которые не обладают ферментативной активностью, но связывают хитин. Хитиназы и *CLPs* являются важными компонентами иммунного ответа второго типа, опосредованного респираторными заболеваниями. Однако, несмотря на обширные исследования их роли в аллергических заболеваниях дыхательных путей, до сих пор нет единого мнения о том, являются ли они простыми биомаркерами заболевания или реальными факторами, вызывающими его. Функции, приписываемые хитиназам и *CLPs*, включают, но не ограничиваются защитой хозяина от хитинсодержащих патогенов, непосредственным развитием воспаления, а также модулированием ремоделирования тканей и фиброза [24].

В организме человека существует ряд хитиназоподобных белков, которые в результате мутаций утратили свою ферментативную активность, но продолжают связываться с хитиновым субстратом. Они получили название хитиновых лектинов. Хитиназы и хитиновые лектины также вовлечены во всё большее число патологий человека, особенно желудочно-кишечного тракта, включая инфекции, рак толстой кишки, воспалительные заболевания кишечника и ряд других иммуноассоциированных расстройств [36].

Хитиназа-3-подобный белок 1 (*CHI3L1/YKL-40*) давно известен как биомаркер для раннего выявления нейровоспаления и диагностики болезни Альцгеймера (БА). В мозге *CHI3L1* вырабатывается в основном астроцитами и является предвестником реактивного, нейротоксического состояния, вызванного воспалением и другими стрессовыми сигналами. Однако как *CHI3L1* действует при нейровоспалении или как он способствует развитию БА и соответствующих нейродегенеративных состояний, остается неизвестным. В периферических

тканях обнаружили, что *CHI3L1* является главным регулятором широкого спектра событий, связанных с повреждением и восстановлением, включая путь врожденного иммунитета, который напоминает процесс нейровоспаления, регулируемый микроглией и астроцитами. Основываясь на оценке текущих знаний о биологии *CHI3L1*, предполагается, что *CHI3L1* функционирует как сигнальная молекула, опосредующая различные нейровоспалительные реакции в клетках мозга, и его неправильное функционирование приводит к ускорению нейродегенерации [23]. Кроме того, провоспалительное действие *CHI3L1* может быть опосредовано через реакцию на различные провоспалительные цитокины, включая фактор некроза опухоли- α , интерлейкин- 1β , интерлейкин-6 и интерферон- γ . Таким образом, *CHI3L1* может способствовать развитию широкого спектра воспалительных заболеваний. [35].

Доказано, что хитин увеличивается и накапливается в головном мозге пациентов с болезнью Альцгеймера, обеспечивая каркас для отложения амилоида- β [32].

Проведено исследование, посвящённое безопасности с точки зрения микробиологии, содержания тяжёлых металлов и аллергенов при использовании личинок *H. illucens* в качестве пищи непосредственно для человека. Протестировано три различных пищевых субстрата, на которых выращивались личинки: рацион на основе бройлеров, пивное зерно и крупяные хлопья. Также были протестированы два метода уничтожения личинок, а именно замораживание и бланширование. Самые низкие концентрации бактерий *B. cereus* и *E. coli* были зафиксированы в бланшированных личинках, выращенных на кормах для бройлеров; бланшированные личинки также имели самое низкое содержание элементов. В личинках, убитых замораживанием, концентрация микробов была на том же уровне, что и в корме, независимо от варианта. Однако в личинках, убитых бланшированием, содержание аллергенов было выше, чем при замораживании. Этими аллергенами были тропомиозин и аргининкиназа, которые также характерны для ракообразных. Кормление личинок не влияло на содержание аллергенов, только на содержание тяжёлых металлов [21,22].

Anankware и соавт. протестировали пищевую массу, полученную из *H. illucens*, и обнаружили, что она характеризуется содержанием сырого жира 18,03% сухой массы, что в 2,27 раза ниже по сравнению с говядиной. Содержание сырого протеина составило 44,82%, что в 1,23 раза меньше, чем в говядине. Содержание нейтральной детергентной клетчатки и кислой детергентной клетчатки составило 39,94% и 15,57%, соответственно. Содержание насыщенных жирных кислот, мононенасыщенных жирных кислот и полиненасыщенных жирных кислот составило 61,36%, 26,36% и 9,18% соответственно. Слишком высокий уровень насыщенных жирных кислот влияет на кровяное давление и может привести к сердечно-сосудистым заболеваниям. Следовательно, необходимы дополнительные исследования относительно безопасного использования *H.illucens* для потребления человеком [20]. Для сравнения, содержание насыщенных жирных кислот в говядине составляет около 36,7–46,3% от общего количества жирных кислот [34]. Таким образом доказано, что мясо говядины полезней для человека в пищевом рационе, чем пищевая масса из мух и их производных.

Zozo и соавт. сообщили о содержании 45,82% белка и 25,78% жира в муке *H.illucens*. Кроме того, они обнаружили, что процесс обезжиривания муки с использованием смеси гексан:изопропанол (3:2 v:v) увеличил содержание белка в ней в 1,2 раза, в то время как содержание жира снизилось в 5,3 раза. Процесс обезжиривания также повлиял на минеральный состав муки; это привело к увеличению содержания Fe, Mg, Mn, K, Zn. Содержание Mg, Mn, Zn в обезжиренной муке было выше рекомендуемой суточной нормы. Эти авторы подтверждают необходимость дальнейшего исследования усвояемости белка [37]. То есть вопросы с усваиваемостью человеком белка из мух чёрной львинки не исследованы.

Не исключено, что со стороны оппонентов прозвучат высказывания, что автор бесконечно далёк от данной темы, так как путается в понятийном аппарате, не знаком с действующим законодательством, использует нерелевантные источники литературы. Как пример, Распоряжение Правительства [28] якобы

никоим образом не выводит насекомых на продовольственный рынок, поскольку в ЕАЭС требования к пищевой продукции и продовольственному сырью регламентированы Техническими регламентами Таможенного союза (ТР ТС 015/2011, 021/2011, 022/2011 и др.). А в соответствии с ТР ТС 021/2011 насекомые являются продукцией нового вида, подлежащей государственной регистрации на основании данных о её безопасности. То есть пока государственные органы не утвердили те или иные продукты беспокоиться не стоит, так как это не коснётся неопределённого круга лиц. Однако в данных тезисах оппонентов приходится сильно сомневаться. И сомнения не беспочвенны, так как уже активно рекламируются пищевые производства и тема широко дискутируется в СМИ. К тому же есть опыт последних нескольких лет, когда с 2020 года начали активно на всех уровнях рассказывать о безопасности «вакцин» не прошедших полный цикл исследований. Более того появилось достаточное количество данных полностью опровергающих безопасность «вакцин» от новой коронавирусной инфекции [9,11,26].

Не имеется научных исследований на тему принятия, переносимости и отдалённых результатов по применению ингредиентов из насекомых на организм человека и эффекты для популяции в России. Необходимо снова возвращаться к вопросам нравственности научных исследований, а также причин возникновения вспышек различных заболеваний [10]. Уже сейчас, при относительно поверхностном анализе опубликованных исследований обнаруживается, что будет нанесён вред здоровью нации. А это относится к вопросам национальной безопасности и должно рассматриваться компетентными органами.

Выводы: 1. Проведённый анализ доступных данных в отношении использования продуктов для питания населения России, полученных из мухи чёрная львинка, показал большое количество вопросов, которые чрезвычайно далеки от своего разрешения.

2. В настоящее время введение в пищевой рацион продуктов, полученных на основании и/или с использованием компонентов мухи чёрной львинки

является необоснованным, непроверенным и более того имеющим высокий потенциал нанесения вреда для здоровья и жизни массовому потребителю.

Литература.

1. Бельский В.В., Московцева А.И. Колонизация *Escherichia coli* кишечника и частота выявления плазмидных факторов множественной лекарственной устойчивости и колициногенности у детей на протяжении первого года жизни. // Педиатрия. Журнал им. Г.Н. Сперанского. 2007. Т.86. №1. С.20–24.

2. Болотин И.А., Самойлова Л.В., Гаврилова М.А. Перспективы развития белкового питания из насекомых в России // Актуальные проблемы и тенденции развития современной экономики: материалы международной научно-практической конференции, Самара, 13–14 декабря 2016 года. – Самара: Самарский государственный технический университет, 2016. – С. 326-330. – EDN YOYJPB.

3. Волошин Г.А., Акимов Е.Б., Артемов Р.В., Гершунская В.В. Состояние и перспективы развития рынка комбикормов для индустриальной аквакультуры в Российской Федерации // Труды ВНИРО. – 2022. – Т. 190. – С. 163-169. – DOI 10.36038/2307-3497-2022-190-163-169. – EDN ZDVXMI.

4. Волчкова Д.С., Михалёв Е.В. Получение личинок мухи чёрная львинка и их использование как кормовой добавки для сельскохозяйственных животных и птицы // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства : Материалы международной научно-практической конференции, Йошкар-Ола, 16–17 марта 2022 года. Том Выпуск XXIV. – ЙОШКАР-ОЛА: Марийский государственный университет, 2022. – С. 300-305. – EDN LQLBRZ.

5. Еровиченков А. А., Пшеничная Н. Ю., Ишмухаметов А. А. и др. Диарея путешественников: решенные и нерешенные вопросы. Эпидемиология и Вакцинопрофилактика. 2021. Т. 20. №3. С.118–128. <https://doi:10.31631/2073-3046-2021-20-3-118-128>.

6. Москвин П.А., Орлова И.В. Доступность ресурсов современного белкового сырья // Потребительский рынок: качество и безопасность товаров и услуг : Материалы X Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию Орловского государственного университета им. И.С. Тургенева, Орёл, 21–22 ноября 2019 года / Под редакцией О.В. Евдокимовой, Т.Н. Лазаревой. – Орёл: Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева, 2019. – С. 403-406. – EDN EEARHY.

7. Новикова М.В., Костин А.А., Рябухин Д.С. Химическое рафинирование жира личинок мухи Чёрная львинка (*Hermetia Illucens*) - перспективного компонента кормов // Все о мясе. – 2022. – № 4. – С. 58-61. – DOI 10.21323/2071-2499-2022-4-58-61. – EDN GEJXN.

8. Постановление Правительства РФ от 21 декабря 2000 г. N 987 "О государственном надзоре и контроле в области обеспечения качества и безопасности пищевых продуктов" (с изменениями и дополнениями)

9. Проскурнина Е.В., Иванов Д.В., Редько А.А. Осложнения после вакцинации препаратами против SARS-CoV-2: обзор зарубежной литературы // Вестник Санкт-Петербургского университета. Медицина. 2023. Т. 18. Вып. 2. С. 112–140. <https://doi.org/10.21638/spbu11.2023.202>

10. Редько А.А., Иванов Д.В. К вопросу о вспышках инфекционных заболеваний // Общество. Среда. Развитие. - 2023, № 2. - С. 56-64. - DOI 10.53115/19975996_2023_02_056-064

11. Редько А.А., Иванов Д.В. О механизме действия современных иммунобиологических препаратов (научный обзор литературы) // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2023. №1. Публикация 3-8. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2023-1/3-8.pdf> (дата обращения: 09.02.2023). DOI: 10.24412/2075-4094- 2023-1-3-8. EDN IPAMUZ*

12. Рудакова Е.К. Демографические процессы в Европе: динамика и причины депопуляции. // Власть. – 2020. – №4. – С.227–234.

13. Рябухин Д.С., Лоскутов С.И., Вострикова Н.Л. Накопление тяжёлых металлов личинками мухи Чёрная львинка (*Hermetia illucens*) // Все о мясе. –

2022. – № 5. – С. 58-61. – DOI 10.21323/2071-2499-2022-5-58-61. – EDN PDWCAE.

14. Синягина М.Н., Лайков А.В., Маркелова М.И., Булыгина Е.А., Хуснутдинова Д.Р., Абдулхаков С.Р., Григорьева Т.В. Физиолого-биохимическая и генетическая характеристика конкурентных свойств штаммов *Escherichia coli* в кишечной микрофлоре пациентов с болезнью Крона и здоровых добровольцев. // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии. 2022. Т.99. №6. С.669–681. DOI: <https://doi.org/10.36233/0372-9311-192>

15. Федеральный закон "О внесении изменений в Федеральный закон "О качестве и безопасности пищевых продуктов" и статью 37 Федерального закона "Об образовании в Российской Федерации" от 01.03.2020 N 47-ФЗ

16. Шевченко Н.И., Гусева Ю.А., Длусская Ю.С. Перспективы использования личинок чёрной львинкой (*Hermetia illucens*) в качестве белка в рационах сельскохозяйственных животных // ИННОВАЦИОННАЯ ТРАЕКТОРИЯ РАЗВИТИЯ современной науки : сборник статей Международной научно-практической конференции, Петрозаводск, 12 декабря 2022 года. – Петрозаводск: Международный центр научного партнерства «Новая Наука» (ИП Ивановская И.И.), 2022. – С. 192-201. – EDN PJDDQW.

17. Широлапов И.В., Маслова О.А., Барашкина К.М., Комарова Ю.С., Пятин В.Ф. Энтомофагия как альтернативный источник белка и новая пищевая стратегия // Казанский медицинский журнал. – 2023. – Т. 104, № 5. – С. 733-740. – DOI 10.17816/KMJ123526. – EDN FOYULU.

18. Щулькин А.В., Якушева Е.Н., Давыдов В.В., Дармограй В.Н. Современные представления о фармакодинамике экдистеронов // Российский медико-биологический вестник имени академика И.П.Павлова. – 2012. – №4. – С.164-169.

19. Alghuthaymi M.A. Antibacterial action of insect chitosan/gum arabic nanocomposites encapsulating eugenol and selenium nanoparticles. // J. King Saud Univ.—Sci. 2022. P. 34.

20. Anankware J.P.; Roberts B.J.; Cheseto X.; Osuga I.; Savolainen V.; Collins C.M. The nutritional profiles of five important edible insect species from west Africa—An analytical and literature synthesis. // *Front. Nutr.* 2021. T.8. P.792941.
21. Bessa, L.W.; Pieterse, E.; Marais, J.; Hoffman, L.C. Why for feed and not for human consumption? The black soldier fly larvae. // *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* 2020. T.19. P. 2747–2763.
22. Bessa, L.W.; Pieterse, E.; Marais, J.; Dhanani, K.; Hoffman, L.C. Food safety of consuming black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae: Microbial, heavy metal and cross-reactive allergen risks. *Foods* 2021, 10, 1934.
23. Connolly K., Lehoux M., O'Rourke R., Assetta B., Erdemir G.A., Elias J.A., Lee C.G., Huang Y.A. Potential role of chitinase-3-like protein 1 (CHI3L1/YKL-40) in neurodegeneration and Alzheimer's disease. // *Alzheimers Dement.* 2023. V.19. №1: P. 9-24. doi: 10.1002/alz.12612. Epub 2022 Mar 2. PMID: 35234337; PMCID: PMC9437141
24. Declercq J., Hammad H., Lambrecht B.N., Smole U. Chitinases and chitinase-like proteins in asthma. // *Semin Immunol.* 2023. T.67. P:101759. doi: 10.1016/j.smim.2023.101759. Epub 2023 Apr 7. PMID: 37031560
25. Eurich K., Segawa M., Toei-Shimizu S., Mizoguchi E. Potential role of chitinase 3-like-1 in inflammation-associated carcinogenic changes of epithelial cells. // *World J Gastroenterol.* 2009. V.15. №42. P.5249-5259. doi: 10.3748/wjg.15.5249. PMID: 19908331; PMCID: PMC2776850
26. Faksova K., Walsh D., Jiang Y., Griffin J., Phillips A., Gentile A., Kwong J.C, Macartney K., Naus M., Grange Z., Escolano S., Sepulveda G., Shetty A., Pillsbury A., Sullivan C., Naveed Z., Janjua N.Z., Giglio N., Perälä J., Nasreen S., Gidding H., Hovi P., Vo T., Cui F., Deng L., Cullen L., Artama M., Weintraub E., Lu H., Clothier H.J., Batty K., Paynter J., Petousis-Harris H., Buttery J., Black S., Hviid A. COVID-19 vaccines and adverse events of special interest: A multinational Global Vaccine Data Network (GVDN) cohort study of 99 million vaccinated individuals. // *Vaccine.* 2024. Feb 12:S0264-410X(24)00127-0. doi: 10.1016/j.vaccine.2024.01.100. Epub ahead of print. PMID: 38350768.

27. Guarnieri, A.; Triunfo, M.; Scieuzo, C.; Ianniciello, D.; Tafi, E.; Hahn, T.; Zibek, S.; Salvia, R.; De Bonis, A.; Falabella, P. Antimicrobial properties of chitosan from different developmental stages of the bioconverter insect *Hermetia illucens*. *Sci. Rep.* 2022, 12, 1–12.
28. <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202310110024?index=2>
29. <https://rg.ru/2022/09/19/manturov-prizval-meniati-mentalnost-i-ocenit-miaso-iz-lichinok-muhi.html>
30. https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/EDN_08-2023.htm
31. Lee Y.H.; Kim S.C.; Nam K.D.; Kim T.H.; Jung B.O.; Park Y.I.; Synytsya A.; Park J.K. Chitosan isolated from black soldier flies *Hermetia illucens*: Structure and enzymatic hydrolysis. // *Process Biochem.* 2022. T.118. P.171–181.
32. Lomiguen C., Vidal L., Kozlowski P., Prancan A., Stern R. Possible Role of Chitin-Like Proteins in the Etiology of Alzheimer's Disease. // *J Alzheimers Dis.* 2018. T.66. №2. P.439-444. doi: 10.3233/JAD-180326. PMID: 30282354.
33. Pires S.M., Fischer-Walker C.L., Lanata C.F., et al. Aetiology-Specific Estimates of the Global and Regional Incidence and Mortality of Diarrhoeal Diseases Commonly Transmitted through Food. // *PLoS One.* 2015. T.10(12). e0142927. doi:10.1371/journal.pone.0142927.
34. Raes K.; Balcaen A.; Dirinck P.; De Winne A.; Claeys E.; Demeyer D.; De Smet S. Meat quality, fatty acid composition and flavour analysis in belgian retail beef. // *Meat Sci.* 2003. T.65. P.1237–1246.
35. Yu J.E., Yeo I.J., Han S.B., Yun J., Kim B., Yong Y.J., Lim Y.S., Kim T.H., Son D.J., Hong J.T. Significance of chitinase-3-like protein 1 in the pathogenesis of inflammatory diseases and cancer. // *Exp Mol Med.* 2024. V.56. №1. P. 1-18. doi: 10.1038/s12276-023-01131-9. Epub 2024 Jan 4. PMID: 38177294; PMCID: PMC10834487
36. Ziatabar S., Zepf J., Rich S., Danielson B.T., Bollyky P.I., Stern R. Chitin, chitinases, and chitin lectins: Emerging roles in human pathophysiology. // *Pathophysiology.* 2018. V.25. № 4. P.253-262. doi: 10.1016/j.pathophys.2018.02.005. Epub 2018 Mar 6. PMID: 30266339

37. Zozo B.; Wicht M.M.; Mshayisa V.V.; van Wyk J. The nutritional quality and structural analysis of black soldier fly larvae flour before and after defatting. // *Insects* 2022. Т.13. Р.168.

Сведения об авторах: 1. Иванов Денис Викторович, доктор медицинских наук, Институт биомедицинских исследований — филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального научного центра «Владикавказский научный центр Российской академии наук», e-mail: doctor_ivanov@inbox.ru