

странения патогенов и повысить устойчивость популяций животных.

Разработанный комплекс, основанный на системном подходе к проблеме оздоровления и повышения устойчивости

диких животных, способствует сохранению биологического разнообразия редких видов дикой фауны и повышению получаемой продукции ресурсных видов при ведении охотничьего хозяйства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Методика определения экономической эффективности использования в сельском хозяйстве результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, новой техники, изобретений и рационализаторских предложений. – М. : ВНИИПИ, 1983. – 149 с.

2. Определение экономической эффективности мероприятий в ветеринарной медицине : утв. Главным управлением ветеринарии МСХиП Республики Беларусь 12 мая 2009 г. № 10-1-5/802. – Витебск, 2009. – 40 с.

3. Рекомендации по ведению паразитоценологического мониторинга популяций охотничьих животных в Беларуси. – Минск : БГТУ, 2015. – 33 с.

УДК 57.017.3:591.5

<https://doi.org/10.47612/2224-1647-2021-1-8-15>

Полоз С.В., кандидат ветеринарных наук¹

Стрельчяня И.И., кандидат ветеринарных наук, доцент²

¹РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству», г. Минск

²РУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С.Н. Вышелецкого», г. Минск

УСТОЙЧИВОСТЬ ЖИВОТНЫХ В УСТОЙЧИВОСТИ ЭКОСИСТЕМ (ОБЗОР)

Резюме

Анализ литературных источников, имеющих в открытой печати, определил актуальность изучения устойчивости животных в естественных ареалах обитания и зоокультуре как одного из маркеров устойчивости экосистем. В данной статье описано разнообразие методов определения и многогранность оценки устойчивости животных, что требует разработки подходов, которые могут помочь целостно решить данную проблему. Показана необходимость изучения процессов формирования устойчивости животных и установления взаимосвязи между устойчивостью, сопротивляемостью и толерантностью и причинами (условиями, абиотическими и биотическими факторами), изменяющими их характеристики.

Ключевые слова: аспекты устойчивости, животные, экосистемы, сопротивляемость, толерантность, биотические и абиотические факторы.

Summary

An analysis of the literature review available in the open access has determined the relevance of studying the resistance of animals in natural habitats and zooculture as marker of ecosystem stability. This article provides a variety of methods for determining and the versatility of assessing animal resistance, which requires the development of approaches that can help to solve this problem comprehensively. It is shown that it is necessary to study the processes of formation of animal resistance and to establish the relationship between resistance, sustainability and tolerance and the reasons (conditions, abiotic and biotic factors) that change their characteristics.

Keywords: aspects of sustainability, animals, ecosystems, resistance, tolerance, biotic and abiotic factors.

Поступила в редакцию 15.02.2021 г.

В мире, который все больше изменяется в результате деятельности человека, сохранение биоразнообразия имеет значе-

ние в качестве страховки для поддержания устойчивости экосистем и обеспечения устойчивого притока экосистемных воз-

возможностей в общество. Однако существующие заповедники и национальные парки вряд ли будут учитывать долгосрочную и крупномасштабную динамику экосистем. Следовательно, стратегии сохранения должны активно включать большие площади земель, которые населены животными. Для реорганизации экосистем после крупномасштабных природных и антропогенных нарушений пространственная устойчивость в форме экологической памяти является необходимым условием. Экологическая память состоит из видов, взаимодействий и структур, которые делают возможной реорганизацию экосистемы, и ее компоненты могут быть обнаружены как на нарушенных участках, так и в окружающем ландшафте [16].

Для того чтобы экосистемные возможности сохранялись с течением времени, экосистемы, предоставляющие их, должны продолжать функционировать, несмотря на сбои. Другими словами, они должны быть стабильными и устойчивыми, а концепции, выдвинутые независимо в различных научных сообществах, означают примерно одно и то же: способность систем продолжать функционировать даже в случае нарушения. При рассмотрении стабильности и устойчивости критически важен масштаб: то, что будет работать лучше всего в короткие сроки, не обязательно будет работать лучше в долгосрочной перспективе. Например, там, где естественный отбор увеличивал жизнеспособность организмов в узких рамках определенных условий окружающей среды, нет оснований ожидать, что устойчивость сохранится, если эти условия изменятся. Учитывая, что в любом процессе выбора неизбежны компромиссы, разумно ожидать, что адаптация к одному набору условий может привести к недостаткам в меняющейся среде. Точно так же то, что лучше всего для локального сообщества, обычно наилучшим образом не работает на местном или глобальном уровне. Важно понимать, что устойчивость или неустойчивость (восприимчивость, изменчивость) на уровне всей системы может быть достиг-

нута именно за счет отсутствия устойчивости на уровне отдельных агентов, составляющих систему. Многие болезни сохраняются, несмотря на усилия по лечению, потому что патогены образуют сложные адаптивные системы, устойчивость которых (например гриппа) на уровне серотипов опосредована высокой частотой мутаций, что позволяет постоянно заменять отработанные штаммы новыми, а на более высоких уровнях – явлениями рекомбинации, которые создают новые серотипы. Таким образом, разнообразие и поддерживающие его механизмы являются важными аспектами адаптивной способности любой устойчивой системы. Точно так же для достижения устойчивости обычно требуется поддержание достаточной изменчивости на уровне компонентов системы, так что могут действовать естественные и другие формы отбора. Конечно, одного этого недостаточно, нет гарантии, что индивидуальный отбор будет работать в позитивную сторону. С одной стороны, необходимо оптимизировать такие свойства, как стабильность. Напротив, в сложных адаптивных системах надо использовать другой подход. Вопрос, представляющий фундаментальный интерес, заключается в том, насколько свойства устойчивости сложных адаптивных систем отличаются от систем, которые были разработаны для обеспечения стабильности [9]. Пример с гриппом показывает, что важны не только пространственные и временные масштабы, но и организационный масштаб. То, что стабильность ассамблеи может основываться на высокой изменчивости составляющих ее единиц, является знакомым понятием в области экологии сообществ. D. Tilman и его коллеги (1996) обнаружили, что устойчивость воспроизводства в сообществах с высоким разнообразием возникает не вопреки, а в первую очередь из-за высокой изменчивости плотности отдельных популяций [23]. Наконец, извечная дискуссия в экологии о том, ведет ли разнообразие к стабильности, носит в основном семантический характер. Исследования, посвященные плотности отдельных видов, показы-

вают, что более разнообразные сообщества менее устойчивы по этому определению [2, 11, 22], но нет противоречия в том, что такие сообщества могут быть более устойчивыми относительно совокупных свойств, таких как соотношение видов и численности или круговорот питательных веществ [10].

То есть важно понимать, что есть два ключевых аспекта того, что можно назвать устойчивостью (или сопротивляемостью): сопротивление к изменениям (в том числе сопротивление в такой степени, при которой организм (система) может быть необратимо нарушена по отношению к исходному состоянию); и в более общем плане способность организма (системы) к восстановлению [10].

Устойчивость – это процесс, который позволяет животным и людям адаптироваться к неблагоприятным условиям и восстанавливаться после них. У людей этому процессу способствуют индивидуальные качества, такие как личный контроль, положительный аффект, оптимизм и социальная поддержка. Биопсихосоциальные исследования индивидуальных качеств, способствующих устойчивости, показывают, что эти факторы помогают защитить организм людей от вредного воздействия стрессоров на физиологию в целом и иммунитет в частности. У животных на сопротивляемость влияют только иммунные процессы. Эти данные основаны на знаниях, накопленных в исследованиях как на животных, так и на людях, о влиянии иммунных факторов на мозг и поведение [4].

У крупных плотоядных животных сформировалось поведение и жизненные черты, которые придали устойчивость к нарушениям окружающей среды в различных временных и пространственных масштабах. Синтез эмпирической информации для каждого крупного вида хищников в Скалистых горах позволил выделить три основных механизма устойчивости на разных иерархических уровнях: поведенческая пластичность в поиске пищи, которая повышает ее доступность, демографическая компенсация выбытия (охота, хищ-

ничество) и рассредоточенность, обеспечивающая функциональную связь между фрагментированными популяциями. Установлено, что, обладая высокой годовой продуктивностью и способностью к расселению, волки (*Canis lupus*) характеризуются значительной устойчивостью к умеренным уровням нарушения человеком среды обитания и популяций. Пумы (*Puma concolor*), по-видимому, обладают несколько меньшей устойчивостью из-за более специфических требований к среде обитания, необходимости выслеживания добычи и более низкой двухлетней продуктивности. Медведи гризли (*Ursus arctos horribilis*) обладают гораздо меньшей устойчивостью из-за их потребности в качественных кормах весной и осенью, низкой трехлетней продуктивности и сильной филопатии потомства самок в пределах семейной группы. Росомахи (*Gulo gulo*) кажутся более восприимчивыми к естественным изменениям чистоты территорий и могут иметь более низкую продуктивность в течение всей жизни, чем даже медведи гризли. Ускоряя темпы и расширяя масштабы нарушений, люди подорвали механизмы устойчивости крупных плотоядных животных и привели к ее повсеместному снижению. Как профили устойчивости, так и исторические данные свидетельствуют о необходимости создания различных форм убежищ для крупных плотоядных животных. Обладая высокой продуктивностью и способностью к расселению, волки и пумы могут адекватно реагировать на убежища, которые единично распределены по ландшафту на таких расстояниях, которые обеспечивают пространственное распределение. Обладая более низкой продуктивностью и способностью к рассредоточению, медведи гризли и росомахи могут лучше себя чувствовать в ландшафте, где преобладают более крупные или смежные рефугиумы [24].

В зоопарках можно увидеть представителей многих редких видов, но лишь немногие из них содержатся там длительное время. Высокие генетические, демографические и поведенческие требования

являются частью проблемы формирования устойчивости, а исторические цели зоопарков и задачи управления популяциями – это две разные проблемы, которые уступают место проблеме сокращения и угрозы исчезновения мировой популяции диких животных. Новая политика имеет значение для продолжения работы зоопарков, и, если нужно способствовать размножению вымирающих видов, то это должно быть в приоритете. Однако зоопарки имеют небольшую вместимость животных, и подбор животных должен быть более целенаправленным. Кроме того, становится актуальной возможность зоопарков оказывать помощь и поддержку паркам и заповедникам, в которых возможно управлять определенными исчезающими видами [3].

Большое значение в формировании устойчивости животных играют возбудители инфекционных и инвазионных патологий. Инфекционные заболевания способствовали сокращению численности снежных баранов (*Ovis canadensis*) и их искоренению в Северной Америке и продолжают препятствовать восстановлению популяций и управлению ими. Имеются сообщения о вспышках пневмонии у снежных баранов, находящихся в естественных условиях обитания после контакта с домашними овцами. Однако экологические и этиологические особенности возбудителей все еще препятствуют пониманию механизмов возникновения и осуществления контроля над респираторными заболеваниями у диких овец. Многие факторы способствуют возникновению этого ограничивающего популяцию заболевания, но бактерия *Mycoplasma ovipneumoniae*, характерная для *Caprinae* и обычно переносимая здоровыми домашними овцами и козами, по видимому, является основным агентом, необходимым для инициирования эпизоотии у снежных баранов. Эпизоотии среди животных всех возрастов обычно связаны со значительным сокращением численности населения животных, но уровень смертности широко варьирует, а факторы, влияющие на тяжесть заболевания, пока изучены недостаточно. После интродукции

животных на новые территории *Mycoplasma ovipneumoniae* может сохраняться в популяциях снежного барана в течение десятилетий. Самки-носители могут передавать патоген своим восприимчивым ягнтятам, вызывая в питомниках вспышки фатальной пневмонии, которые ограничивают численность и замедляют или препятствуют восстановлению популяции. Демографические изменения при сохранении болезни могут быть равными или превышающими последствия первоначальной эпизоотии. Типирование штаммов предполагает, что распространение *M. ovipneumoniae* в популяции снежных баранов от домашних мелких жвачных животных продолжается и что его последствия усиливаются из-за перемещений инфицированных снежных баранов в популяциях. Таким образом, принятые в настоящее время стратегии борьбы с болезнями сосредоточены на снижении риска распространения инфекции от резервуарных популяций домашних овец и коз и на ограничении передачи среди снежных баранов.

Для предотвращения контактов, которые могут привести к передаче, используются различные методы, в том числе ограничение численности и распространения как диких, так и домашних видов. Никакая вакцина или антибиотикотерапия в отдельности не позволяют контролировать инфекцию домашних или диких овец, и на сегодняшний день меры управления оказались безуспешными для снижения заболеваемости, смертности или распространения болезни после заражения популяции снежного барана. Необходимы более эффективные стратегии для предотвращения заноса патогенов, стимулирования исчезновения болезней в постоянно инфицированных популяциях и повышения устойчивости популяций в разнообразных ландшафтах, где обитают снежные бараны. Всестороннее изучение динамики заболевания среди популяции животных может помочь выяснить, как болезнь иногда исчезает естественным путем и можно ли повысить сопротивляемость животных перед инфекцией. Для ускорения прогресса

са в поиске устойчивых решений для защиты и восстановления популяций снежного барана необходимо проведение исследований по адаптивному управлению популяций в разных юрисдикциях и трансдисциплинарное сотрудничество, включая партнерство со специалистами по заболеваниям домашних овец и коз. Таким образом, приоритеты управления включают снижение риска распространения инфекции от домашних овец и коз, содействие исчезновению патогенов после того, как распространение произошло и изучение возможностей повышения устойчивости отдельных особей и популяций в целом перед инфекцией [13].

Сельскохозяйственные животные подвергаются постоянной атаке патогенов, присутствующих в окружающей среде. Устранение этих патогенов на животноводческих объектах не всегда возможно. Следовательно, повышение сопротивляемости животных, то есть их способности поддерживать высокий уровень продуктивности во время заражения, представляет собой желательную стратегию защиты от инфекций. Несмотря на убедительные доказательства генетической изменчивости, которая является одним из аспектов устойчивости хозяина к некоторым типам инфекций, в генетических исследованиях устойчивости ученые сталкиваются с рядом теоретических и практических проблем [5].

Позвоночные животные различаются по сопротивляемости и устойчивости к инфекционным заболеваниям, а механизмы, которые регулируют баланс между этими часто противоположными защитными процессами, не совсем понятны. Вариабельность чувствительности видов к индукции повреждающего воспаления в ответ на эквивалентную нагрузку патогенов (устойчивость) затрудняет использование животных моделей. Было обнаружено, что индукция провоспалительных цитокинов из макрофагов в ответ на воспалительные стимулы *in vitro* регулируется белками сыворотки крови и обратно пропорциональна устойчивости вида животных *in vivo*. Это

открытие предполагает, что именно белки сыворотки, а не внутренние клеточные различия между видами могут играть роль в регулировании вариаций устойчивости к молекулярным паттернам, связанным с микробами. Участие в формировании устойчивости циркулирующих белков в качестве ключевых молекул вселяет надежду на то, что этим процессом можно управлять для создания лучших моделей и потенциально новых мишеней для лекарств [17].

Чтобы в будущем эффективно реагировать на неопределенные сценарии трансмиссивных болезней в меняющемся мире, необходимо уделять больше внимания созданию устойчивых и адекватных биологических систем в настоящем [1].

При измерении устойчивости к изменениям, выходящим за рамки фиксированных поведенческих фенотипов, предложенных теорией POLS, установлено, что дикие животные, которые вкладывают непропорционально большие средства в воспроизводство, а не в сохранение соматки, менее устойчивы [25]. Экологическая иммунология дает широкий теоретический взгляд на фенотипическую пластичность в иммунитете, то есть на изменения, связанные со значением иммунитета в различных ситуациях, включая стрессовые. Затраты на максимально эффективный иммунный ответ могут иногда перевешивать преимущества, а некоторые компоненты иммунитета могут быть адаптивно подавлены. Болезненное поведение сохраняет энергию для использования иммунной системой, острый стресс мобилизует иммунных защитников «первой линии», подавляя при этом более дорогостоящие реакции, а хронический стресс может подавлять дорогостоящие реакции, чтобы сохранить энергию для противодействия потере ресурсов, связанной со стрессом. Неожиданные взаимосвязи между стрессовыми «буферами» и иммунными функциями демонстрируют фенотипическую пластичность, связанную с поиском или сохранением ресурсов. Экологические модели также могут помочь в по-

нимании взаимосвязи между стрессом и иммунитетом [18]. Изучение хронического стресса у животных показало, что эпигенетические и воспалительные механизмы играют важную роль в обеспечении устойчивости [6]. Острые стрессоры (длящиеся минуты) были связаны с потенциально адаптивной активацией некоторых параметров естественного иммунитета и подавлением некоторых функций специфического иммунитета. Кратковременные натуралистические факторы стресса имели тенденцию подавлять клеточный иммунитет при сохранении гуморального иммунитета. Хронические стрессоры были связаны с подавлением как клеточных, так и гуморальных факторов. Эффект от последовательности событий варьировался в зависимости от типа события (травма или потеря). Фрагментарные сообщения о стрессе обычно не связаны с иммунными изменениями. В некоторых случаях физическая уязвимость как функция возраста или заболевания также увеличивает уязвимость к изменениям иммунной системы во время воздействия стрессоров [19].

Факторами, влияющими на устойчивость животных, являются тревожные расстройства, которые связаны с повышенным высвобождением периферических цитокинов. Однако их функциональное значение остается неизвестным. Используя модель социального стресса у мышей, обнаружили ранее существовавшие индивидуальные различия в чувствительности периферической иммунной системы, которые способствуют восприимчивости (уязвимости) к социальному стрессу и его предопределяют. Цитокиновые профили были получены через 20 минут после первого воздействия социального стресса. Из цитокинов, регулируемых стрессом, IL-6 был наиболее активен только у мышей, у которых в конечном итоге развился чувствительный поведенческий фенотип после последующего хронического стресса, и уровень их оставался повышенным в течение по крайней мере 1 месяца. Было подтверждено аналогичное повышение уровня IL-6 в сыворотке крови у двух отдельных

групп с резистентным к лечению большим депрессивным расстройством. Перед любым физическим контактом с мышами наблюдали индивидуальные различия в уровнях IL-6 из стимулированных *ex vivo* лейкоцитов, которые показывают предварительную восприимчивость по сравнению с устойчивостью к последующему стрессору. Чтобы изменить чувствительность периферической иммунной системы к про- или антидепрессивному состоянию, были созданы химеры путем трансплантации гематопозитических клеток-предшественников от чувствительных к стрессу мышей, высвобождающих высокий уровень IL-6 (IL-6^{-/-}BM) или с пробиванием IL-6 (IL-6^{-/-}). Для чувствительных к стрессу химер BM была характерна высокая степень игнорирования сообщества после воздействия подпорогового стресса повторного социального поражения (RSDS) или чисто эмоционального стресса, называемого поражением свидетеля. Химерные мыши с IL-6^{-/-}BM и мыши с IL-6^{-/-}, а также мыши, получавшие системные моноклональные антитела к IL-6, были устойчивы к социальному стрессу. Эти данные свидетельствуют, что существовавшие ранее различия в чувствительном к стрессу высвобождении IL-6 из лейкоцитов, происходящих из костного мозга, функционально вносят вклад в вызванные социальным стрессом поведенческие аномалии [8].

Метаболические параметры непосредственно участвуют в регуляции функции иммунных клеток. Вызываемый воспалением метаболизм ароматических аминокислот, в первую очередь триптофана и фенилаланина, играет здесь центральную роль [21]. Исследования показали, что в условиях эксперимента у субдоминантных самцов после 2 дней непрерывного социального противостояния отмечается значительная потеря массы тела и повышенная концентрация гормонов надпочечников в плазме, что указывает на стрессовую для них социальную среду. У них регистрируется более низкое количество CD4 и CD8 T-клеток в крови [20]. В условиях эксперимента на крысах установлено, что вмеша-

тельства, которые смягчают оксидативный стресс, могут ослаблять, преодолевать нейрорповеденческий дефицит [12].

Огромное влияние на устойчивость животных оказывает микробиом их желудочно-кишечного тракта. Микробиом кишечника включает все микроорганизмы и их геномы, обитающие в кишечном тракте. Это ключевой узел в двунаправленной оси кишечник-мозг, которая развивается в результате ранней колонизации и посредством которой мозг и кишечник совместно поддерживают здоровье организма. Основное исследование показало, что мыши, выращенные в стерильных условиях и, следовательно, лишённые аборигенных бактерий (мыши без микробов), демонстрировали повышенные физиологические реакции на стресс по сравнению с нормальным контролем. Аномальные реакции были обратимы благодаря вызванной пробиотиками бактериальной реколонизации [14]. Это открытие выявило этиологическую роль микробиома в развитии оси гипоталамус-гипофиз-надпочечники (НРА). С тех пор было обнаружено, что кишеч-

ные бактерии участвуют в регуляции разнообразных и важных физиологических процессов, включая иммуномодуляцию [7, 15].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенный анализ литературных источников позволил выявить проблемы изучения устойчивости животных в устойчивости экосистем. Мы показали наличие альтернативных методов определения устойчивости животных, которые могут давать разные результаты, поэтому требуют разработки подходов для целостного решения данной проблемы. В частности, необходимо изучить процессы формирования устойчивости животных и установить взаимосвязь между устойчивостью, сопротивляемостью и толерантностью и причинами (условиями, факторами), изменяющими их характеристики. Для этого необходимо проводить экспериментальные исследования, в том числе по нативному заражению в естественной среде обитания и по заражению в условиях контролируемой среды, т.е. в условиях зоокультуры.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Addressing vulnerability, building resilience: community-based adaptation to vector-borne diseases in the context of global change* / K. L. Bardosh [et al.] // *Infectious Diseases Poverty*. – 2017. – Vol. 6. – 21 p.
2. *Biodiversity and ecosystem functioning: Empirical evidence from experimental microcosms* / S. Naeem, L. J [et al.] // *Philosophical Transactions of the Royal Society B*. – 1995. – Vol. 347, iss. 1321. – P. 249–262.
3. *Conway, W. G. Buying time for wild animals with zoos* / W. G. Conway [et al.] // *Zoobiology*. – 2011. – Vol. 30, iss. 1. – P. 1–8.
4. *Dantzer, R. Resilience and immunity* / R. Dantzer // *Brain, Behavior, and Immunity*. – 2018. – Vol. 74. – P. 28–42.
5. *Doeschl-Wilson, A. B. Inferring genetic resilience of animals to infectious pathogens – opportunities and pitfalls* / A. B. Doeschl-Wilson, G. Lough // *Breeding Focus 2014 – Improving resilience*. – 2014. – P. 19–30.
6. *Epigenetic modulation of inflammation and synaptic plasticity promotes resilience against stress in mice* / J. Wang [et al.] // *Nature Communications*. – 2018. – Vol. 9. – 14 p.
7. *Hooper, L. V. Interactions between the microbiota and the immune system* *Science* / L. V. Hooper, D. R. Littman, A. J. Macpherson // *Science*. – 2012. – Vol. 336, iss. 6086. – P. 1268–1273.
8. *Individual differences in the peripheral immune system promote resilience versus susceptibility to social stress* / G. E. Hodes [et al.] // *PNAS*. – 2014. – Vol. 111 (45). – P. 16136–16141.
9. *John, L. Resilience and Conservation of Large Carnivores in the Rocky Mountains* / L. John [et al.] // *Conservation Biology*. – 1996. – Vol. 10, iss. 4. – P. 964–976.
10. *Levin, S. A. Ecosystems and the biosphere as complex adaptive systems* / S. A. Levin // *Ecosystems*. – 1998. – Vol. 1. – P. 431–436.

11. Levin, S. A. Resilience, Robustness, and Marine Ecosystem-based Management / S. A. Levin, J. Lubchenco // *BioScience*. – 2008. – Vol. 58, iss. 1. – P. 27–32.
12. May, R. M. Will a large complex system be stable? / R. M. May // *Nature*. – 1972. – Vol. 238. – P. 413–414.
13. Modulating oxidative stress relieves stress-induced behavioral and cognitive impairments in rats / N. Solanki [et al.] // *Int. J. Neuropsychopharmacol.* – 2017. – Vol. 20, iss. 7. – P. 550–561.
14. Pneumonia in bighorn sheep: Risk and resilience / E. F. Cassirer [et al.] // *Wildlife management Special Section: Mountain Sheep Management*. – 2018. – Vol. 82, iss. 1. – P. 32–45.
15. Postnatal microbial colonization programs the hypothalamic–pituitary–adrenal system for stress response in mice / N. Sudo [et al.] // *The journal of Physiology*. – 2004. – Vol. 558. – P. 263–275.
16. Psychobiotics and the Manipulation of Bacteria – Gut – Brain Signals / A. Sarkar [et al.] // *Trends in Neurosciences*. – 2016. – Vol. 39, iss. 11. – P. 763–781.
17. Reserves, Resilience and Dynamic Landscapes / J. Bengtsson [at al.] // *Journal of the Human Environment*. – 2004. – Vol. 32(6). – P. 389–396.
18. Resilience to Bacterial Infection: Difference between Species Could Be Due to Proteins in Serum / H. S. Warren [at al.] // *The Journal of Infectious Diseases*. – 2010. – Vol. 201, iss. 2. – P. 223–232.
19. Segerstrom, S. C. Resources, stress, and immunity: an ecological perspective on human psychoneuroimmunology / S. C. Segerstrom // *Annals of Behavioral Medicine*. – 2010. – Vol. 40. – P. 114–125.
20. Segerstrom, S. C. Psychological stress and the human immune system: a meta-analytic study of 30 years of inquiry / S. C. Segerstrom, G. E. Miller // *Psychological Bulletin*. 2004. Vol. 130 (4). P. 601–630.
21. Stefanski, V. Social stress in laboratory rats: behavior, immune function, and tumor metastasis / V. Stefanski // *Physiology & Behavior*. – 2001. – Vol. 73, iss. 3. – P. 385–391.
22. Strasser, B. Mechanisms of inflammation-associated depression: immune influences on tryptophan and phenylalanine metabolisms / B. Strasser // *Inflammation – associated depression: evidence, mechanisms and implications*. – 2016. – P. 95–115.
23. Tilman, D. Biodiversity and stability in grasslands / D. Tilman, J. A. Downing // *Nature*. – 1994. – Vol. 367. – P. 363–365.
24. Tilman, D. Productivity and sustainability influenced by biodiversity in grassland ecosystems / D. Tilman, D. Wedin, J. Knops // *Nature*. – 1996. – Vol. 379. – P. 718–720.
25. Weaver, J. L. Resilience and Conservation of Large Carnivores in the Rocky Mountains / J. L. Weaver, P. C. Paquet, L. F. Ruggiero // *Conservation Biology*. – 1996. – Vol. 10, iss. 4. – P. 964–976.

ВАКЦИНА ПРОТИВ ПАСТЕРЕЛЛЕЗА И САЛЬМОНЕЛЛЕЗА ПУШНЫХ ЗВЕРЕЙ ИНАКТИВИРОВАННАЯ

◆ изготовлена из штаммов *Pasteurella multocida* (КМИЭВ-67, КМИЭВ-68, КМИЭВ-69), *Salmonella cholerae suis* (КМИЭВ-B126), *Salmonella dublin* (КМИЭВ-B124), *Salmonella typhimurium* (КМИЭВ-B130)

◆ применяют для иммунизации пушных зверей с профилактической целью в звероводческих хозяйствах, неблагополучных по пастереллезу и сальмонеллезу



WWW.BIEVM.BY