

Сельскохозяйственный журнал. 2023. № 4 (16). С. 130-142
Agricultural journal. 2023; 16 (4). P. 130-142

Зоотехния и ветеринария

Научная статья
УДК: 614.449.932.34
DOI 10.48612/FARC/2687-1254/013.4.16.2023

АНАЛИЗ ДЕЙСТВИЯ ПРИМАНОК С РАЗНЫМ СОДЕРЖАНИЕМ ДЕЙСТВУЮЩЕГО ВЕЩЕСТВА БРОМАДИОЛОНА В ОТНОШЕНИИ ДОМОВЫХ МЫШЕЙ

Владимир Юрьевич Комаров, Анна Олеговна Иванова

Институт дезинфектологии ФБУН «Федеральный научный центр гигиены имени Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, г. Москва, Россия, e-mail: niid-info@fncg.ru

Аннотация. Домовые мыши представляют опасность здоровью человека и приносят значительный ущерб его деятельности. Борьба с грызунами в настоящее время остаётся особо значимой проблемой, так как их популяции обладают уникальной генетической способностью к быстрому увеличению численности и высокой миграции. Изучение действия приманок, содержащих разное количество действующего вещества бромadiолонa, в отношении домовых мышей имеет особое практическое значение, поскольку необходимо снижать пестицидную нагрузку на экосистему и экологию среды, а также устанавливать минимальную и максимальную дозы, вызывающие гибель особей. Домовые мыши довольно устойчивы к воздействию родентицидных приманок на основе антикоагулянта 2-го поколения бромadiолонa. Проведённые экспериментальные исследования показали, что потребление приманки, включающей стандартную концентрацию действующего вещества (ДВ) бромadiолонa (0,005 %), в течение одних суток в условиях с альтернативным кормлением не вызвало 100 % эффективности, а 100 % гибель была достигнута только при двухдневном потреблении зерна, содержащего 0,0025 % концентрацию ДВ. Из полученных данных следует, что бромadiолон действует эффективно и в более низких концентрациях, но, главное, позволяет обеспечить хорошую поедаемость приманки, что напрямую влияет на поступление в организм ДВ. При анализе полученных результатов при скармливании протравленного зерна установлено, что для гибели домашней мыши максимальная доза составила 26,32 мг/кг, а минимальная – 0,66 мг/кг. Биологическая активность трёх исследуемых концентраций ДВ бромadiолонa способствовала хорошим результатам и укладывалась во временной промежуток с небольшим увеличением при снижении концентрации ДВ в приманке.

Ключевые слова: дератизация, домовые мыши, родентицидные средства, бромadiолон

Для цитирования: Комаров В.Ю., Иванова А.О. Анализ действия приманок с разным содержанием действующего вещества бромadiолонa в отношении домовых мышей // Сельскохозяйственный журнал. 2023. № 4 (16). С. 130-142.
DOI 10.48612/FARC/2687-1254/013.4.16.2023

Zootechny and veterinary science

Original article

ANALYSIS OF THE EFFECT OF BAITS WITH DIFFERENT CONTENT OF BROMADIOLONE AS AN ACTIVE SUBSTANCE IN RELATION TO HOUSE MICE

Vladimir Yu. Komarov, Anna O. Ivanova

Institute of Disinfectology FBIS “Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman” of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing, Moscow, Russia

Abstract. House mice pose a danger to people`s health and cause significant damage to their activity. Currently, deratization remains a particularly significant problem, since their populations have a unique genetic ability to rapidly increase in number and high levels of migration. The study of the effect of baits, which contain different amounts of bromadiolone as an active substance in relation to house mice is of particular practical importance, aimed at reducing the pesticide load on the ecosystem and environmental ecology, as well as the analysis of the minimum and maximum doses that cause the death of individuals. House mice are quite resistant to the effects of rodenticide baits based on the 2nd generation bromadiolone anticoagulant. Experimental studies showed that the consumption of bait, which contained a standard concentration of bromadiolone as an active substance (0,005%) for one day in conditions with alternative feeding did not cause 100 % effectiveness. 100 % of death was achieved only with two days of consumption of grain containing 0,0025 % concentration of active substance. From the obtained data it follows that bromadiolone acts effectively even in lower concentrations, but, most importantly, it provides good palatability of the bait, which directly affects the intake of active substance into the body. When analyzing the obtained results of treated grain feeding, it was found that for the death of a house mouse, the maximum dose was 26,32 mg/kg, and the minimum was 0,66 mg/kg. The biological activity of the three studied concentrations of bromadiolone as an active substance contributed to good results and fitted into the time frame with a slight increase as the concentration of active substance in the bait decreased.

Key words: deratization, house mice, rodenticide agents, bromadiolone

For citation: Komarov V.Yu., Ivanova A.O. Analysis of the effect of baits with different content of bromadiolone as an active substance in relation to house mice // Agricultural Journal. 2023. No. 4 (16). P.130-142. DOI 10.48612/FARC/2687-1254/013.4.16.2023

Введение. Домовые мыши, как и другие мышевидные грызуны, являются сложным видом мелких млекопитающих, представляющим особую опасность для здоровья человека и наносящим значительный ущерб его деятельности. Домовые мыши обладают определённым характером миграции и играют существенную роль в распространении инфекционных заболеваний. Грызуны высоко восприимчивы к заболеваниям и способствуют быстрому распространению эпизоотии, а близкий контакт к человеку обеспечивает непосредственно передачу инфекции, поэтому необходимо проводить комплекс мероприятий, направленных на борьбу с ними. Грызуны являются носителя-

ми и переносчиками большого количества болезней: геморрагической лихорадки с почечным синдромом (ГЛПС), чумы, туляремии, риккетсиозов, псевдотуберкулёза, лептоспироза, листериоза, сальмонеллёза, токсоплазмоза, клещевого энцефалита, брюшного тифа, крысиного сыпного тифа и других. Они могут играть роль в биологическом цикле протозойных заболеваний и гельминтозов (токсоплазмоз, трихенеллёз, альвеококкоз, аскаридоз и др.), поэтому борьба с грызунами необходима с точки зрения антигельминтозных и антипротозойных мероприятий [1, 6, 8].

Борьба с грызунами имеет долгую историю, отражающую многие этапы становления, развития и широкого внедрения методов, использующихся в настоящее время. Некоторые из ранее применявшихся методов прошли от идеи к масштабному применению и к полному запрету в последующем, так, например, у используемых в дератизационных обработках микроорганизмов выявлена потенциальная патогенность для некоторых домашних животных и птицы, а также после применения таких средств были зафиксированы вспышки гастроэнтерита у людей [7, 15].

Борьба с грызунами до сих пор остаётся актуальной проблемой, так как грызуны обладают уникальной генетической способностью к быстрому увеличению численности, большой миграционной активности и высокой концентрацией в жилищах человека и в обеспеченных кормовыми запасами местах. Основным средством борьбы на протяжении длительного периода считается химический метод дератизации [2].

Антикоагулянтные родентициды широко используются в борьбе с грызунами. Они эффективны в отношении серых крыс, домовых, лесных и полевых мышей [3, 9, 11]. Бромадиолон – один из наиболее широко применяемых антикоагулянтов 2-го поколения, использующийся во многих странах мира: к примеру, в Китае доля использования составляет около 43 % рынка родентицидов [16].

В настоящее время, согласно статистическим данным, в России наиболее часто применяемыми в качестве действующего вещества (ДВ) родентицида выступают бромадиолон и бродифакум. На их долю приходится более 60 % всех зарегистрированных родентицидных средств, а из них около 35 % содержит бромадиолон.

Исследования Diagne C. et al. показали, что затраты, связанные с инвазивными грызунами, с течением времени значительно увеличиваются, что требует проведения устойчивого контроля численности популяций [12]. Важно осуществлять последовательный учёт и получать с его помощью точные знания об обитающих популяциях грызунов и изменений в их численности, что поможет предотвратить возможные вспышки популяций и снизить экономический ущерб [2, 11].

Наряду с положительными результатами регулирования численности мышевидных грызунов имеется отрицательное воздействие родентицидов на окружающую среду, в частности приводящее к гибели нецелевых видов, что связано с вторичным поеданием погибших грызунов от антикоагулянтов.

Цель исследований – изучить действие приманок с разным содержанием ДВ бромадиолона в отношении домовых мышей, а также определить минимальную и максимальную дозы, приводящие к гибели животных.

Материал и методы исследований. Экспериментальные исследования прошли в отделе дератизации (с лабораторией изучения грызунов) Института дезинфектологии ФБУН «Федеральный научный центр гигиены имени Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора.

Объектом исследований стали домовые мыши (*Mus musculus*), выращенные в условиях вивария. Грызунов содержали группами (по 10 гол.) и индивидуально.

В помещении, где содержались грызуны, обеспечивались: естественный световой режим, температура в пределах 20–22 °С и стабильная относительная влажность воздуха – 50–60 %.

При проведении исследований использовали зерно пшеницы, пропитанное антикоагулянтом 2-го поколения – бромадиолоном (ДВ). Зерно приготавливали в отделе химических исследований Института дезинфектологии ФБУН «Федеральный научный центр гигиены имени Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора.

Перед началом эксперимента грызунов в течение 3 дней выдерживали для адаптации к новым условиям содержания и кормления. Кормушки с альтернативным кормом и приманкой размещали в первом отсеке, во втором – располагали поилку.

Опыт заключался в изучении целевой эффективности и биологической активности приманок с различной концентрацией антикоагулянта 2-го поколения бромадиолона: стандартной (0,005 %), в 2 раза меньшей (0,0025%) и в 5 раз меньшей (0,001 %).

Оценку эффективности и биологической активности приманок осуществляли в соответствии с руководством Р 4.2.3676-20 «Методы лабораторных исследований и испытаний дезинфекционных средств для оценки их эффективности и безопасности» [5].

В первой серии опытов исследования проводили на домашних мышах, находящихся поодиночке в клетке, которых кормили до момента их гибели отравленным зерном пшеницы, содержащим различные концентрации бромадиолона.

Во второй серии опытов скармливали зёрна пшеницы, содержащие исследуемые концентрации, при групповом содержании мышей; определяли суточную поедаемость и гибель особей по дням в зависимости от времени потребления, поступления и накопления в организме ДВ бромадиолона. Павших в ходе опытов зверьков вскрывали для установления причины гибели.

Статистическую обработку результатов осуществляли по общепринятым методикам с использованием критерия достоверности по Стьюденту в MS Office Excel 2013.

Результаты исследований и их обсуждение. Домовые мыши и другие виды мышевидных грызунов наносят значительный убыток запасам продуктов и кормов, нарушают работу специализированной инфраструктуры, проникают в дома, хозяйственные постройки, склады, строения промышленных и пищевых предприятий, коммуникации, заселяют прилегающие к ним территории и несут эпидемическую опасность [4, 10].

В настоящее время нет, пожалуй, более активно обсуждаемой проблемы среди специалистов дезинфекционной деятельности, чем вопросы применения родентицидных приманок и о путях повышения их эффективности. Многолетний опыт специалистов по дератизации показывает, что для гибели мышевидных грызунов от антикоагулянтов 2-го поколения необходимо, чтобы животные потребляли нужное количество приманки, так как одним достаточно однократного употребления, а другим необходимо получить несколько порций.

При проведении дератизационных обработок для достижения целевой эффективности и биологической активности важно определить дозу приманки и концентрацию в ней бромадиолона. Это имеет существенное значение в борьбе с домовыми мышами, являющихся более устойчивыми к бромадиолону по сравнению с серыми крысами.

Так, анализируя воздействие действующего вещества при поедании приманки, содержащей стандартную концентрацию (0,005 %), отмечены: 100%-ная смертность; средняя гибель составила 5,4 суток; грызуны гибли в период с 5-х по 10-е сутки; мыши

охотно поедали зерно – поедаемость составила 48,2 %; в среднем грызуны за период скармливания обработанного зерна съели по 8,5 г, потребили вместе с приманкой в среднем 0,42 мг ДВ, что в пересчёте на килограмм веса составило 21,8 мг/кг. Мыши потребляли через поедаемую приманку от 0,22 до 0,5 мг ДВ. При свободном регулярном потреблении отравленной приманки минимальное количество поглощенного организмом ДВ бромадиолона составило 10,5 мг/кг, а максимальное – 26,3 мг/кг.



Рисунок 1. Динамика потребления и суммарное накопление организмом домовой мыши ДВ при поедании зерна с содержанием 0,005 % бромадиолона

На рисунке 1 представлена динамика потребления домовыми мышами ДВ через зерно, обработанное родентицидным антикоагулянтом с содержанием бромадиолона в концентрации 0,005 %. Как видно из диаграммы, животные в первые 3 дня активно потребляли зерно, затем поедаемость снижалась и полностью прекращалась. Потребление и накопление мышами ДВ было довольно высоким и составляло в среднем к 6-му дню поедания 23,2 мг/кг.

Домовые мыши при групповом содержании после скармливания содержащей 0,005 % ДВ начали погибать уже на 3-и сутки. Гибель большинства особей пришлось на 5-е сутки и насчитывала 29,6 % от всех подопытных животных. На 6-е, 7-е и 8-е сутки отмечалась равномерная смертность особей в пределах 14,8 %, а на 9-е и 10-е сутки смертность составила по 3,7 %. К 10-м суткам опыта все мыши погибли.

После анализа приманки, содержащей концентрацию ДВ 0,0025 %, получили следующие результаты: наблюдалась 100%-ная смертность; средняя гибель составила 6,2 суток; поедаемость приманки составила 57,9 %; мыши за период опыта съели в среднем по 7,6 г обработанного зерна, потребили вместе с приманкой значительно меньше ДВ – в среднем 0,19 мг ДВ, что в пересчёте на килограмм веса составило 7,61 мг/кг. При свободном ежедневном потреблении родентицидной приманки минимальное количество поглощенного ДВ бромадиолона насчитывало 5,02 мг/кг, а максимальное – 11,01 мг/кг.

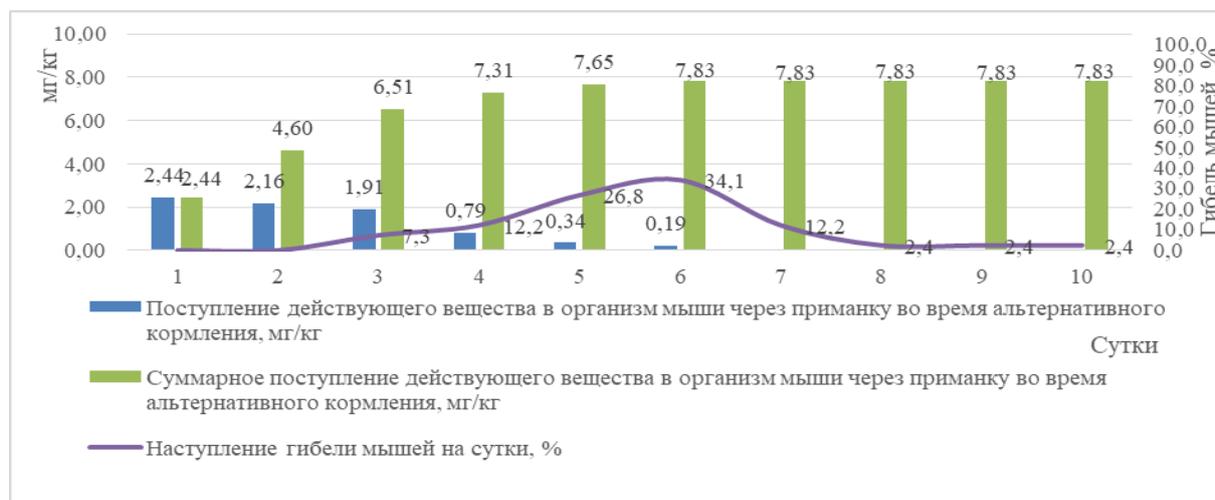


Рисунок 2. Динамика потребления и суммарное накопление организмом домовой мыши ДВ при поедании зерна с содержанием 0,0025 % бромдиалона

На рисунке 2 представлена динамика потребления домовыми мышами ДВ через приманку, содержащую родентицидный антикоагулянт – бромдиалон в концентрации 0,0025 %. Как видно из диаграммы, максимальная поедаемость отмечена в 1-й день, затем поедаемость постепенно снижалась и прекращалась на 6-е сутки. Потребление и накопление мышами ДВ от приманки, содержащей 0,0025 % бромдиалона, заметно ниже, по сравнению с приманкой с 0,005 % ДВ, и составляло в среднем на 6-й день 7,83 мг/кг.

Грызуны при групповом содержании начали погибать уже на 3-и сутки как после скармливания приманки, содержащей 0,0025 % ДВ, так и от приманки с содержанием ДВ 0,005 %. На 4-е и 5-е сутки количество погибших особей постепенно увеличилось, но пик гибели пришёлся на 6-е сутки и составил 34,1 % от всех подопытных животных.

Приманка, содержащая концентрацию ДВ 0,001 %, также обеспечивает 100%-ную смертность домашних мышей при ежедневном потреблении. Средняя гибель – 6,4 суток. Грызуны погибали в период с 5-х по 9-е сутки. Поедаемость приманки насчитывала 53,7 %. При этом мыши за период опыта съели в среднем по 8,9 г обработанного зерна, потребили вместе с приманкойкратно меньше ДВ, в среднем 0,09 мг ДВ, что в пересчёте на килограмм веса составило 3,88 мг/кг. По сравнению с приманками, содержащими 0,005 и 0,0025 %, поступление ДВ в организм снизилось в среднем в 4,6 и 2,1 раза. При свободном потреблении минимальное количество поглощенного ДВ бромдиалона составило 1,93 мг/кг, а максимальное – 6,56 мг/кг.



Рисунок 3. Динамика потребления и суммарное накопление организмом домовой мыши ДВ при поедании зерна с содержанием 0,001 % бромадиолона

На рисунке 3 представлена динамика поступления у домашних мышей ДВ с 0,001%-ным содержанием бромадиолона. Как видно из диаграммы, наибольшее поступление отмечено в 1-й и 2-й дни, затем поедаемость постепенно снижалась и прекращалась к 8-м суткам. Накопление бромадиолона в организме домашних мышей при поедании приманки с содержанием 0,001 % ДВ было значительно ниже, по сравнению с приманками, содержащими 0,005 % и 0,0025 %, и составило в суммарном накоплении на 8-й день 4,54 мг/кг. Животные при поедании приманки, содержащей 0,001 % ДВ, начали погибать уже на 4-е сутки, что на 1 сутки позже, по сравнению с приманками, содержащими 0,0025 % и 0,005 % ДВ. При ежедневном поедании приманки к 10-м суткам пали все животные, потребив достаточное количество ДВ и запустив необратимые патологические процессы.

Концентрация ДВ в приманке оказывает влияние на количественное соотношение смертельных исходов грызунов. Так, большее число погибших мышей, получавших приманку с 0,005 % ДВ, выявлено на 5-е сутки со значением 29,6 %, с 0,0025 % ДВ на 6-е сутки – 34,1 %, а с 0,001 % ДВ на 7-е сутки – 25,7 %.

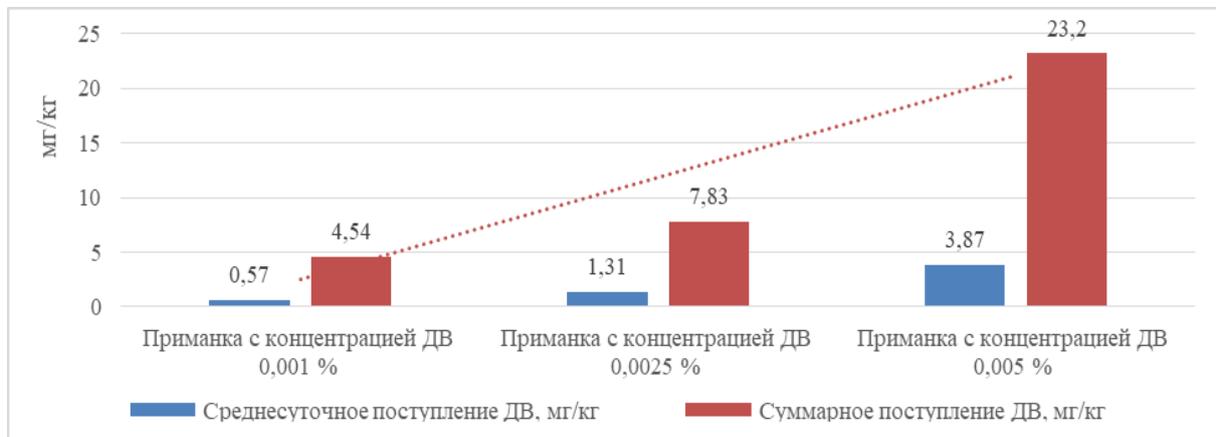


Рисунок 4. Среднесуточное и суммарное поступление ДВ бромадиолона в организм домовой мыши при поедании приманки, мг/кг

В опыте по анализу целевой эффективности отмечалось, что домовые мыши могут потреблять родентицидную приманку довольно длительный период. Зерно с 0,001%-ной концентрацией ДВ бромадиолона домовые мыши потребляли до 8-го дня включительно, что указывает на высокую устойчивость данного вида к родентицидам и недостаточное действие ДВ на них. Кумулятивное свойство бромадиолона способствовало обеспечить 100%-ную целевую эффективность в отношении домовых мышей даже при 0,001%-ной концентрации. Суммарное поступление ДВ в организм домовых мышей от приманки с 0,001 % бромадиолона составило 4,54, что в 5,1 раза меньше, по сравнению с 0,005%-ной концентрацией (рисунок 4).

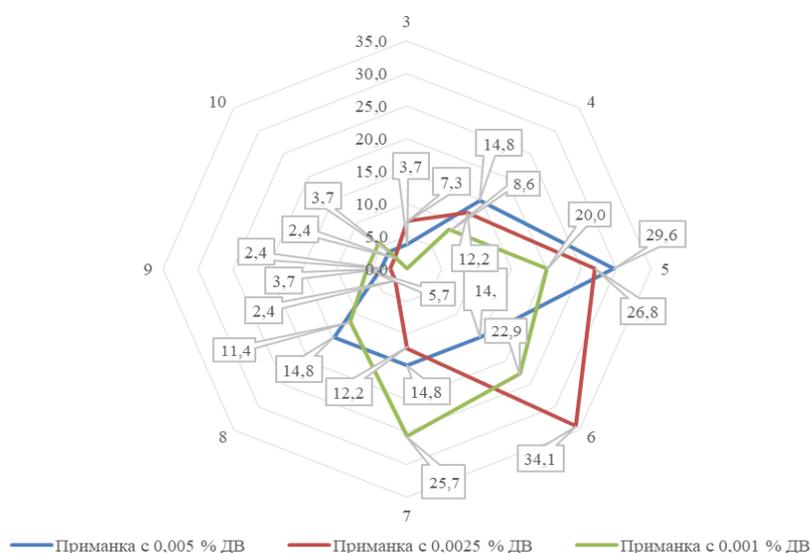


Рисунок 5. Смертность по дням домовых мышей при поедании приманок с разным количеством ДВ, %

Действие родентицидных приманок на организм обуславливается воздействием токсического вещества на ткани, органы и системы органов. В зависимости от количество попавшего в организм ДВ проявляются сила воздействия и время гибели животных, но также эти показатели зависят от индивидуальных особенностей и защитных сил организма. Гибель мышей от воздействия родентицида антикоагулянта 2-го поколения наступает в период до 10-го дня после начала поедания приманки. Результаты, представленные на рисунке 5, показывают, что домовые мыши в условиях свободного поедания альтернативного корма гибнут, начиная с 3-х суток, используя приманки с 0,005 и 0,0025 % ДВ, и только с 4-х суток – от приманки с 0,001 % ДВ.

Домовая мышь весом 25 г за сутки поедает в зависимости от потребностей организма от 3 до 4,5 г корма, а некоторые особи могут съесть и большее количество. Эволюционно сложилось так, что зерно для них – весьма потребляемый корм, что согласуется с данными многих исследователей. В опытах при альтернативном кормлении наблюдается равномерное поедание чистого зерна и зерна, содержащего ДВ бромадиолон. Мыши охотно поедали зерно, содержащее бромадиолон в различных концентрациях. Поедаемость в среднем по группе составила 50 %, что говорит о том, что животные не распознают антикоагулянт в приманке и это является важным показателем в борьбе с ними.

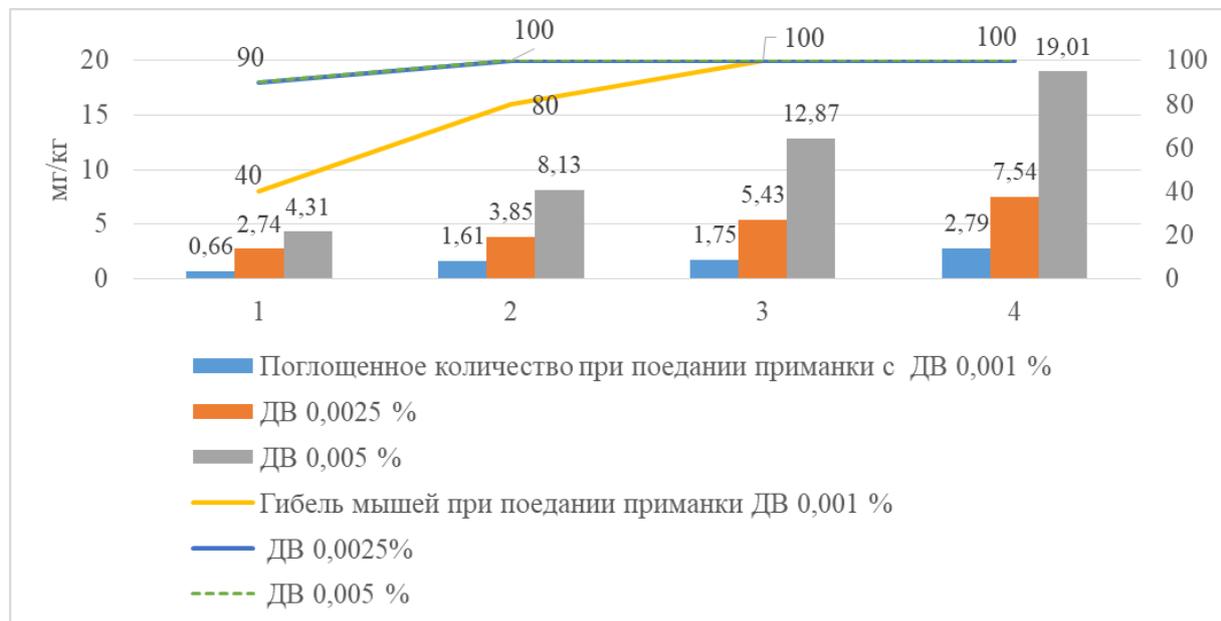


Рисунок 6. Поступление ДВ в организм и смертность домашних мышей при поедании приманок с различными концентрациями

В опытах по изучению воздействия разных концентраций ДВ бромадиолон на домашних мышах установлено, что приманка с концентрацией 0,005 % при однодневном потреблении вместе с альтернативным кормом обеспечивала гибель 90 % особей (рисунок 6, таблица). Аналогичный результат (90 %) получен при потреблении грызунами приманки с содержанием 0,0025 % ДВ, а при применении приманки с концентрацией ДВ 0,001 % погибло только 40 % особей. Так, в организм домашней мыши в среднем за сутки потребления приманки в зависимости от концентрации поступило: при 0,005 % – 4,31 мг/кг; 0,002 % – 2,74 мг/кг; 0,001 % – 0,66 мг/кг. Двух дневное, трехдневное и далее потребление приманок с концентрацией ДВ 0,005 и 0,0025 % обеспечило гибель 100 % особей, а с концентрацией 0,001 % – только 80 %. Приманки с концентрацией ДВ 0,001 % вызвали гибель 100 % особей, начиная с 3-го дня поедания. Зверьки поглощали в среднем 1,75 мг/кг. Гибель особей наблюдалась в период с 3-го по 10-й дни. Наибольшее число павших особей приходилось на 5-6-е сутки. При постоянном доступе к родентицидной приманке животные более охотно потребляют корм на 1-2-е сутки, затем потребляемость снижается, и у животных проявляются признаки отравления, нарушаются процессы свертывания крови. Обнаруживаются слабость и потеря веса, хорошо заметные на 3-4-й день. Поступая в организм, даже в минимальной концентрации – 0,001 %, родентицид запускает механизмы отравления, вызывает микроструктурные нарушения в тканях и в последующем нарушение функционирования организма в целом.

Результаты опыта показывают, что приманки с содержанием 0,0025 % и 0,005 % ДВ при суточном потреблении и поступлении в организм в среднем 2,74 мг/кг (0,0025 %) и 4,31 мг/кг (0,005 %) вызывают гибель 90 % особей. Это говорит о том, что одна особь из десяти сможет выжить после поедания приманки в количестве 1,5–2 г с концентрациями ДВ 0,0025 и 0,005 %, поэтому для гибели всех особей домашних мышей необ-

ходимо обеспечить постоянный доступ к приманке, создать стимул у животных, чтобы они пришли повторно к кормушке и потребили приманку.

Таблица

Результаты применения приманок
с разными концентрациями антикоагулянта бромациолона на домашних мышах

Показатели		Концентрация ДВ в приманке		
		0,001 %	0,0025 %	0,005 %
Поедание приманки при альтернативном корме в течение всего эксперимента	Количество поглощенного ДВ 1 особью, мг/кг	3,88	7,61	21,79
	Гибель, %	100	100	100
Поедание приманки при альтернативном корме в течение 1 суток	Количество поглощенного ДВ 1 особью, мг/кг	0,66	2,74	4,31
	Гибель, %	40	90	90
Поедание приманки при альтернативном корме в течение 2 суток	Количество поглощенного ДВ 1 особью, мг/кг	1,61	3,85	8,13
	Гибель, %	80	100	100
Поедание приманки при альтернативном корме в течение 3 суток	Количество поглощенного ДВ 1 особью, мг/кг	1,75	5,43	12,85
	Гибель, %	100	100	100
Поедание приманки без альтернативного корма в течение 1 суток	Количество поглощенного ДВ 1 особью, мг/кг	1,96	3,28	7,14
	Гибель, %	90	100	100
Поедание приманки без альтернативного корма в течение 2 суток	Количество поглощенного ДВ 1 особью, мг/кг	3,23	5,88	16,88
	Гибель, %	100	100	100

Повторное потребление приманки способствует увеличению поступления (кумуляции) ДВ бромациолона в организм на уровне 3,85 мг/кг (0,0025 %) и 8,13 мг/кг (0,005 %). Приманка с содержанием 0,001 % ДВ бромациолона не оказывает значительного воздействия на регулирование численности популяций домашних мышей, так как только 40 % особей могут погибнуть при однодневном поедании, а при двухдневном – 80 %, что недостаточно для эффективности дератизационных обработок. Для повышения привлекательности и поедаемости необходимо использовать наиболее привлекательные ароматизаторы (аттрактанты) и пищевые основы, обеспечивающие биологическую потребность животных.

В течение ежедневного потребления приманки домашняя мышь может аккумулировать до 0,5 мг ДВ бромациолона. Они весьма устойчивы к воздействию родентицидов-антикоагулянтов. Так, некоторые особи, поедая родентицидную приманку (ДВ бромациолон в концентрации 0,005 %) до самого момента гибели, смогли максимально поглотить 26,32 мг/кг, в то же время при поедании приманки с концентрацией 0,001 % в течение суток при групповом содержании потребленное ДВ в количестве 0,66 мг/кг вызывало гибель.

Полученные данные показывают, что воздействие антикоагулянта бромациолона начинается сразу после попадания его в организм, но в зависимости от содержания ДВ

в приманке биологическая активность и эффект действия будут различаться. Родентициды хронического действия обладают хорошими кумулятивными свойствами, что приводит к накоплению в организме достаточно большого количества ДВ, проявляющего токсичность, нарушение синтеза протромбина, ингибирование метаболизма витамина К в печени и нормальную свертываемость крови, вызывая смертельные кровотечения.

Заключение. Домовые мыши являются довольно устойчивым видом мышевидных грызунов по отношению к воздействию на их организм родентицидных приманок на основе антикоагулянта 2-го поколения – бромациолона. Проведенные исследования показали, что потребление приманки, содержащей стандартную концентрацию ДВ бромациолона (0,005 %), в течение суток не вызвало 100%-ную целевую эффективность у исследуемой группы мышей. Стопроцентная эффективность достигнута только при двухдневном потреблении зерна, содержащего 0,0025 % ДВ, что говорит о том, что бромациолон действует эффективно в меньших концентрациях в приманке. Важно обеспечить хорошую поедаемость. Биологическая активность от действия на организм трёх исследуемых концентраций ДВ бромациолона характеризовалась хорошими результатами и вкладывалась во временной промежуток с небольшим увеличением при понижении содержания ДВ в приманке. При анализе полученных результатов от скармливания приманок установлено, что для гибели домашней мыши максимальная доза составила 26,32 мг/кг, а минимальная – 0,66 мг/кг.

Список источников

1. Алексеева Е.В. Мышевидные грызуны и их негативное воздействие на окружающую среду и человека // Проблемы окружающей среды и природных ресурсов. 2018. № 12. С. 60–66. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36942880>
2. Карасева Е.В. Методы изучения грызунов в полевых условиях / Е.В. Карасева, А.Ю. Телицына, О.А. Жигальский. – Москва: Издательство ЛКИ, 2008. 416 с. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19497280>
3. Коваленко П.С. Бромахем – новое родентицидное средство для борьбы с синантропными грызунами // Российский журнал Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. 2011. № 2 (6). С. 53–55.
4. Комаров В.Ю. К вопросу о распространении синантропных грызунов и мерах борьбы с ними / В.Ю. Комаров, С.Н. Анисифоров // Нормативно-правовое регулирование в ветеринарии. 2023. № 2. С. 108–113.
5. Методы лабораторных исследований и испытаний дезинфекционных средств для оценки их эффективности и безопасности, Р 4.2.3676-20 Утверждены Руководителем Роспотребнадзора. 2020 г. 448 с.
6. СанПиН 3.3686-21 «Санитарно-эпидемиологические требования по профилактике инфекционных болезней».
7. Слаутина А.И. Эффективность родентицидов с антикоагулянтным действием для борьбы с грызунами в условиях животноводческих комплексов / А.И. Слаутина // В сборнике: Дни студенческой ветеринарной науки. Сборник статей I Всероссийской студенческой научно-практической конференции. 2022. С. 158–162.
8. Тарасов М.А. Эпизоотологическое обследование очагов зоонозов в условиях стихийного бедствия (наводнение) / Тарасов М.А., Янович В.А., Копылов П.В., Иванов Л.И., Попов Н.В., Топорков В.П., Кутырев В.В. // Проблемы особо опасных инфекций. 2013 г. 4. С. 37–41.
9. Шерешкова С.Е. Препаративные формы родентицидных приманок на основе антикоагулянтов нового поколения для регуляции численности синантропных грызунов в объектах ветнадзора / С.Е. Шерешкова, П.С. Коваленко, Н.К. Гуненкова / Российский жур-

- нал Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. 2022. № 4 (44). С. 446–452.
10. Шерешкова С.Е. Эффективность модифицированных родентицидных приманок / С.Е. Шерешкова, П.С. Коваленко // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2021. № 4 (40). С. 436–440.
 11. Яковлев А.А. Особенности применения родентицидов / А.А. Яковлев // Защита и карантин растений. 2022 г. № 3. С. 27-28.
 12. Diagne C. Economic costs of invasive rodents worldwide: the tip of the iceberg / Diagne C, Ballesteros-Mejia L, Cuthbert RN, Bodey TW, Fantle-Lepczyk J, Angulo E, Bang A, Dobigny G, Courchamp F. // Research Square Platform LLC. PeerJ. 2023 doi: 10.7717/peerj.14935. PMID: 36992943; PMCID: PMC10042159.
 13. Jing Liu Toxicity and bioaccumulation of bromadiolone to earthworm *Eisenia fetida* / Jing Liu, Kang Xiong, Xiaoqing Ye, Jianyun Zhang, Ye Yang, Li Ji // Chemosphere. 2015. V. 135. P. 250-256.
 14. Sage M. How environment and vole behaviour may impact rodenticide bromadiolone persistence in wheat baits after field controls of *Arvicola terrestris*? / M. Sage, M. Coeurdassier, R. Defaut, E. Lucot, B. Barbier, D. Rieffel, P. Berny, P. Giraudoux // Environ. Pollut. 2007. № 148. pp. 372-379.
 15. Shikov A.E. Salmonella-Based Biorodenticides: Past Applications and Current Contradictions / A.E. Shikov, M.E. Belousova, M.V. Belousov, A.A. Nizhnikov, K.S. Antonets // Int. J. Mol. Sci. 2022, 23(23), 14595; <https://doi.org/10.3390/ijms232314595>.
 16. Zeng J.P. Status Quo, loss and trend of forest bio-disasters from 2000 to 2010 in China / J.P. Zeng, C. Zeng, F. Ouyang, X.P. Liu, F. Ge // Biol. Disaster Sci. 2014. 37. pp. 7-12.

References

1. Alekseeva E.V. Mouse-like rodents and their negative impact on the environment and humans / E.V. Alekseeva // Problems of the environment and natural resources. 2018. No. 12. pp. 60-66.
2. Karaseva E.V. Methods of studying rodents in the field conditions / E.V. Karaseva, A.Yu. Telitsyna, O.A. Zhigalskiy. – Moscow: LKI Publishing House, 2008. 416 p.
3. Kovalenko P.S. Bromakhem – a new rodenticide agent for the control of synanthropic rodents // P.S. Kovalenko // Russian Journal of Problems of veterinary sanitation, hygiene and ecology. 2011. No. 2 (6). pp. 53-55.
4. Komarov V.Yu. Revisiting the spread of synanthropic rodents and measures to control them / V.Yu. Komarov, S.N. Anisiforov // Legal regulation in veterinary medicine. 2023. No. 2. pp. 108-113.
5. Methods of laboratory research and testing of disinfectants to assess their effectiveness and safety, P 4.2.3676-20 Approved by the Head of Rospotrebnadzor. 2020, 448 p.
6. SanPiN 3.3686-21 “Sanitary and epidemiological requirements for the prevention of infectious diseases”.
7. Slautina A.I. Effectiveness of rodenticides with anticoagulant action for rodent control in conditions of livestock breeding complexes / A.I. Slautina // In the collection: Days of student veterinary science. Collection of articles of the I All-Russian Student Scientific and Practical Conference. 2022. pp. 158-162.
8. Tarasov M.A. Epizootological examination of zoonotic foci in a natural disaster (flood) / Tarasov M.A., Yanovich V.A., Kopylov P.V., Ivanov L.I., Popov N.V., Toporkov V.P., Kuttyrev V.V. // Problems of particularly dangerous infections. 2013 No. 4. pp. 37-41.
9. Shereshkova S.E. Preparative forms of rodenticide baits based on anticoagulants of a new generation for the regulation of the number of synanthropic rodents in veterinary surveillance / S.E. Shereshkova, P.S. Kovalenko, N.K. Gunenkova / Russian Journal of Problems of veterinary sanitation, hygiene and ecology. 2022. No. 4 (44). pp. 446-452.

10. Shereshkova S.E. Effectiveness of modified rodenticide baits / S.E. Shereshkova, P.S. Kovalenko // Russian journal "Problems of veterinary sanitation, hygiene and ecology". 2021. No. 4 (40). pp. 436–440.
11. Yakovlev A.A. Peculiarities of the use of rodenticides / A.A. Yakovlev // Plant protection and quarantine. 2022. No. 3. pp. 27-28.
12. Diagne C. Economic costs of invasive rodents worldwide: the tip of the iceberg / Diagne C, Ballesteros-Mejia L, Cuthbert RN, Bodey TW, Fantle-Lepczyk J, Angulo E, Bang A, Dobigny G, Courchamp F. // Research Square Platform LLC. PeerJ. 2023. doi: 10.7717/peerj.14935. PMID: 36992943; PMCID: PMC10042159.
13. Jing Liu Toxicity and bioaccumulation of bromadiolone to earthworm *Eisenia fetida* / Jing Liu, Kang Xiong, Xiaoqing Ye, Jianyun Zhang, Ye Yang, Li Ji // Chemosphere. 2015. V. 135. pp. 250-256.
14. Sage M. How environment and vole behaviour may impact rodenticide bromadiolone persistence in wheat baits after field controls of *Arvicola terrestris*? / M. Sage, M. Coeurdassier, R. Defaut, E. Lucot, B. Barbier, D. Rieffel, P. Berny, P. Giraudoux // Environ. Pollut. 2007. No. 148. pp. 372-379.
15. Shikov A.E. Salmonella-Based Biorodenticides: Past Applications and Current Contradictions / A.E. Shikov, M.E. Belousova, M.V. Belousov, A.A. Nizhnikov, K.S. Antonets // Int. J. Mol. Sci. 2022, No. 23(23), 14595; <https://doi.org/10.3390/ijms232314595>.
16. Zeng J.P. Status Quo, loss and trend of forest bio-disasters from 2000 to 2010 in China / J.P. Zeng, C. Zeng, F. Ouyang, X.P. Liu, F. Ge // Biol. Disaster Sci. 2014. No. 37. pp. 7-12.

Сведения об авторах

Владимир Юрьевич Комаров, кандидат ветеринарных наук, доцент, ведущий научный сотрудник отдела дератизации, тел.: 89103053872, e-mail: komarov.volodya@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1715-3199>

Анна Олеговна Иванова, научный сотрудник отдела химических исследований, тел.: 89263796981, e-mail: aisoptra@gmail.com, (<https://orcid.org/0000-0003-4500-5481>)

Information about the authors

V.Yu. Komarov, Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor, Leading Researcher of the Department of Deratization, tel. 89103053872, e-mail: komarov.volodya@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1715-3199>

A.O. Ivanova, Researcher of the Department of Chemical Testing, tel. 89263796981, e-mail: aisoptra@gmail.com, (<https://orcid.org/0000-0003-4500-5481>)

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Authors' contribution: All authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication. The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 30.10.2023; одобрена после рецензирования 15.11.2023; принята к публикации 17.12.2023.

The article was submitted 30.10.2023; approved after reviewing 15.11.2023; accepted for publication 17.12.2023.