

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ МИКРОФЛОР В РАЗЛИЧНЫХ СЛОЯХ ПОЧВ

И. ДЖ. МУРЗАЛИЕВ, М. М. САЙИДКУЛОВ

УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»,
г. Витебск, Республика Беларусь, 210026

(Поступила в редакцию 01.07.2024)

В статье приведены состояние почв по экологическим зонам Республики Беларусь, изучено состояние микроорганизмов в различных средах и в слоях почвы, влияющие на образование гумусов, выяснены факторы, вызывающие их загрязнение. Проанализированы верхний (до 30 см), средний (до 2 м) и глубокий слои почв с установлением различных видов микрофлор. В результате их классификации с учетом экологических и эпизоотологических факторов перечень возбудителей инфекций был разделен на три группы: на природно-очаговые инфекции – трансмиссивные (с одним или несколькими переносчиками) и не-трансмиссивные (передаются орально-фекальными, аэрозольными, трансмиссивными, контактными и смешанными путями с сохранением на длительное время); на эдафические – возбудители с сапрофитным типом питания (сапронозы), передаются воздушно-пылевым, с живыми переносчиками и фекально-оральными путями. Они ведут сапрофитный образ жизни и могут циркулировать в биотических объектах внешней среды. условно-патогенные микроорганизмы – передаются фекально-оральным, аэрозольным путями с локализацией возбудителей в крови. Возбудители условно-патогенных инфекций обладают механизмами длительной персистенции в организме животных, а также устойчивы к факторам внешней среды.

В окружающей среде установлены три основные среды обитания: организм людей, организм животных и внешняя среда. В почвенной среде многочисленное количество микрофлоры составляют грибы, актиномицеты, вирусы, бактерии, прiony, бактериофаги и специфические нематоды.

В итоге выяснено, что кругооборот веществ в почве происходит в виде выполнения трех функций: 1) растения синтезируют органическое вещество, 2) живые микроорганизмы проводят механическое и биохимическое разрушение веществ, 3) образование гумуса проходит путем синтеза физиологически активных минеральных и органических веществ. Живые организмы и бактерии в почвах употребляют растительные углеводы, жиры и белки, а грибы разрушают целлюлозу и играют основную роль в биологическом кругообороте веществ и потоке энергии.

Ключевые слова: биосфера, популяция, сообщество, экосистема, загрязняющее вещество, окружающая среда, экологическая безопасность, микрофлора, почва.

The article presents the state of soils in ecological zones of the Republic of Belarus, studies the state of microorganisms in various environments and in soil layers affecting the formation of humus, and identifies the factors causing their pollution. The upper (up to 30 cm), middle (up to 2 m) and deep soil layers were analyzed, with various types of microflora identified. As a result of their classification, taking into account ecological and epizootological factors, the list of pathogens was divided into three groups: natural focal infections – transmissible (with one or more carriers) and non-transmissible (transmitted by oral-fecal, aerosol, transmissible, contact and mixed routes with long-term preservation); edaphic – pathogens with a saprophytic type of nutrition (sapronoses), transmitted by airborne dust, with live carriers and fecal-oral routes. They lead a saprophytic lifestyle and can circulate in biotic objects of the external environment. Opportunistic microorganisms are transmitted by the fecal-oral, aerosol routes with the localization of pathogens in the blood. Pathogens of opportunistic infections have mechanisms of long-term persistence in the body of animals, and are also resistant to environmental factors.

Three main habitats are established in the environment: the human body, the animal body and the external environment. In the soil environment, numerous microflora are fungi, actinomycetes, viruses, bacteria, prions, bacteriophages and specific nematodes.

As a result, it was found that the circulation of substances in the soil occurs in the form of performing three functions: 1) plants synthesize organic matter, 2) living microorganisms carry out mechanical and biochemical destruction of substances, 3) humus formation occurs through the synthesis of physiologically active mineral and organic substances. Living organisms and bacteria in soils consume plant carbohydrates, fats and proteins, and fungi destroy cellulose and play a major role in the biological cycle of substances and energy flow.

Key words: biosphere, population, community, ecosystem, pollutant, environment, environmental safety, microflora, soil.

Введение

В настоящее время в Республике Беларусь в хозяйствующих субъектах ежегодно растут объемы применения минеральных и органических удобрений, химических средств борьбы с болезнями растений и животных, вредителями и сорняками. Вместе с тем увеличивается количество эрозии и деградации почв и пастбищ, происходит засорение их различными химическими, нередко токсическими веществами. Также несвоевременное проведение севооборотов приводит к ухудшению плодородия почв и выделению из севооборотов сельхозугодий [1, 2, 3].

Проблема сохранения почв и повышения их урожайности на сегодняшний день является первоочередной задачей работников села. Для возобновления плодородия почв прежде всего требуется изучение их загрязнения и сохранение источников их восстановления. Процесс повышения качества почв проходит длительно и требует много времени. Почвообразовательные процессы слоя толщиной 1 см формируются в различных природных условиях на протяжении от 100 до 300 лет, а образование гумусного слоя почв требует дополнительных вкладов. Земли сельскохозяйственного назначения

непосредственно требуют обогащения запасов перегноя, азота, фосфора, калия и других микроэлементов для обеспечения высокой урожайности сельхозкультур [3, 6, 8].

В последние годы в результате интенсивных выбросов отходов промышленности, перерабатывающих предприятий, строительства и сельского хозяйства в окружающую среду и повышения процессов загрязнения стали более ускоренно появляться эрозии и деградации почв и начал быстро разрушаться баланс почвы. За последний период в республике количество эрозийных и деградированных почв составило более 2 млн га [9].

Согласно намеченным задачам, правительством республики принят Закон Республики Беларусь «Об охране окружающей среды» (26.11.1992 № 1982-ХІІ) для решения актуальных проблем природы и сохранения улучшенного состояния почв, пастбищ и сенокосов [8, 9].

Цель работы – изучить экологическое состояние почв и факторы их загрязнения, а также состояние микроорганизмов в различных зонах и слоях почв, влияющих на образование гумусов.

Основная часть

Исследования проводились на кафедре зоологии и экологии УО ВГАВМ. Для изучения использовались приборы, оборудование, микроскопы, термостат, центрифуга и компьютерный класс (проектор, лазерный принтер). Были проанализированы статистические данные предприятий о состоянии окружающей среды и природных ресурсов, проведены лабораторные исследования в агрохимической лаборатории Витебской области. Проанализировано влияние абиотических, биотических и антропогенных факторов на состояние почв. Комплексное лабораторно-практическое исследование почв проводилось в СПК «Ольговское» на пахотных землях площадью 80 га под сельхозугодья и на 50 га пастбищ, а также на 30 га пашен и на 20 га пастбищ крестьянского хозяйства «Красный двор» Витебского района Витебской области. Также наблюдения проводились на неиспользуемых участках земель (бугорках, неудобьях, лоцинистых и кустарниковых участках). Всего в двух хозяйствах были исследованы 110 га пахотных земель сельхоз назначения и 70 га пастбищ для скота.

Для опытов были использованы экологические, эпизоотологические, агрохимические, экспериментальные, физиологические, лабораторно-полевые методы и экологический мониторинг. Экологические методы включали анализ сезонности развития, расселения, акклиматизации полезных и вредных веществ, проблем засоления почв. Физиологическим методом изучали состояние микроорганизмов в почвах, их совместное воздействие на внутриволюционную разнородность. Полевым методом установили влияние на почву комплекса факторов внешней среды и выяснили их состояние в более критических условиях. Экспериментальным методом изучили воздействие выбросов и отходов предприятий на состояние почв. Соответственно изучали их воздействие на состояние окружающей среды и в последующем разрабатывали механизмы нормализации. Лабораторные методы применялись для исследования лабораторных проб почв и выяснения их взаимоотношений в состоянии их популяций в сообществе. Агрохимическим методом определяли наличие или отсутствие различных минералов, неорганических соединений, микроэлементов (С, N, S, P, Fe, Mn, CO, Mg). Исследования проводились согласно ГОСТу (56157-2014) с применением методов «сетка» и «конверт». Агрохимические методы исследования почвы проходили с выбором участков площадью 10×10 м. После исследования почв при однородной структуре выполнили работу на участке параметром от 1–5 га. Изучению подвергались верхний гумусный (плодородный) слой почвы глубиной до 30 см, средний менее плодородный слой до 2 метров и глубокий неплодородный или каменный слой почвы более двух метров. Изучили состояние кислотности (рН), физико-химический состав грунта и выяснили количество органики в 1 м² почвы [1, 2].

Эпизоотологический метод исследования осуществляли комплексно с проведением обследования хозяйств, сравнительно-географического описания эпизоотического процесса и анализа эпизоотологической карты местности. В последующем выяснили количество неблагополучных пунктов в хозяйствах по инфекционным болезням животных, особенно по природно-очаговым инфекциям. Изучали сроки появления, распространения и ликвидации заразной болезни с применением комплекса методических исследований. В сравнении анализировали эпизоотическое состояние местности, а также зависимость эпизоотической обстановки от природно-географических и социально-экономических условий регионов. Бактериологическим, вирусологическим, паразитологическим методами установили наличие в почвах бактерий, вирусов, актиномицетов, грибов и специфических нематод. Более подробно выяснили состояние почвенных микроорганизмов с выяснением их источников миграции по кругообороту «почва–растения–животные–человек и обратно» и их зависимость от природно-климатических факторов местности. Также изучали эффективность применяемых профилактических и лечебных средств против природно-очаговых инфекций. По результатам работы нам удалось разра-

ботать соответствующие противозпизоотические мероприятия и более эффективные методы борьбы по предотвращению экономического ущерба в животноводстве и в окружающей среде.

Экологический мониторинг проводили путем регулярного наблюдения за состоянием природных ресурсов и почв, особенно её изменений под влиянием естественных и антропогенных факторов. Анализировали влияние солнечной энергии, светового и теплового режима, температуры воздуха, воды и влажности на состояние почвы, а также изменение состава почвы, состояние популяции, сообщества, экосистемы, среды жизни, развития, роста, выживаемости и размножения живых организмов.

В почвах численность микроорганизмов колеблется от десятков до сотен тысяч и нескольких миллиардов в одном грамме. Почва как среда обитания обладает специфическими физическими свойствами.

Однако в республике в последние десятилетия интенсивные выбросы отходов промышленности, перерабатывающих предприятий, строительства и сельского хозяйства в окружающую среду увеличивается в 2 раза каждые 10 лет, загрязнение воды и почв ежегодно увеличивается до 100 %, что приводит к более ускоренному образованию эрозий и деградации почв.

По итогам исследования почв нами выявлено, что основная территория Беларуси состоит из подзолистых почв под хвойными лесами, характеризующимися образованием подстилки из лесного опада. Образующийся гумус мигрирует по почвенному профилю, а кислые продукты деструкции органических остатков снижают рН почвенного раствора и взаимодействуют с минеральной частью почвы. В переработке лесного опада играют активную роль микро- и мезофауны, микромицеты и микробы. В этих зонах часто встречается накопление гидроокисей железа, алюминия и марганца, связанной с активностью образования лесных гумусов, торфов и часто встречаются: бациллы – *B. virgulus*, *B. cereus*, *B. mycoides*, *B. agglomeratus*; микромицеты – мицелиальные грибы – *Mortierellagrammiana*, *Penicilliumthomii*, *P. daleae*, *P. frequenten*; микромицеты – дрожжевые грибы – *Candidapodzolica*, *Cr. terricolus*, *Lipomycesstarkeyi*, *Tremellaspp.* Также многие площади земель в республике составляет чернозем с преобладанием насыщенного нейтрального гумуса и зернистой структуры почвы. В отличие от лесных в черноземных почвах состав биогумуса больше и биомасса бактерий выше и часто встречаются: бациллы – *B. idosus*, *B. megaterium*, *B. cereus*, *B. brevis*; микромицеты и мицелиальные грибы – *P. tardum*, *P. janthinellum*, *P. vermiculatum*, *Aspergillusochraceus*; микромицеты и дрожжевые грибы – *Lipomycestetrasporus*, *Schwanniomycesoccidentalis*, *Cr. aerius*. В бугристых, холмистых местах и на деградированных почвах часто встречаются каштановые почвы, которые менее благоприятны для роста растительности из-за низкого количества биогумуса, минеральных и органических веществ. Значительную часть микрофлоры этих почв составляют актиномицеты и спорообразующие бактерии, которые непосредственно связаны с выпадением осадков. В каштановых почвах часто встречаются: бациллы – *B. idosus*, *B. megaterium*, *B. mesentericus*, *B. brevis*; микромицеты и мицелиальные грибы – *A. alliaceus*, *P. purpurogenum*, *P. lilacinum*; микромицеты и дрожжевые грибы – *L. tetrasporus*. В деградированных зонах почв нередко встречаются сероземные почвы, где запасы фито- и биомассы составляют не более 50 ц/га и слабо проходят низкие минерализационные процессы слабой средой для размножения микрофлор, бактерии и грибов. В сероземных почвах встречаются: бациллы – *B. brevis*, *B. idosus*, *B. mesentericus*, *B. megaterium*; микромицеты и мицелиальные грибы – *A. flavipes*, *A. fumigatus*, *Aterreus*, *A. ustus*, *Penicillium spp*; микромицеты и дрожжевые грибы – *Cr. albidus*.

По образованию гумусов нами исследованы три слоя почвы: верхний глубиной до 30 см, средний до 1–2 м и глубокий слой почв с установлением автохтонной, зимогенной, олиготрофной и автотрофной форм микрофлор.

Верхний слой почвы является самой благоприятной зоной по образованию гумуса и для развития и улучшения продуктивности растений. Достаточно активный образ жизни ведет аэробная микрофлора, грибы, протеи, вирусы, бактерии и нематоды. В этом слое почвы концентрируются вещества, необходимые для питания растений – фосфор, азот, кальций, калий и многие другие. В почвенной влаге содержатся газы, растворимые соли, питательные вещества. Почвенные растворы могут быть кислыми или щелочными, воздух обладает повышенным содержанием углекислого газа, углеводорода и водяного пара. Поэтому верхний слой почвы является самым необходимым слоем для образования гумуса и выступает как питательное средство для роста и улучшения урожайности растительного мира. Верхние слои почвы содержат массу корней растений в процессе роста, отмирания и разложения. Они разрыхляют почву и создают определенную структуру и условия для жизни микроорганизмов. По результатам исследования мы убедились, что все свойства почвы во многом зависят от климатических факторов и от жизнедеятельности почвенных микроорганизмов, которые механически пере-

мешивают и перерабатывают почву. При участии живых организмов в почве происходит постоянный кругооборот веществ и миграция энергии. Эти факторы зависят от рельефа местности. Путем анализа материалов мы убедились в том, что хорошо увлажненная почва легко прогревалась и медленно остывала, при этом суточное колебание температуры доходило до слоев почвы глубиной более одного метра, в зимний период их количество повышалось, а летом наоборот уменьшалось. Чем глубже, тем больше увеличивается количество углекислого газа в почве, а состояние кислорода уменьшается. Максимальное количество микроорганизмов находится в верхних слоях почвы, где складывается благоприятный режим влаги, температуры, обеспеченности кислородом и где имеются растительные и животные остатки – источники питания гетеротрофных микробов. Состояние биогумусного слоя почвы доходит до 30 см, в отдельных случаях может быть глубже в зависимости от биогенных и агротехнических приемов обработки.

Средний слой почвы является менее благоприятной средой для развития живых организмов и для образования биогумусов, слабое поступление солнечной энергии, влажности, кислорода и тепла более активизирует анаэробов, грибов и нематод.

В глубоком слое почвы более тяжелое положение для развития микробных тел и сообществ живых организмов. Существуют твердые слои минералов и тяжелые физические вещества горных пород, вечная мерзлота с низкой температурой, с отсутствием микроорганизмов и микрофлор из-за высокой плотности, давления и низкой температуры в ядре земли.

Во многих случаях почва является источником инфекции, содержащая возбудителей заболеваний человека, животных и растений. Н: споры сибиреязвенной бациллы (*Bacillus anthracis*) сохраняются жизнеспособными в скотомогильниках до 70 и более лет, прионы более 50 лет. Присутствие в почве кишечной палочки и термофильных микроорганизмов свидетельствует о достаточно свежем фекальном загрязнении, тогда как споры клостридий, сохраняясь длительное время в почве, могут свидетельствовать о давнем ее загрязнении. В бактериальных сообществах пресноводных и морских экосистем доминируют грамотрицательные бактерии, а грамположительные бактерии становятся доминантами в наземных экосистемах.

В результате анализа чистоты почв по санитарно-показательным микроорганизмам выявлено, что почва является чистой, если количество титров составляет по *E. coli* – 1,0 и выше; по нитрифицирующим бактериям – 0,1 и выше; по *S. perfringens* – 0,1 и выше и количеству термофильных бактерий 1 г составляет 100–1000. Соответственно в загрязненных почвах их число составляет – 0,9–0,01; 0,01–0,001; 0,009–0,0001; 1001–10000; и в сильно загрязненных почвах соответственно составляет – 0,009 и ниже; 0,0001 и ниже; 0,00009 и ниже и $10001-4 \cdot 10^6$.

В окружающей среде установлены три основные среды обитания: организм людей, организм животных и внешняя среда. В почвенной среде многочисленное количество микрофлоры составляют грибы, актиномицеты, вирусы, бактерии, прионы, бактериофаги и специфические нематоды.

В результате их классификации с учетом экологических и эпизоотологических факторов перечень возбудителей инфекций был разделен на три группы: на природно-очаговые инфекции – трансмиссивные (с одним или несколькими переносчиками) и нетрансмиссивные (передаются орально-фекальными, аэрозольными, трансмиссивными, контактными и смешанными путями с сохранением на длительное время); на эдафические – возбудители с сапрофитным типом питания (сапронозы), передаются воздушно-пылевым, с живыми переносчиками и фекально-оральными путями. Ведут сапрофитный образ жизни и могут циркулировать в биотических объектах внешней среды; условно-патогенные – передаются фекально-оральным, аэрозольным путями с локализацией возбудителей в крови. Возбудители условно-патогенных инфекций обладают механизмами длительной персистенции в организме животных, а также устойчивы к факторам внешней среды.

В итоге нами выяснено, что кругооборот веществ в почве происходит в виде выполнения трех функций: 1) растения синтезируют органическое вещество, 2) живые микроорганизмы проводят механическое и биохимическое разрушение веществ, 3) образование гумуса проходит путем синтеза физиологически активных минеральных и органических веществ.

Заключение

Типичные почвенные микроорганизмы адаптированы к различным видам почв и находятся в постоянном и многообразном взаимодействии друг с другом и со средой обитания. Почва является чистой, если количество титров составляет по *E. coli* – 1,0 и выше; по нитрифицирующим бактериям – 0,1 и выше; по *S. perfringens* – 0,1 и выше и количеству термофильных бактерий 1 г составляет 100–1000. Соответственно в более загрязненных почвах их число составляет – 0,9–0,01; 0,01–0,001; 0,009–0,0001; 1001–10000. Живые организмы и бактерии в почвах употребляют растительные углеводы,

жиры и белки, а грибы разрушают целлюлозу и играют основную роль в биологическом кругообороте веществ и потоке энергии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Коростелева Л. А., Коцаев А. Г. Основы экологии микроорганизмов. – Санкт-Петербург: Лань. – 2013 с.
2. Радкевич В. А. Экология. – Минск: Высшая школа, 1983. – 320 с.
3. Общая и ветеринарная экология / под. ред. А. И. Ятусевича. – Минск: «ИВЦ Минфина», 2014. – 308 с.
4. Мурзалиев И. Дж. Аденовирусные инфекции животных: монография. – Бишкек: Demi, 2008. – 200 с.
5. Мурзалиев И. Дж., Прудников В. С. Вирусные пневмоэнтериты овец; монография. – Бишкек: Demi, 2019. – 224 с.
6. Гараев Д. М., Мурзалиев И. Дж. Природно-климатические условия, влияющие на заболеваемость овец пневмоэнтеритами // Вестник Алтайского ГАУ РФ. – Барнаул, 2016. – № 4 – С. 150–154.
7. Третинникова, А. И. Биосфера и молодость человека; науч. рук. И. Дж. Мурзалиев // Студенты – науке и практике АПК: материалы 104-й Международной научно-практической конференции студентов и магистрантов, г. Витебск, 23 мая 2019 г. / Витебская государственная академия ветеринарной медицины. – Витебск: ВГАВМ, 2019. – С. 345–346.
8. Одинцова О. Г., Косилов Н. А. Экологические основы биологических отходов животноводства // Актуальные вопросы сельскохозяйственного производства: Международная научно-практическая конференция студентов и магистрантов, посвященной 95-летию академии, Витебск, 30 октября 2019 г. / Витебская государственная академия ветеринарной медицины. – Витебск: ВГАВМ, 2019. – С. 148–149.
9. Одинцова О. Г. Влияние факторов среды на продуктивность скота // Актуальные вопросы сельскохозяйственного производства: Международная научно-практическая конференция студентов и магистрантов, посвященной 95-летию академии, Витебск, 30 октября 2019 г. / Витебская академия ветеринарной медицины. – Витебск: ВГАВМ, 2019. – С. 153–155.
10. Медведев Г. Ф. Причины, частота, особенности проявления воспалительных процессов и функциональных расстройств половых органов и влияние их на репродуктивную способность коров // Животноводство и ветеринарная медицина 2024. – №1(52) – С. 46–53.