

DOI: <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2022-5-2-139-144>

Поступила 23.11.2021

Поступила после рецензирования 01.06.2022

Принята в печать 10.06.2022

© Закладной Г. А., Яицких А. В., Степаненко Д. С., 2022



<https://www.fsjour.com/jour>

Научная статья

Open access

ФОРМИРОВАНИЕ В ЗЕРНЕ МОЧЕВОЙ КИСЛОТЫ, ПРОДУЦИРУЕМОЙ ЗЕРНОВЫМ ТОЧИЛЬЩИКОМ *RHIZOPERTHA DOMINICA* (F.)

Закладной Г. А.*, Яицких А. В., Степаненко Д. С.

Всероссийский научно-исследовательский институт зерна и продуктов его переработки, Москва, Россия

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

зерно, зерновой точильщик, мочево́вая кислота, безопасность

АННОТАЦИЯ

Это исследование описывает особенности образования в зерновой массе мочево́вой кислоты, выделяемой зерновым точильщиком *Rhizopertha dominica* F. в процессе его жизнедеятельности. Загрязнение зерна насекомыми делает его ядовитым. Традиционное определение загрязненности зерна по количеству насекомых в межзерновом пространстве в ряде случаев, например, после сепарирования зерна, дает ложную картину его фактической опасности для питания людей, что является возможностью для вывода на рынок фальсифицированной зерновой продукции. Это приводит к поставкам населению некачественной первичной продукции, которая в последующем снижает качество вырабатываемых из такого зерна пищевых продуктов. В процессе жизнедеятельности насекомые загрязняют мочево́вой кислотой зерно, анализ которой предлагается в качестве альтернативы традиционному методу. Настоящее исследование посвящено установлению количественной зависимости формирования мочево́вой кислоты в зерне пшеницы от численности *Rh. dominica*. Показано, что формирование мочево́вой кислоты в зерне этим вредителем обусловлено характером его питания с образованием большого количества экскрементов в виде мелкой сероватой пыли с характерным запахом, которую принято называть «мучель». Экспериментально установлено, что в мучели сосредоточена основная часть мочево́вой кислоты, выделяемой вредителем. В зерне без мучели находится незначительное количество мочево́вой кислоты, однако оно тесно связано с плотностью загрязненности его имаго *Rh. dominica*. Поскольку перед помолом зерно на мукомольных заводах подвергается тщательной очистке, в процессе которой наравне с другим сором удаляется и мучель, рекомендовано перед определением мочево́вой кислоты в зерне, зараженном *Rh. dominica*, отсеивать из него мучель.

ФИНАНСИРОВАНИЕ: Статья подготовлена в рамках выполнения исследований по государственному заданию № 0586/2019–0001 Федерального научного центра пищевых систем им. В. М. Горбатова Российской академии наук.

Received 23.11.2021

Accepted in revised 01.06.2022

Accepted for publication 10.06.2022

© Zakladnoy G. A., Yaitskikh A. V., Stepanenko D. S., 2022

Available online at <https://www.fsjour.com/jour>

Original scientific article

Open access

FORMATION OF URIC ACID IN GRAIN PRODUCED BY *RHYZOPERTHA DOMINICA* (F.)

Gennady A. Zakladnoy*, Artem V. Yaitskikh, Dmitry S. Stepanenko

All-Russian Scientific and Research Institute for Grain and Products of its Processing, Moscow, Russia

KEY WORDS:

grain, *Rhizopertha dominica*, uric acid, safety

ABSTRACT

The study describes the peculiarities of the development of uric acid produced by lesser grain borers *Rhizopertha dominica* during their vital activities in the grain mass. Pollution of grain by insects makes it poisonous. The conventional determination of grain pollution by the number of insects in the intergrain space in several cases (for example, after grain separation) gives a false picture of its actual hazard for human nutrition, which is a possibility for introduction of falsified grain products to the market. This leads to provision of the population with low-quality primary products, which, subsequently, reduces the quality of foods produced from such grain. During their vital activities, insects pollute grain with uric acid, which analysis is proposed as an alternative to the conventional method. The present study is devoted to the determination of the quantitative dependence of uric acid formation in wheat grain on the number of *Rhizopertha dominica*. It is shown that uric acid formation in grain by this pest is conditioned by the character of its nutrition with the development of a large amount of excrements in a form of fine gray dust with the characteristic odor commonly referred to as “floury dust”. It was established experimentally that the main part of uric acid excreted by the pest is concentrated in “floury dust”. Grain without “floury dust” contains the insignificant amount of uric acid; however, it is closely linked with the density of its pollution with imago *Rh. dominica*. As grain before milling in milling plants is subjected to thorough cleaning, during which “floury dust” is removed along with other contaminants, it is recommended to sift “floury dust” from grain before determination of uric acid in it.

FUNDING: The article was published as part of the research topic № 0586/2019–0001 of the state assignment of the V. M. Gorbakov Federal Research Center for Food Systems of RAS.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Закладной, Г. А., Яицких, А. В., Степаненко, Д. С. (2022). Формирование в зерне мочево́вой кислоты, продуцируемой зерновым точильщиком *rhizopertha dominica* (f.). *Пищевые системы*, 5(2), 139–144. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2022-5-2-139-144>.

FOR CITATION: Zakladnoy, G. A., Yaitskikh, A. V., Stepanenko, D. S., (2022). Formation of uric acid in grain produced by *rhizopertha dominica* (f.). *Food Systems*, 5(2), 139–144. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2022-5-2-139-144>.

1. Введение

По данным ФАО, ежегодно насекомые вредители запасов поедают до 15% зерна, производимого в мире, а в отдельных развивающихся странах — 30% и даже 50%. Ежегодно из-за вредителей хлебных запасов при хранении зерна теряются десятки млн тонн продукта. Насекомые-паразиты вызывают большие потери зерна и его порчу, снижают хлебопекарные качества муки и кормовую ценность зернофуража, комбикормов [1].

Во время обследования зернохранилищ в стране в хранящемся зерне были выявлены более 30 видов вредных насекомых. При этом количество партий зерна, заселенных насекомыми, возрастало от 14 до 94% в направлении от северных к южным районам. Расчеты, выполненные на основании результатов обследования, показывают, что за полгода хранения насекомые съедают в России 5,7–7,8% зерна, т. е. примерно урожай Ставрополя [2].

При загрязнении насекомыми и клещами уменьшается вес зерна, резко ухудшается пищевая ценность: снижается количество белка, отмечаются разнонаправленные сдвиги в содержании аминокислот. Также в результате воздействия паразитов ухудшаются всхожесть и энергия прорастания хранящегося зерна. Вредители загрязняют зерно метаболитами и остатками частей тела насекомых. В процессе их жизнедеятельности производятся тепло и влага, которые приводят к развитию микрофлоры в зерновой массе. Сильно зараженная пшеница непригодна для использования в качестве семенного материала, а продукты ее переработки не подходят для потребления человеком и животными [3].

Увеличение плотности заражения зерна рисовым долгоносиком *Sitophilus oryzae* L. в скрытой форме на 1%, что соответствует плотности заражения в явной форме 3 экз/кг, приводит к уменьшению выхода муки на 0,12% [4].

Поражение хранящегося зерна вредными насекомыми и клещами не только снижает его массу и ухудшает качество, но и делает зерно ядовитым [4,5]. У белых беспородных крыс, которым скармливали зерно с суммарной плотностью загрязненности (СПЗ) вредителями более 15 экз/кг, отмечали функциональные изменения печени и почек, сдвиги в морфологическом составе крови, изменения массовых коэффициентов органов, гистологические нарушения в тканях печени, почек, желудка и кишечника. Зерно приобретало токсические свойства по отношению к животным [6,7].

Нормативными документами в России и в странах Таможенного Союза установлен максимально допустимый уровень (МДУ) СПЗ зерна вредителями хлебных запасов (насекомые, клещи), равный 15 экз/кг. Одновременно с введением МДУ СПЗ была разработана инструкция, предусматривающая отбор средней пробы зерна, выделение и подсчет в нем живых и мертвых вредителей и расчет СПЗ с учетом коэффициентов их вредоносности.

Этой методике присущи очевидные недостатки, главный из которых — сложность определения численности мертвых насекомых и клещей в пробе зерна ввиду их быстрого разрушения и измельчения после отмирания. Эта проблема является актуальной и в случае удаления вредителей из зерна, например, при помощи сепарирования. В результате возникает ложное представление о безопасности зерна как сырья для производства продуктов питания, что позволяет выводить на рынок фальсифицированную зерновую продукцию и приводит к периодическому потреблению населением продуктами, выработанными из некачественного зерна [8].

В работах [8,9] была установлена прямая зависимость между СПЗ зерна и содержанием в нем мочевой кислоты (МК), а также высказана целесообразность использовать содержание МК в качестве критерия оценки санитарно-

гигиенического состояния продовольственного зерна, загрязненного вредителями. Такого же мнения придерживаются и зарубежные исследователи [10,11]. При этом в [10] подчеркнуто, что МК является главным конечным продуктом почти всех вредных насекомых и содержит более 80% азота в их экскрементах.

Целесообразно инициировать исследования динамики содержания продуцированной насекомыми и клещами МК при хранении зерна с целью установления гигиенического норматива МК в зерне взамен МДУ СПЗ.

Мочевая кислота является неперенным соединением, продуцируемым в результате жизнедеятельности животных организмов, в том числе насекомых и клещей, поражающих зерно [12–14]. При этом МК очень стабильна в продуктах, даже при кулинарной их обработке [11,14]. Поэтому анализ МК в зерне даст возможность исключить недостатки традиционных методов зараженности и загрязненности его вредными членистоногими.

В процессе жизнедеятельности насекомые загрязняют мочевой кислотой продукт, которым они питаются [9]. Опубликованные результаты исследований показали загрязнение семян нута мочевой кислотой. При этом количество мочевой кислоты в массе семян увеличивается пропорционально содержанию зараженных насекомых семян. В этом же исследовании показана значительная устойчивость мочевой кислоты к деградации. После варки нута количество мочевой кислоты в нем снижалось менее чем наполовину [11]. Эти данные дают основание судить о зараженности продуктов насекомыми по присутствию в них мочевой кислоты.

Поэтому мы отрабатываем альтернативный традиционному показатель загрязненности зерна насекомыми по содержанию мочевой кислоты, исключающий возможность фальсификации продукта. Ранее мы установили связь количества мочевой кислоты в зерне с численностью в нем имаго рисового долгоносика *Sitophilus oryzae* L. [13].

Целью настоящих исследований было выявить роль зернового точильщика *Rhizopertha dominica* F. в процессе формирования им в зерне мочевой кислоты.

2. Материалы и методы

В пробы по 500 г зерна пшеницы влажностью $13,2 \pm 0,5\%$ подсаживали по 50 жуков *Rh. dominica* из многолетних лабораторных культур без разделения по полу и возрасту. Пробы выдерживали при температуре 25 °С в течение необходимого времени, чтобы получить природную популяцию со всеми стадиями развития вредителя в скрытой форме зараженности от яиц до имаго. Через 63 дня в пробах 1 и 2 содержалось 170 и 130 жуков соответственно, что соотносилось с плотностью заселения 340 и 260 экз/кг соответственно.

Эти жуки были удалены из зерна, а зерно было размещено в морозильную камеру при температуре минус 10 °С, чтобы исключить дальнейшее развитие насекомого и законсервировать содержание накопленной мочевой кислоты.

Жук *Rh. dominica* в результате питания формирует большое количество экскрементов в виде мелкой сероватой пыли с характерным запахом, которую принято называть «мучель». Мучель хорошо видна на Рисунке 1.

Из пробы 1 (без отсеивания мучели) сформировали субпробы с разной плотностью заселения жуками зернового точильщика, и в этих пробах анализировали содержание мочевой кислоты.

В пробе 2 от зерна была отсеяна мучель. Из зерна пробы 2 без мучели были сформированы субпробы с плотностью заселения жуками 9, 18 и 27 экз/кг, в зерне которых определяли содержание мочевой кислоты.



Рисунок 1. Вид зерна, пораженного *Rh. dominica*
Figure 1. Appearance of grain affected by *Rh. dominica*

К 50 г чистого зерна было добавлено 1 г мучели и в этом образце определяли содержание мочевой кислоты.

Анализ мочевины определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. Использовали хроматограф жидкостный «Стайер» производства АО «Аквилон», Россия, по ТУ 4215–003–18294344 с УФ детектором и программно-аппаратным комплексом «МультиХром». Предел допускаемого значения относительного среднеквадратического отклонения времени удерживания определяемого компонента — 0,5% и выходного сигнала по высоте и площади пика — 4%. Для разделения подвижной фазы в хроматографе использованы колонка хроматографическая разделительная Synergi Hydro-RP, 4 мкм, 250×4,6 мм, с предзащитной колонкой «C18» или «C18 Aq», 4.0×3.0 мм производства «Phenomenex», США. Режим разделения — изократический, подвижная фаза — 0,04 М ацетатный буфер (pH = 5,8), скорость потока 1 см³/мин, объем петлевого дозатора 20 мкл, температура термостата колонки 30 °С, детектирование спектрофотометрическое, лех: (282 ± 2) нм.

Градуировку выполняли последовательно для всех растворов. Для каждого градуировочного раствора регистрировали не менее двух хроматограмм.

Полученную хроматограмму обрабатывали в соответствии с руководством пользователя программного обеспечения «МультиХром».

Выход мочевины идентифицировали по абсолютному времени удерживания.

Навеску зерна 20 г помещали в плоскодонную коническую колбу, добавляли 200 мл дистиллированной воды и нагревали при кипении в течение 10 мин. После охлаждения до 25 °С экстракт фильтровали через складчатый бумажный фильтр.

Проводили анализ двух параллельных проб, для каждой из которых выполняли по 2 измерения с получением двух хроматограмм.

Массовая концентрация мочевины в пробах, введенных в хроматограф, автоматически рассчитывалась системой сбора и обработки хроматографической информации.

Расчет содержания мочевины в образце зерна (X мг/кг) проводили по формуле (1):

$$X = C \times V / m, \quad (1)$$

где:

V — объем экстракта, мл (200 мл);

m — масса пробы зерна, г (20 г);

C — среднее значение массовой концентрации мочевины в пробе, введенной в хроматограф, мкг/мл.

3. Результаты и обсуждение

На Рисунке 2 приведены результаты анализа мочевины в навесках зерна пшеницы с не отсеянной мучелью.

Линия тренда показывает наличие прямой связи между содержанием мочевины и плотностью заселения зерна жуками. Однако связь эта слабая — R² составляет всего 0,49.

Расчет критерия совпадения Пирсона χ^2 между фактическими и теоретическими данными содержания мочевины в пробах зерна с не отсеянной мучелью показал, что χ^2 фактический составил 537 и оказался больше χ^2 теоретического, равного 15,5 при уровне значимости 0,05. Поэтому нулевая гипотеза о соответствии между фактическими и теоретическими данными отвергается.

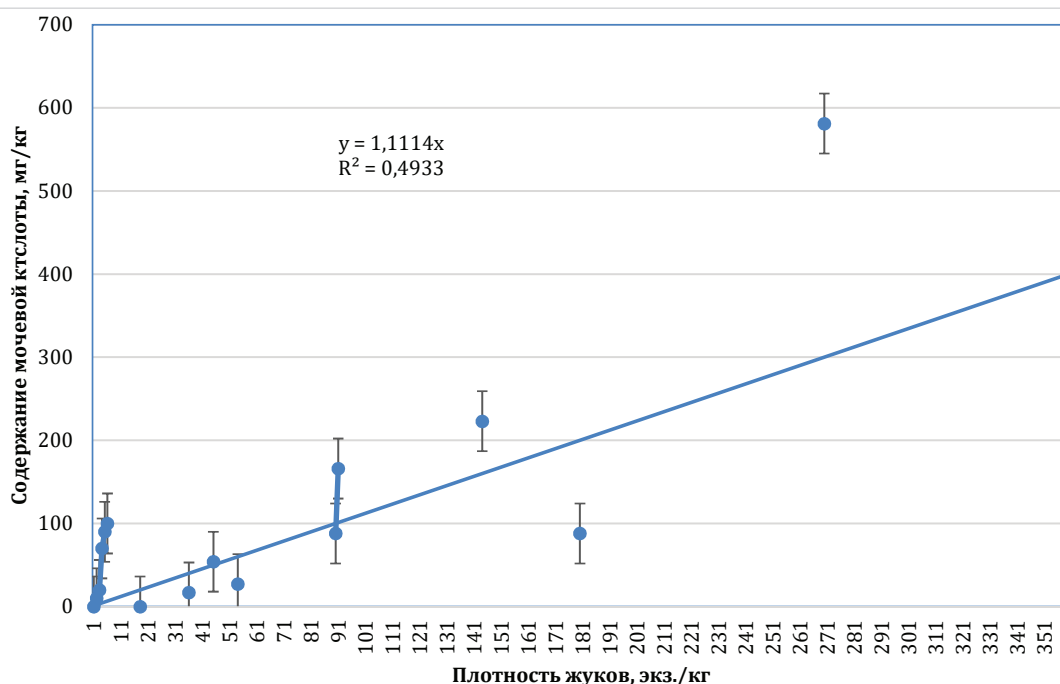


Рисунок 2. Зависимость содержания мочевины в зерне пшеницы с не отсеянной мучелью от плотности заселения его жуками *Rh. dominica*

Рисунок 2. Dependence of the uric acid content in wheat grain with "floury dust" (not sifted) on the *Rh. dominica* colonization density

Ранее мы показали, что связь между содержанием в зерне мочевой кислоты и плотностью заселения зерна жуками рисового долгоносика *S. oryzae* является тесной [13]. Вместе с тем результаты настоящих опытов с пораженным *Rh. dominica* зерном с не отсеянной мучелью, приведенные на Рисунке 2, показали слабую связь между этими двумя факторами. Наблюдаемое противоречивое явление можно объяснить особенностями питания жуков *Rh. dominica* с образованием мучели. В отличие от других вредителей зерна, жуки *Rh. dominica* являются самыми прожорливыми. По данным [15], за одни сутки один жук *S. oryzae* съедает 0,38 мг сухого вещества зерна пшеницы, а жук *Rh. dominica* перемалывает 0,89 мг сухого вещества зерновки пшеницы.

Взвешиванием мы установили, что от 500 г зерна, зараженного *Rh. dominica* с плотностью 340 жуков на 1 кг, было выделено 2 г мучели, что соответствует содержанию мучели 4 г на 1 кг зерна или 12 мг на одного жука за период питания 63 дня. Поэтому можно ориентировочно оценить, что один жук *Rh. dominica* за сутки оставляет около 0,19 мг мучели, что равно около 21% от количества съеденного им сухого вещества зерновки пшеницы.

Наш анализ показал, что мучель насыщена мочевой кислотой. Содержание мочевой кислоты в чистой мучели, выделенной из зараженного *Rh. dominica* зерна, равнялось 23 298 мг/кг, что составляет 2,3% от массы мучели.

Мучель самопроизвольно или под небольшими механическими воздействиями неравномерно распределялась по зерновой массе и в разные отбираемые навески попадала в непредсказуемом количестве. Поэтому в разных навесках нарушалось естественное соотношение количества жуков и производимое ими количество мучели, что наглядно отражено на Рисунке 2.

Причину этого мы видим в том, что при отборе навесок зерна на анализ в них не попадает одинаковое и представительное для партии количество мучели.

Полученные результаты и их анализ убеждают, что установить МДУ мочевой кислоты в зерне по соответствию МДУ загрязнения зерна зерновым точильщиком, как это можно было сделать в отношении рисового и амбарного долгоносиков, затруднительно или не возможно [13,16].

Надо заметить, что по «Правилам организации и ведения технологического процесса на мукомольных заводах» перед помолом зерно на мукомольных заводах подвергается тщательной очистке, в процессе которой, наравне с другими сорными примесями и пылью, удаляется и мучель. Поэтому при определении загрязненности мочевой кислотой зерна в помольных партиях, зараженного *Rh. dominica*, из него следует отсеивать мучель.

На Рисунке 3 приводим линию тренда зависимости количества мочевой кислоты в зерне с отсеянной мучелью от плотности заселения жуками *Rh. dominica*.

Можно видеть, что в зерне, зараженном *Rh. dominica*, после удаления мучели остается значительное количество мочевой кислоты. С увеличением плотности заселения зерна жуками количество в нем мочевой кислоты возрастает.

Эта зависимость описывается уравнением прямой линии с высоким коэффициентом детерминации, приближающимся к максимуму — единице. Приведенные на

Рисунке 3 данные о тесной связи плотности загрязнения зерна *Rh. dominica* с количеством в нем мочевой кислоты полностью совпадают с опубликованными данными в отношении другого вредителя зерна *S. oryzae* [7]. Это лучшее доказательство того, что наличие мочевой кислоты в зерне определяется одним фактором — загрязнением этого зерна насекомыми, являющимися продуцентами этой самой мочевой кислоты.

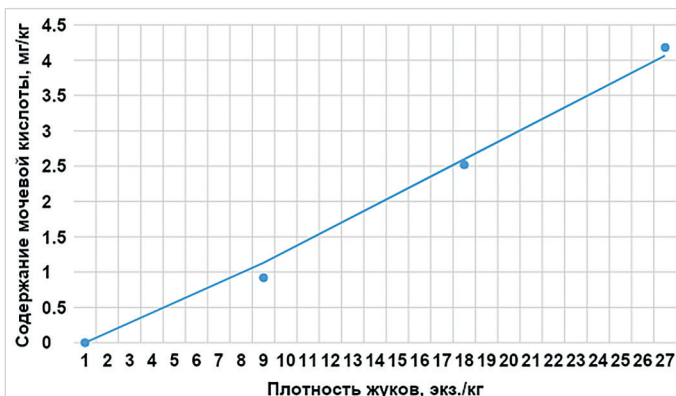


Рисунок 3. Зависимость содержания мочевой кислоты в зерне пшеницы с отсеянной мучелью от плотности заселения его жуками зернового точильщика

Figure 3. Dependence of the uric acid content in wheat grain, in which “floury dust” was sifted, on the *Rh. dominica* colonization density

Результаты наших исследований показывают, что, несмотря на большую прожорливость, зерновой точильщик формирует в зерне значительно меньше мочевой кислоты в сравнении с рисовым и амбарным долгоносиками.

4. Заключение

Результаты исследований убеждают в возможности установления максимально допустимого уровня мочевой кислоты в зерне, который соответствует разрешенным в России пределам загрязненности зерна вредителями хлебных запасов по их численности в продукте.

Мочевая кислота долго сохраняется в зерне. Ее невозможно удалить из продукта технологическими приемами, имеющимися на зерновых элеваторах, в частности сепарированием зерна на зерноочистительных машинах. Следовательно, возможность скрыть выпуск фальсифицированной зерновой продукции на рынок отсутствует: опасность продуктов питания можно легко проверить, с помощью анализа в них накопившейся мочевой кислоты.

Это обстоятельство представляет существенное преимущество перед традиционным способом определения загрязненности зерна вредителями по количеству в нем насекомых и клещей. Проведенные исследования по выявлению и описанию математической зависимости формирования мочевой кислоты в зерне от плотности заселения его зерновым точильщиком позволит оценить уровни загрязненности его насекомыми. Также появляется возможность исключить поставки населению некачественной первичной продукции, которая в последующем снижает качество вырабатываемых из такого зерна пищевых продуктов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лой, Н. Н., Губарева, О. С., Санжарова, Н. И., Гулина, С. Н., Шагина, Н. И., Миронова, М. П. (2016). Влияние ионизирующего излучения на жизнеспособность насекомых-вредителей, качество зерна и зернопродуктов. *Вестник Российской сельскохозяйственной науки*, 6, 53–55.
2. Закладной, Г. А. (2011). Зерно и насекомые. *Хлебопродукты*, (12), 57.
3. Joshi, R., Tiwari, S. N. (2019). Fumigant toxicity and repellent activity of some essential oils against stored grain pest *Rhyzopertha dominica* (Fabricius). *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 8(4), 59–62.
4. Когтева, Е. Ф., Алешина, М. В. (2017). Проблемы от насекомых и клещей. *Инновационные технологии производства и хранения материальных ценностей для государственных нужд*, 7(7), 140–146.
5. Epic Natural Health (2022). Uric Acid & Gout Symptoms | Which foods Reduce & Treat Uric Acid | Uric Acid Foods To Avoid. Retrieved from <https://www.epicnaturalhealth.com/uric-acid-gout-symptoms-which-foods-reduce-treat-uric-acid-uric-acid-foods-to-avoid>. Accessed May 16, 2022
6. Закладной, Г. А., Васильев, А. Н., Антонович, Е. А., Сыроед, Н. С. (1991). Регламентация вредных насекомых и клещей в зерне. *Хлебопродукты*, 4, 38–44.
7. Антонович, Е. А., Черковская, Х. Я., Закладной, Г. А., Киселева, Н. И., Сыроед, Н. С. (1987). Биохимическая и гигиеническая оценка зерна пшеницы, зараженного рисовым долгоносиком. *Труды ВНИИЗ*, 109, 93–99.
8. Banga, K. S., Kotwaliwale, N., Mohapatra, D., Giri, S. K. (2018). Techniques for insect detection in stored food grains: An overview. *Food Control*, 94, 167–176. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2018.07.008>
9. Gao, F., Qi, Y., Hamadou, A. H., Zhang, J., Manzoor, M. F., Guo, Q. et al. (2022). Enhancing wheat-flour safety by detecting and controlling red flour beetle *tribolium castaneum* herbst (Coleoptera: Tenebrionidae). *Journal Fur Verbraucherschutz Und Lebensmittelsicherheit*, <https://doi.org/10.1007/s00003-022-01371-3>
10. Chaitra, S., Prashanth, J., Jagadeeshkumar, T. S. (2020). Empirical analysis of uric acid in Malpighian tubules and dry excrements and economic traits of the silkworm hybrids. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 8(4), 929–935 <https://doi.org/10.22271/j.ento.2020.v8.i4o.7237>
11. Modgil, R., Devi, R., Sood, A., Sandal, A. (2021). Physico-chemical properties, uric acid, carbohydrates, mineral, trypsin inhibitor activity and phytic acid content of bruchids infested processed Chick pea. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 10(2), 1926–1934. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2021.1002.230>
12. Subrahmanyam, V., Swaminathan, M., Pingale, S. V., Kadkol, S. B. (1955). Uric acid as an index of insect filth in cereals and milled cereal products. *Bulletin of Central Food Technological Research Institute*, 4(4), 86–87.
13. Zakladnoy, G. A., Yaitskikh, A. V. (2020). Dependence of uric acid content in stored grain on the population density of the rice weevil *sitophilus oryzae* (L.) (coleoptera, dryophthoridae). *Entomological Review*, 100(2), 170–172. <https://doi.org/10.1134/S0013873820020049>
14. Devi, R., Modgil, R., Sood, A. (2019). Effect of cooking on the proximate composition, uric acid content and anti-nutritional factors on insect Bruchid infested gram at graded levels of infestation. *International Journal of Microbiology and Current Research*, 1(1), 33–36. <https://doi.org/10.18689/ijmr-1000107>
15. Zakladnoy, G. A. (2016). Voracity of the main stored-product insect pests on wheat grain. *Entomological Review*, 96(1), 12–14. <https://doi.org/10.1134/S0013873816010024>
16. Закладной, Г. А., Яицких, А. В., Степаненко, Д. С. (2021). Ответственность зерновых долгоносиков в загрязнении зерна мочевой кислотой. *Хлебопродукты*, 9, 48–50. <https://doi.org/10.32462/0235-2508-2021-30-9-48-50>

REFERENCES

1. Loy, N. N., Gubareva, O. S., Sanzharova, N. I., Gulina, S. N., Shchagina, N. I., Mironova, M. P. (2016). The ionizing radiation effect on the vital capacity of pests and quality of grain and grain products. *Vestnik of the Russian Agricultural Science*, 6, 53–55. (In Russian)
2. Zakladnoy, G. A. (2011). Grain and insects. *Bread Products*, 12, 57. (In Russian)
3. Joshi, R., Tiwari, S. N. (2019). Fumigant toxicity and repellent activity of some essential oils against stored grain pest *Rhyzopertha dominica* (Fabricius). *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 8(4), 59–62.
4. Kogteva, E. F., Aleshina, M. V. (2017). Problems from insects and ticks. *Innovative Production and Storage Technologies for Public Needs*, 7(7), 140–146. (In Russian)
5. Epic Natural Health (2022). Uric Acid & Gout Symptoms | Which foods Reduce & Treat Uric Acid | Uric Acid Foods To Avoid. Retrieved from <https://www.epicnaturalhealth.com/uric-acid-gout-symptoms-which-foods-reduce-treat-uric-acid-uric-acid-foods-to-avoid>. Accessed May 16, 2022
6. Zakladnoy, G. A., Vasiliev, A. N., Antonovich, E. A., Syroed, N. S. (1991). Regulation of harmful insects and ticks in grains. *Bread Products*, 4, 38–44. (In Russian)
7. Antonovich, E. A., Cherkovskaya, H. Y., Zakladnoy, G. A., Kiseleva, N. I., Syroed, N. S. (1987). Biochemical and hygienic estimation of wheat grains contaminated with rice weevil. *Works by VNIIS*, 109, 93–99. (In Russian)
8. Banga, K. S., Kotwaliwale, N., Mohapatra, D., Giri, S. K. (2018). Techniques for insect detection in stored food grains: An overview. *Food Control*, 94, 167–176. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2018.07.008>
9. Gao, F., Qi, Y., Hamadou, A. H., Zhang, J., Manzoor, M. F., Guo, Q. et al. (2022). Enhancing wheat-flour safety by detecting and controlling red flour beetle *tribolium castaneum* herbst (Coleoptera: Tenebrionidae). *Journal Fur Verbraucherschutz Und Lebensmittelsicherheit*, <https://doi.org/10.1007/s00003-022-01371-3>
10. Chaitra, S., Prashanth, J., Jagadeeshkumar, T. S. (2020). Empirical analysis of uric acid in Malpighian tubules and dry excrements and economic traits of the silkworm hybrids. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 8(4), 929–935 <https://doi.org/10.22271/j.ento.2020.v8.i4o.7237>
11. Modgil, R., Devi, R., Sood, A., Sandal, A. (2021). Physico-chemical properties, uric acid, carbohydrates, mineral, trypsin inhibitor activity and phytic acid content of bruchids infested processed Chick pea. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 10(2), 1926–1934. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2021.1002.230>
12. Subrahmanyam, V., Swaminathan, M., Pingale, S. V., Kadkol, S. B. (1955). Uric acid as an index of insect filth in cereals and milled cereal products. *Bulletin of Central Food Technological Research Institute*, 4(4), 86–87.
13. Zakladnoy, G. A., Yaitskikh, A. V. (2020). Dependence of uric acid content in stored grain on the population density of the rice weevil *sitophilus oryzae* (L.) (coleoptera, dryophthoridae). *Entomological Review*, 100(2), 170–172. <https://doi.org/10.1134/S0013873820020049>
14. Devi, R., Modgil, R., Sood, A. (2019). Effect of cooking on the proximate composition, uric acid content and anti-nutritional factors on insect Bruchid infested gram at graded levels of infestation. *International Journal of Microbiology and Current Research*, 1(1), 33–36. <https://doi.org/10.18689/ijmr-1000107>
15. Zakladnoy, G. A. (2016). Voracity of the main stored-product insect pests on wheat grain. *Entomological Review*, 96(1), 12–14. <https://doi.org/10.1134/S0013873816010024>
16. Zakladnoy, G. A., Yaitskikh, A. V., Stepanenko, D. S. (2021). Responsibility of grain weevils in the contamination of grain with uric acid. *Bread Products*, 9, 48–50. <https://doi.org/10.32462/0235-2508-2021-30-9-48-50> (In Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ	AUTHOR INFORMATION
Принадлежность к организации	Affiliation
Закладной Геннадий Алексеевич — доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник, сектор защиты от вредителей и санитарной охраны зерна и зернопродуктов, Всероссийский научно-исследовательский институт зерна и продуктов его переработки 127434, г. Москва, Дмитровское ш., 11 Тел.: +7-499-976-20-95 E-mail: vlaza@list.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2037-7150 * автор для контактов	Gennady A. Zakladnoy, Doctor of Biological Sciences, Professor, Chief Researcher, Sector of Protection against Pests and Sanitary Protection of Grain and Grain Products, All-Russian Scientific-Research Institute of Grain and its Processing Products 11, Dmitrovskoe shosse, 127434, Moscow, Russia Tel.: +7-499-976-20-95 E-mail: vlaza@list.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2037-7150 * corresponding author
Яицких Артем Валерьевич — кандидат технических наук, научный сотрудник, Отдел безопасности и качества зерна и зернопродуктов, Всероссийский научно-исследовательский институт зерна и продуктов его переработки 127434, г. Москва, Дмитровское ш., 11 Тел.: +7-499-976-22-06 E-mail: microbiolab@mail.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1302-0951	Artem V. Yaitskikh, Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher, Department of Safety and Quality of Grain and Grain Products, All-Russian Scientific Research Institute for Grain and Products of its Processing 11, Dmitrovskoe shosse, 127434, Moscow, Russia Tel.: + 7-499-976-22-06 E-mail: microbiolab@mail.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1302-0951
Степаненко Дмитрий Сергеевич — младший научный сотрудник, Отдел безопасности и качества зерна и зернопродуктов, Всероссийский научно-исследовательский институт зерна и продуктов его переработки 127434, г. Москва, Дмитровское ш., 11 Тел.: +7-499-976-22-06 E-mail: ark310@yandex.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2915-2262	Dmitry S. Stepanenko, Junior Researcher Department of Safety and Quality of Grain and Grain Products, All-Russian Scientific Research Institute for Grain and Products of its Processing 11, Dmitrovskoe shosse, 127434, Moscow Tel.: +7-499-976-22-06 E-mail: ark310@yandex.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2915-2262
Критерии авторства	Contribution
Авторы в равных долях имеют отношение к написанию рукописи и одинаково несут ответственность за плагиат.	Authors equally relevant to the writing of the manuscript, and equally responsible for plagiarism.
Конфликт интересов	Conflict of interest
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.	The authors declare no conflict of interest.