

Примерные ответы

❑ Не дай растениям засохнуть!

Мы предлагаем ряд мер, которые позволят если не избежать, то, по крайней мере, свести к минимуму проблему выгоревших городских газонов. Среди наиболее простых приемов, позволяющих улучшить состояние растительности, назовем в первую очередь увеличение высоты кошения. Часто используемые в настоящее время бензиновые триммеры не имеют такой регулировки, поэтому после обработки газона этой техникой многие куртины злаков сильно повреждаются, ослабевают и, соответственно, желтеют. Оптимальным решением в данном случае является использование газонокосилок.

Более сложным является создание оптимальной структуры грунтов, на которых выращивается газон. Выполнение этих операций позволяет, главным образом, создать благоприятный водный режим: избежать застоя воды при обильных осадках и исключить её быстрое просачивание вглубь в глубокие слои песчаной почвы.

Довольно эффективной является корректировка видового состава напочвенного покрова. Современные злаковые травосмеси представлены селекционно улучшенными формами нескольких засухоустойчивых видов растений, которые в гораздо меньшей степени склонны к пожелтению.

Несколько более сложным является подход, при котором вместо газона из злаков напочвенный покров формируется двудольными растениями, такими как клевер ползучий, живучка, тимьян и другие. Отличие этих видов состоит в том, что они не желтеют в состоянии покоя во время длительного сухого периода, тем самым сохраняя декоративность.

Правильная агротехника ухода за газоном также может предотвратить его «выгорание». Так, при рыхлении улучшается аэрация корнеобитаемого слоя. Состояние растений улучшается, и они в большей степени способны противостоять неблагоприятным условиям среды. Кроме того, в случае до-

жда через отверстия лучше просачивается вода и почва быстрее насыщается влагой.

Ещё один прием, который делает растения сильнее и крепче – это своевременное дозированное внесение удобрений. Оптимальное время внесения – это весенний сезон, когда почва ещё насыщена влагой.

Внесение гидрогелей в верхние слои почвы – это еще один прием, позволяющий минимизировать последствия летних засух. Гранулы этого материала способны к набуханию при избытке воды и постепенному выделению влаги при её дефиците. Таким образом гидрогели смягчают последствия засушливых периодов для растений.

Ещё одной причиной неэстетичного внешнего вида газонов является вытаптывание и сопровождающее его уплотнение почвы. Поскольку капитальное оборудование пешеходных дорожек довольно затратно, мы предлагаем использовать более дешевые ячеистые подложки, монтаж которых можно осуществлять по упрощенной схеме. Такой подход позволит минимизировать механические воздействия на почву газона и тем самым улучшить его внешний вид.

❑ Не царевна, но лягушка

Хитридиомикоз — инфекционное заболевание амфибий, вызываемое хитридиевыми грибами видов *Batrachochytrium dendrobatidis* и *Batrachochytrium salamandrivorans*, микроскопическими пресноводными паразитическими негифальными зооспорными кератинофильными грибами.

Заболевание поражает покровы тела взрослых амфибий, значительно затрудняя кожное дыхание и вызывая существенную потерю электролитов через повреждения. Гибель животных наступает вследствие удушья, паралича сердца или вторичных инфекций. Заболеванию подвержены земноводные всех трёх отрядов: бесхвостые, хвостатые и безногие. Оно распространено главным образом в регионах с теплым климатом.

Начинать решение проблемы следует с определения её масштабов. Поскольку мы занимаемся изучением заболевания, распространенного в природных популяциях, предусматривается проведение большого количества экспедиций, в том числе в труднодоступные районы. В таких условиях необходимо иметь при себе средства экспресс-анализа для определения инфицированности животных хитридиомикозом. Такие диагностические наборы необходимо разработать и снабдить ими в достаточном количестве экспедиционные группы по всему миру.

Поскольку заболевание характерно для регионов с теплым и влажным климатом, где видовое разнообразие амфибий очень велико, необходима повсеместная массовая организация экспедиционной деятельности, направленной на изучение видового разнообразия земноводных и степени зараженности их популяций.

По мере накопления данных о видах, в наибольшей степени подверженных риску вымирания, необходимо проведение мер по их сохранению в искусственных условиях. Большинство амфибий относительно легко содержать в террариумах. Учитывая это, а также то, что хитридиомикоз поддается лечению в лабораторных условиях, можно создавать обширные живые коллекции этих животных. Однако подобный подход требует больших затрат для реализации. Более простым и эффективным методом сохранения биологического разнообразия амфибий является криогенное хранение икры. При таком подходе в течение десятилетий в одном сосуде Дюара можно содержать до нескольких десятков и сотен тысяч жизнеспособных икринок.

Ранее мы предлагали рекогносцировочные и оборонительные меры. Для «наступления» же на хитридиомикоз необходимо иметь средства противодействия. Первым и наиболее очевидным из них является стимулирование у животных корректного иммунного ответа на возбудитель. В настоящее время есть сообщения о том, что потенциально такой путь решения проблемы возможен через проведение вакцинации.

Другим средством профилактики и борьбы с возбудителем является создание микробных препаратов, включающих определенные симбиотических бактерии. Дело в том, что в ряде исследований показана взаимосвязь между присутствием на кожных покровах животных определенных микроорганизмов и их высокой устойчивостью к хитридиомикозу.

По мере решения проблемы хитридиомикоза можно будет осуществлять реинтродукцию вымерших видов амфибий в те места, где они до этого обитали. Сделать это можно посредством выращивания потомства амфибий, содержащихся в искусственных условиях, или инкубации икры, содержащейся при ультранизких температурах.

Кроме того, для снижения риска распространения хитридиомикоза человеком необходимо ограничение международной торговли земноводными и информирование местного населения неблагоприятных по хитридиомикозу регионов о правилах, которые нужно соблюдать для минимизации возможности переноса возбудителя из водоема в водоем.

□ Каждый «охотник» желает знать

В своем решении мы предполагаем, что группа «охотников» будет работать в Беларуси. Перспективные группы живых организмов для поиска новых для науки биологических видов в условиях Беларуси с учетом особенностей их биологии, видового разнообразия и исследованности – это прокариоты, простейшие, микромицеты и беспозвоночные, в частности членистоногие.

Наиболее быстрым и относительно простым является поиск новых видов посредством современных методов ДНК-анализа. Суть этого подхода состоит в том, что из любой среды (почвы, воды, воздуха) можно провести выделение тотальной ДНК и выполнить идентификацию организмов, которым она принадлежит. В случае нахождения ранее неизвестных видоспецифических последовательностей, можно попытаться найти их источник, т.е. потенциальный новый вид живых организмов и, в случае успеха, пополнить свою

коллекцию открытых для науки видов. Проблема состоит лишь в высокой стоимости оборудования и реагентов для подобной работы.

Более доступным для наших условий является проведение видовой идентификации по морфологическим признакам. И такой подход в большей степени соответствует работе по поиску новых видов среди членистоногих.

Для того чтобы быть хорошим охотником за новыми биологическими видами членистоногих, необходимо провести серьезную подготовку и, возможно, даже стать профессиональным энтомологом, арахнологом или карцинологом.

Каникулы, отпуска и свободное время придется проводить в экспедициях в поисках новых видов с сачками и другими приспособлениями для ловли членистоногих. А затем скрупулезно рассматривать, идентифицировать и депонировать собранные образцы.

При таком подходе команде охотников обязательно должна улыбнуться удача, и со своими коллекционными образцами потенциально новых видов они смогут обратиться в НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам для подтверждения корректности видового определения и фиксации приоритета открытия.

□ В борьбе с золотарником

Золотарник канадский на Европейский континент попал из Северной Америки не так давно – в середине XX века. Первоначально его использовали как декоративное, медоносное и лекарственное растение, а также для дубления кожи и окрашивания тканей. Культура эта неприхотливая, цветет до самых холодов. За сезон на кусте вызревает до ста тысяч семян, которые затем разносятся ветром по всем окрестностям. Всхожесть до 95%. Жизнеспособность невероятная. Никакие болезни и вредители на золотарник не действуют. Дикие и домашние животные не едят. Под сенокос или пастбища площади с растением не используются. На захваченных золотарником террито-

риях исчезают местные виды растений, насекомых, птиц, млекопитающих. Целостность экосистемы нарушается.

Традиционные способы борьбы с этим растением – механическое удаление, использование гербицидов, вспашка площади с последующим высевом злаковых культур для залужения обработанного участка.

В своем решении мы предлагаем использовать методы синтетической биологии, т.е. конструирования новых видов живых организмов с заданными свойствами. Если объяснять просто, то этот процесс можно сравнить с апгрейдом компьютера посредством замены в нем отдельных деталей на имеющие нужные нам характеристики.

В качестве объекта такого конструирования мы предлагаем использовать фитоплазму. Это прокариотический организм, который не имеет клеточной стенки и является внутриклеточным паразитом растений. Внешние проявления заражения растения фитоплазмами различны: карликовость, замедленный рост, аномалии строения органов и другие.

Жизненный цикл фитоплазм можно представить такой общей схемой. Насекомое-переносчик (обычно это цикадки) питается соком больного растения, в котором присутствуют микроорганизмы. Фитоплазма способна жить и размножаться в клетках насекомого и концентрируется в слюнных железах. Вместе со слюной при питании цикадки на здоровом растении происходит его заражение возбудителем.

В качестве исходного организма для конструирования патогена мы предлагаем фитоплазму, которая паразитирует на одном из видов золотарника и вызывает у этого растения карликовость и усиленное формирование боковых побегов.

Первая модификация, которую нам необходимо сделать, – это заменить в геноме фитоплазмы группу генов, отвечающих за распознавание растения-хозяина и избирательное взаимодействие с его клетками. Это важно сделать таким образом, чтобы наша фитоплазма могла вызывать заболевание только у золотарника канадского, а при попадании в другие растения, просто поги-

бала бы и, таким образом, не распространялась в популяциях аборигенных видов или культурных растений.

Вторая модификация – это включение в геном фитоплазмы генов патогенности, взятых у родственных видов болезнетворных микроорганизмов, которые будут провоцировать филлодию. Т.е. формирование вместо цветов листоподобных образований. В таких соцветиях семена не будут формироваться и, соответственно, основной вид размножения инвазивного вида будет блокироваться.

Третья группа модификаций генома фитоплазмы – включение группы генов, позволяющих ей жить в клетках цикадки без нанесения ей серьезного ущерба. Этот подход можно реализовать после изучения видового состава насекомых, которые хоть изредка, но питаются на золотарнике канадском. Выбрать из полученного списка наиболее подходящих переносчиков и определить, носителями каких фитоплазм они являются. И вот как раз у этих фитоплазм можно позаимствовать нужные нам гены.

Таким образом мы должны получить фитоплазму, которая будет высокоспецифичным патогеном золотарника канадского. Распространение заболевания будет происходить с помощью насекомых, питающихся соком растений. В результате заболевания растения золотарника будут иметь худший габитус и не будут образовывать семена. Это постепенно приведет к вытеснению золотарника аборигенными представителями флоры.

□ Интродукция биологических видов

В фауне Беларуси имеется, по крайней мере, четыре вида позвоночных животных, которые случайно или намеренно были интродуцированы человеком. Первым мы рассмотрим такой вид, как уссурийская енотовидная собака.

Естественный ареал енотовидной собаки охватывал южную часть Дальнего Востока России, Северный Вьетнам, Китай, Корейский полуостров и Японию. В результате акклиматизации создан новый обширный сплошной ареал в Европе. В Беларусь 100 животных этого вида были завезены в 1936 г.

А уже в 1952 г. енотовидная собака встречалась во всех областях Беларуси. В настоящее время ее численность в республике довольно высокая.

Енотовидную собаку можно охарактеризовать как типичного всеядного собирателя, способного в течение года переходить на разнообразные группы кормов, компенсировать недостаток какого-либо вида корма более доступным и обильным, дополнять свой рацион кормом, не утилизируемым другими хищниками. Енотовидная собака в наиболее экстремальный по кормовым ресурсам период впадает в спячку, в остальное время года употребляемые ею основные группы кормов относятся к сезонным нелимитированным пищевым ресурсам. Исследования белорусских ученых о взаимоотношениях енотовидной собаки и барсука дают основания полагать, что акклиматизация этого хищника является одной из важных причин депрессии популяции барсука.

Также серьезный экологический ущерб от енотовидной собаки связан с тем, что она разоряет кладки гнездящихся на земле птиц, поедает птенцов, а при случае и взрослых птиц. Питается она и яйцами краснокнижной болотной черепахи.

Естественный ареал американской норки занимает большую часть Северной Америки. В результате акклиматизации заселила практически всю Европу и Азию, сформировав современную, евразийскую часть ареала. Американская норка Беларуси имела, по меньшей мере, три возможных пути формирования ее популяций: искусственно завезенные особи; мигранты из прилежащих регионов; зверьки, бежавшие из мест клеточного разведения в пределах Беларуси. В условиях Беларуси американская норка оказалась жизнеспособным видом и за 30 лет с начала акклиматизации ее численность выросла почти в 60 раз.

Основная экологическая проблема, связанная с этим зверьком, – это то, что она вытесняет европейскую норку из мест её обитания. Связано это с рядом факторов:

- американская норка крупнее и сильнее, чем европейская;

- места обитания норок – поймы рек, но американская несколько лучше приспособлена к долгому пребыванию в воде, чем европейская, так как ее волосяной покров гуще;

- в условиях Беларуси в питании американской норки обнаружено 24 вида рыб. Это значительно больше, чем у европейской норки;

- при низкой плотности популяции плодовитость американской норки возрастает. Это позволяет ей быстро размножаться и, вытесняя европейскую норку, за 3–4 года полностью освоить все пригодные места обитания. При этом европейская норка полностью исчезает за 5–10 лет.

Родиной американского сомика являются пресные воды Северной Америки от Великих озёр до Флориды. Первые данные об этом виде на территории Западной Беларуси относятся к 1935 г. Оказалось, что он был завезён в пруды одной из помещичьих усадеб, хорошо в них прижился. Из прудов сомик нашёл дорогу в окрестные и более дальние водоёмы.

Рыба очень неприхотлива и способна выдерживать высокую температуру воды и низкое содержание в ней кислорода. Ущерб от распространения сомика в водоемах Беларуси связан с тем, что он питается в основном донными организмами, икрой и мальками рыб. Это делает его серьёзным конкурентом в питании для аборигенных промысловых рыб, особенно леща. Кроме того, сомик уничтожает большое количество икры и молоди других рыб.

В 1970-х годах головешка-ротан впервые появился в мелких прудах, расположенных в черте г. Минска, откуда затем широко распространился в водоемы водной системы и заселил небольшие заболоченные озера, пруды, старицы и заполненные водой карьеры. Вместе с икрой и личинками дальневосточных растительноядных рыб при их акклиматизации случайно был завезен в водоемы Европейской части СССР из Приморья.

Ротан очень живуч и прожорлив. Исследования показывают, что через несколько лет после появления ротана в водоеме существенно снижается кормовая база таких рыб, как язь, карась и плотва. Ротан – их пищевой конкурент. Запусти его в водоем – и, спустя какое-то время, он станет там домини-

нирующим видом. Также в результате жизнедеятельности ротана уменьшается или полностью исчезает популяция некоторых земноводных – он питается их личинками.

В целом можно сказать, что общими чертами интродуцентов, которые стали в итоге инвазивными видами, является то, что они занимают ранее свободные экологической ниши или вытесняют аборигенные виды из их мест обитания (как это произошло с европейской норкой). Как правило они характеризуются большей приспособленностью к среде обитания, чем местные виды и высокой экологической пластичностью.

□ Как избежать «болезни купальщиков»?

Шистосоматидный или церкариевый дерматит обусловлен паразитарным действием личинок шистосоматид – церкарий. Взрослые паразиты выделяют в окружающую среду вместе с фекалиями своего хозяина тысячи яиц. Первый этап развития яйца заканчивается формированием личинки первой генерации – мирацидия, который для дальнейшего развития проникает внутрь мантийной полости брюхоногих моллюсков. Брюхоногий моллюск становится «фабрикой» по производству личинок второй генерации – церкарий. Обитают церкарии в поверхностном слое воды, составляя часть планктона. В прохладной воде церкарии способны жить в течение 6 суток, в более теплой воде срок их жизни сокращается. Контакт церкарий со специфическим основным хозяином (водоплавающая птица) и неспецифическим (человек) происходит в пресном водоеме, в поверхностном слое. В месте проникновения личинки у человека появляются физические повреждения кожных покровов, а разложение погибших церкариев вызывает токсический дерматит аллергического типа.

Традиционными приемами профилактики церкариевого дерматита является купание в бассейнах или, если доступного бассейна нет, – на оборудованных пляжах, где регулярно выполняются профилактические мероприятия.

К индивидуальным мерам предосторожности при купании в открытых водоемах относятся использование купальных костюмов из плотных тканей, нанесение на кожу жирных кремов или вазелина, прием душа сразу после сеанса купания.

Кроме того, определенный эффект приносит удаление прибрежной растительности, где в больших количествах встречаются брюхоногие моллюски, являющиеся источником церкариев, и меры по отпугиванию водоплавающих птиц от мест массового купания.

Вариантом нашего решения данной проблемы является создание специального защитного крема, избирательно реагирующего на попытки церкариев внедриться в кожу человека. Дело в том, что для проникновения личинки в покровы тела она использует набор гидролитических ферментов, которые размягчают эпидермис. В нашем креме предлагается использовать липосомы, т.е. микроскопические шарики, стенка которых будет разрушаться при атаке церкарии. Внутри шарики будут заполнены токсичным для гельминтов препаратом, который в микроколичествах будет высвобождаться во время «атаки» гельминта.

В результате этого процесса личинка будет получать повреждения или парализовываться, что сделает невозможным её проникновение в кожу. Такой подход характеризуется рядом преимуществ. Среди них низкая и экологически безопасная доза токсических веществ в креме, которые будут высвобождаться только в случае атаки личинок шистосоматид. Попадание небольших количеств крема в воду озера не будет иметь какого-либо значимого экологического эффекта, так как липосомы в этом случае будут медленно разлагаться и постепенно выделять препарат. А водная микрофлора сможет быстро обезвреживать действующее вещество в ультранизких концентрациях.

□ Дорогу медведке!

Медведка – крупное насекомое отряда прямокрылые, длина тела которого до 5 см. Медведка обладает рядом особенностей. Она хорошо себя чувствует под землей, прорывая длинные ходы. Насекомое, несмотря на свои внушительные размеры, способно к полету. Плавает медведка тоже хорошо. Кроме того, для откладки яиц она строит гнезда.

В разряд вредителей медведка попала из-за того, что она часто уничтожает молодые растения картофеля, томатов, капусты, бобовых, бахчевых и других культур, постоянно повреждает (подъедает корни) уже выросших растений. Помимо этого в её рационе есть полезные беспозвоночные, такие как дождевые черви и личинки божьих коровок.

В то же время нельзя не отметить и положительные стороны существования медведки в агроэкоценозах. Она уничтожает немало вредителей сада и огорода, таких как личинки майского и колорадского жуков. Разветвленная сеть ходов способствует улучшению аэрации почвы.

В практической деятельности человека насекомое используется в качестве наживки на рыбалке. А в Восточной Азии медведка – это пищевой продукт и лекарственное средство.

Оценить заселенность участка медведкой можно посредством установки специально приспособленных ловушек с последующим подсчетом количества попавшихся в них особей. Полученные данные можно сопоставить с результатами наблюдений причиненного медведкой культурным растениям урона. После сбора соответствующей информации следует составить шкалу, демонстрирующую взаимосвязь количества пойманных животных и степени повреждений культурных растений.

Среди экологически безопасных методов борьбы с медведкой можно назвать использование естественных врагов, к которым относятся землеройки, кроты, ежи, муравьи, жужелицы и другие хищники. Чем выше биологическое разно-

образии агроценоза, тем больше вероятность установления приемлемого баланса численности медведки благодаря жизнедеятельности её врагов. В свою очередь такого разнообразия можно добиться благодаря минимизации использования высокотоксичных пестицидов и внедрению других экологически безопасных агротехнологий.

Другой сравнительно простой и безопасный способ снижения количества медведки на земельном участке – это обустройство зимних ловушек, наполненных полуразложившимся навозом или растительными остатками. В них насекомые будут собираться для зимовки и после установления морозов содержимое ловушки нужно разбросать по поверхности земли. В результате укрывшиеся в этой массе насекомые погибнут.

Наблюдения польских исследователей свидетельствуют о том, что оптимальная численность насекомого составляет всего лишь 2–5 особей на сотку. Таким образом можно предположить, что только любое минимальное количество медведок, которое останется после борьбы с ней, может приносить пользу.