

УДК 631.81:631.46:631.445.24

ВЛИЯНИЕ СИСТЕМ УДОБРЕНИЯ НА ЧИСЛЕННОСТЬ МИКРООРГАНИЗМОВ В АЛЛЮВИАЛЬНОЙ ЛУГОВО-ЛЕСНОЙ И ЛУГОВО-КОРИЧНЕВОЙ ПОЧВАХ ПОД АГРОЦЕНОЗАМИ

© 2020 г. Г. М. Мамедов

*Институт почвоведения и агрохимии НАН Азербайджана
Az 1073 Баку ул. М. Рагима 5, Республика Азербайджан*

E-mail: goshgarmm@mail.ru

Поступила в редакцию 27.03.2019 г.

После доработки 05.04.2019 г.

Принята к публикации 10.11.2019 г.

Изучено влияние систем удобрения на численность микроорганизмов в аллювиальной лугово-лесной и орошаемой лугово-коричневой почвах под агроценозами в Азербайджане. Выявлена эффективность применения органических систем удобрения для повышения общей численности микроорганизмов в орошаемой лугово-коричневой и аллювиально лугово-лесной почвах под агроценозами. При применении навоза 40 т/га на орошаемых лугово-коричневых почвах под яблоневым садом общее число микроорганизмов, число актиномицетов, общее число грибов и бактерий повысилось по сравнению с контролем без удобрений соответственно на 25800 тыс./г почвы, 21200 тыс., 72 тыс. и 2020 тыс.; по сравнению с минеральной системой удобрения N120P160K180 – на 21300 тыс., 19400 тыс., 56 тыс. и 1610 тыс.; по сравнению с органо-минеральной системой (N60P90K120 + навоз 20 т/га) – на 14700 тыс., 13200 тыс., 17 тыс. и 941 тыс./г почвы. В аллювиальной лугово-лесной почве под овощными агроценозами получены аналогичные результаты по влиянию органических, органо-минеральных и минеральных систем удобрения на микробиологическое состояние почв.

Ключевые слова: системы удобрения, численность микроорганизмов, аллювиальные лугово-лесные, лугово-коричневые почвы, агроценозы.

DOI: 10.31857/S0002188120020106

ВВЕДЕНИЕ

Интенсификация сельскохозяйственного производства оказывает большое влияние на химический состав, физическую структуру, содержание и качественный состав гумуса практически всех типов почв. Этим обусловлены значительные изменения в функционировании почвы как природной биологической системы. Исключительно чувствительными индикаторами на изменения, происходящие в почве, являются микроорганизмы [1, 2].

В комплексе мер по повышению продуктивности сельскохозяйственных культур, сохранению и улучшению плодородия почв важное место занимает разработка эффективных систем удобрения. Во многих длительных опытах, проводимых в различных природных условиях, отмечено положительное действие органических органо-минеральных систем удобрения. Наибольшая урожайность культур севооборота отмечена при использовании органической и органо-минеральной систем удобрения в высоких дозах, но положительный баланс гумуса при этом обеспечивала

только органо-минеральная система. Плодородие почвы, созданное в процессе длительного применения органо-минеральной системы удобрения, обладает более высоким последствием, чем сформированное с использованием только минеральной системы [1–5].

Важнейшим показателем, характеризующим плодородие почв, интенсивность проходящих в них процессов, является биологическая активность, и любые агротехнические мероприятия, направленные на повышение урожая культур и воспроизводство почвенного плодородия должны иметь почвенно-микробиологическое обоснование [1, 2, 6–9].

Почвы региона Куба-Хачмазской зоны Азербайджана недостаточно изучены в отношении особенностей микробиологических процессов, происходящих под влиянием различных агрохимических воздействий. В современных экономических условиях для устойчивого развития сельскохозяйственного производства необходимо эффективное использование пахотных земель, сохранение

плодородия почв, сбалансированное использование почвенно-климатических ресурсов и биологических факторов интенсификации растениеводства [3, 10–12].

Одним из основных приемов сохранения и повышения плодородия почв является внесение в них органических удобрений. Особенно большую роль они выполняют в поддержании определенного количества гумуса в составе почв [1, 4, 6, 7, 13].

Агрохимические и агротехнические воздействия отражаются на свойствах почвы и ее микробном населении, изменяют состав и интенсивность жизнедеятельности микроорганизмов, определяют направленность минерализации и синтеза органических соединений. Экспериментальные данные некоторых авторов [7, 8, 14, 15] показали, что связь между содержанием гумуса в почве и ее биологическими свойствами настолько тесная, что есть основания говорить о функциональной зависимости между ними. В агроценозах идет постоянное отторжение органического вещества и элементов питания урожаем биомассы. Для того чтобы не произошла деградация почвы, подбор мероприятий, компенсирующий потери, сохраняющий равновесие между процессом минерализации и синтеза органического вещества [1, 4, 6, 7, 14].

Микробные сообщества в хорошо развитой плодородной почве, находясь в состоянии устойчивого равновесия, обладают способностью сохранять свои внутренние взаимосвязи, а также формируют устойчивое микробное сообщество. Микробиологические характеристики необходимы и очень показательны при оценке плодородия почв.

В этой связи в настоящее время существует мнение, что при использовании почв необходимо иметь, наряду с агрохимической, и микробиологическую характеристику почв [2, 9, 15, 16]. Цель работы – изучение влияния систем удобрения на численность микроорганизмов в аллювиальной лугово-лесной и лугово-коричневой почвах под агроценозами.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование проводили в Куба-Хачмазской зоне Азербайджана по общепринятым методам под различными агроценозами: в яблоневом саду и под овощными культурами (томатами) на орошаемой лугово-коричневой и аллювиальной лугово-лесной почвах. Агротехнические мероприятия соответствовали общепринятым агроправилам для региона [3, 11].

Перед закладкой опыта проводили агрохимическое обследование пахотного слоя почвы опытных участков. Показатели плодородия почвы определяли следующими методами: содержание гумуса – по Тюрину в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26213-91), нитратный азот – ионометрическим методом, аммонийный – колориметрическим методом с реактивом Несслера. Подвижные формы элементов питания определяли в вытяжке Мачигина: фосфора – колориметрическим методом, обменного калия – методом пламенной фотометрии (ГОСТ 26207-91). Величину pH_{H_2O} определяли потенциометрическим методом (ГОСТ 26483-85) [3, 11, 12, 17].

Пахотный слой аллювиальной лугово-лесной почвы перед закладкой опыта был слабощелочным (pH_{H_2O} 7.8), с низким содержанием (по Мачигину) подвижных форм P_2O_5 и средним K_2O – 16.8 и 238 мг/кг почвы соответственно. Содержание гумуса в пахотном слое было равно 3.25%, $N-NH_4$ – 17.5, $N-NO_3$ – 9.62 мг/кг почвы.

В то же время в орошаемой лугово-коричневой почве в 1-метровом слое почвы эти показатели были следующими: гумус – 0.64–3.12%; поглощенные $N-NH_4$ – 7.35–2.01, $N-NO_3$ – 0.86–12.2 мг/кг; подвижный фосфор – 8.92–35.8, обменный калий – 72.1–264 мг/кг, что характеризовало эти почвы как слабо обеспеченные, а по степени кислотности – практически слабощелочные (pH_{H_2O} 7.5–7.8) [3, 11].

Численность микроорганизмов в почве определяли методом прямого учета люминесцентной микроскопией. Учет микроорганизмов проводили методом Хансена в модификации Мирчик. Определение общей микробной биомассы в почве проводили экстракционно-фумигационным методом [18–21].

Для определения численности микроорганизмов в почве применяли метод их учета на твердых питательных средах. Почву отбирали в 10-ти местах с каждой делянки.

После тщательного перемешивания, удаления корней и других посторонних включений отбирали средний образец массой 10 г и переносили в колбу с 90 мл стерильной водопроводной воды. Взвесь взбалтывали 15 мин. Готовили разведения 1:100 для посева грибов на среду, 1:1000 – актиномицетов на крахмал, аммиачный агар (КАА) и 1:10000 – на мясо-пептонный агар (МПА). Высевали по 0.05 мл соответствующего разведения в 2 параллельные чашки. Учет бактерий проводили через 2-е сут, актиномицетов и грибов – через 7 сут. На КАА учитывали, кроме актиномицетов,

и другие группы бактерий, усваивающих минеральный азот. Представлены средние данные за период исследования (весна, лето и осень) [6, 18–23].

В опыте изучали эффективность применения минеральных и органических удобрений в эквивалентных по азоту дозах. Агрометеорологические условия в годы проведения исследования были благоприятными для роста и развития растений.

Эффективность применения органических удобрений изучали на орошаемой аллювиальной лугово-лесной и орошаемой лугово-коричневой почвах Куба-Хачмазской зоны.

В качестве минеральных удобрений применяли: N_{aa} (NH_4NO_3 , 34% N), P_c ($Ca(H_2PO_4)_2$, 18% P_2O_5), сульфат калия (K_2SO_4 , 46% K_2O). Органическим удобрением служил навоз КРС с влажностью 65%, содержащий в среднем 0.5% азота, 0.25% P_2O_5 и 0.55% K_2O .

Общая площадь опытного участка на орошаемой лугово-коричневой почве составила 9600 м², площадь питания одного дерева – 8 × 4 м (32 м²). Повторность опыта трехкратная. В каждом варианте площадь опытной делянки 1600 м², общее количество деревьев (вместе с повторным вариантом) – 48 шт., из них 9 шт. – учетные (площадь – 288 м²).

Полевые опыты на аллювиальной лугово-лесной почве под овощными культурами (томатами) были заложены в трехкратной повторности. Площадь делянки – 30 м², площадь одной учетной делянки – 100 м², площадь питания одного растения – 2.1 м² (70 × 30 см), в каждом варианте один ряд – защитный. Выращивали томат сорта Севимли.

В полевом опыте на лугово-лесной почве было 8 вариантов. Вся годовая доза органических удобрений (100%) внесена под вспашку осенью. Минеральные удобрения внесены в 3 срока в период вегетации томата: 1 – при посадке рассады в поле, 2 – в начале бутонизации, 3 – в начале плодоношения. В плодовых садах под яблони минеральные удобрения были внесены: 1 – в период набухания почек побегов, 2 – после цветения, 3 – при завязывании плодов.

В полевом исследовании на лугово-коричневой почве под яблоневым садом, согласно схеме опыта, были использованы следующие минеральные и органические удобрения, варианты: 1 – контроль без удобрений, 2 – навоз КРС 40 т/га – органическая система удобрения, 3 – N60P60K120 + навоз КРС 20 т/га – органо-минеральная система, 4 – N90P120K140 + навоз КРС 10 т/га – ор-

гано-минеральная система, 5 – N120P160K180 – минеральная система удобрения.

На аллювиальной лугово-лесной почве под овощными культурами использована следующая схема, варианты: 1 – контроль без удобрения, 2 – органическая система удобрения – навоз 40 т/га, 3 – органо-минеральная система удобрений N60P90K120 + навоз 20 т/га, 4 – органо-минеральная система удобрения N90P100K140 + навоз 10 т/га, 5 – минеральная система удобрения N120P160K180. Все эксперименты были проведены в трехкратной повторности. Статистическую обработку полученных данных осуществляли по [24].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Среди биологических индикаторов, характеризующих различные аспекты состояния почвенной биоты, ведущее место занимают почвенные микроорганизмы вследствие своей высокой лабильности, исключительно четкой способности реагировать на изменения, происходящие в почве.

В настоящее время механизмы функционирования микробных сообществ в почвах выяснены еще недостаточно и требуют детализации количественно-качественных характеристик биогенности почв. Известно, что именно они обеспечивают стабильную устойчивость и продуктивность биогеоценозов.

В структуре микробной биомассы доминируют грибы, причем в орошаемых почвах (лугово-коричневых и аллювиально лугово-лесных) преобладает биомасса спор и мицелия грибов.

Внесение органических (навоза) и минеральных (азотных, фосфорных и калийных) удобрений повышает общее содержание микробной биомассы.

Почвенные микроорганизмы способны разрушать все природные органические соединения, а также ряд неприродных органических соединений. Особенности почв разных типов и различия в их плодородии во многом определяются спецификой почвенных микроорганизмов и микробиологических процессов в почве.

Климат Куба-Хачмазской зоны отличается достаточной аридностью: среднегодовое количество осадков – 350 мм, среднегодовая температура воздуха составляет 13.8°C, сумма активных температур воздуха >10°C равна 4000°C. Сельскохозяйственное использование аллювиальной лугово-лесной и орошаемой лугово-коричневой почв Куба-Хачмазской зоны Азербайджана, наряду с основными агрохимическими и водно-физическими показателями плодородия почв, изме-

Таблица 1. Изменение количества и видового состава грибов по профилю почв

Слой почвы, см	Количество, КОЕ/г	Число видов (видовой состав грибов)
Орошаемая лугово-коричневая почва (агроценоз яблоневый сад, 2016 г.)		
0–20	4.6×10^4	34 (<i>Actinomucor elegans</i> , <i>Alternaria brevicolla</i> , <i>Aspergillus flavus</i> , <i>A. niger</i> , <i>A. ochraceus</i> , <i>A. terreus</i> , <i>Aureobasidium pullulans</i> , <i>Botrytis cinerea</i> , <i>Chaetomium celluloliticum</i> , <i>Ch. globosum</i> , <i>Cladosporium cladosporides</i> , <i>C. herbarium</i> , <i>Fusarium moniliforme</i> , <i>F. oxysporium</i> , <i>F. solani</i> , <i>Gliocladium album</i> , <i>G. cylindrosporium</i> , <i>Mucor circineloides</i> , <i>M. hiemalis</i> , <i>M. globosus</i> , <i>M. mucedo</i> , <i>Penicillium chryzogenium</i> , <i>P. expansum</i> , <i>Penicillium lanosum</i> , <i>P. purpureogenum</i> , <i>P. variable</i> , <i>Rhizopus nigricans</i> , <i>Sordaria alpina</i> , <i>Trichoderma atroviride</i> , <i>T. harzianum</i> , <i>T. koningii</i> , <i>T. lignorum</i> , <i>Verticillium alboatrum</i> , <i>V. dahliae</i>)
20–40	1.1×10^2	10 (<i>Actinomucor elegans</i> , <i>Aspergillus terreus</i> , <i>Mucor circineloides</i> , <i>M. hiemalis</i> , <i>M. racemosus</i> , <i>Fusarium solani</i> , <i>F. oxysporum</i> , <i>Trichoderma atroviride</i> , <i>T. harzianum</i> , <i>T. koningii</i>)
40–60	84	2 (<i>Mucor circineloides</i> , <i>M. hiemalis</i>)
Орошаемая аллювиально лугово-лесная почва (агроценоз овощные культуры (томат), 2016 г.)		
0–20	3.1×10^4	22 (<i>Actinomucor elegans</i> , <i>Alternaria alternata</i> , <i>Aspergillus flavus</i> , <i>A. niger</i> , <i>A. ochraceus</i> , <i>A. terreus</i> , <i>Botrytis cinerea</i> , <i>Chaetomium globosum</i> , <i>Cladosporium cladosporides</i> , <i>C. herbarium</i> , <i>Fusarium moniliforme</i> , <i>F. oxysporium</i> , <i>Gliocladium album</i> , <i>Mucor circineloides</i> , <i>M. globosus</i> , <i>Penicillium chryzogenium</i> , <i>P. purpureogenum</i> , <i>Rhizopus nigricans</i> , <i>Sordaria alpina</i> , <i>Trichoderma atroviride</i> , <i>T. harzianum</i> , <i>T. koningii</i> , <i>T. lignorum</i> , <i>Verticillium alboatrum</i>)
20–40	07×10^2	7 (<i>Actinomucor elegans</i> , <i>Aspergillus ochraceus</i> , <i>A. terreus</i> , <i>Mucor circineloides</i> , <i>M. racemosus</i> , <i>Fusarium oxysporum</i> , <i>Trichoderma atroviride</i>)
40–60	84	1 (<i>Mucor circineloides</i>)

няет их общую биологическую активность, которая в основном обусловлена деятельностью почвенной микрофлоры [3].

Перед закладкой опыта в орошаемой лугово-коричневой почве под агроценозами (яблоневый сад) и в аллювиально лугово-лесной почве под овощными культурами (томат) изучено изменение количества и видового состава грибов по профилю почв (табл. 1). В слое 0–20 см лугово-коричневой почвы установлено 34 вида в общей численности грибов, количество которых составило 4.6×10^4 КОЕ/г подавляющих видов, в основном *Actinomucor elegans*, *Alternaria brevicolla* и *Aspergillus flavus*.

В слое 20–40 см почвы состав и численность грибов значительно уменьшились. Например, в слое 0–20 см численность грибов снизилась до 1.1×10^2 КОЕ/г почвы и осталось всего 10 видов. В слое 40–60 см почвы всего осталось всего 84 КОЕ/г и 2 вида грибов (*Mucor circineloides* и *M. hiemalis*).

Также было изучено изменение количества и видового состава грибов по профилю почв в аллювиально лугово-лесной почве (агроценоз, овощные культуры (томат)). По сравнению с орошаемой лугово-коричневой почвой в этих почвах видовой состав грибов сократился до 22 видов в верхнем слое 0–20 см почвы, их количество составило 3.1×10^4 КОЕ/г почвы.

В слое 20–40 см почвы число и видовой состав грибов значительно сократился, что составило 22 вида и 07×10^2 КОЕ/г почвы, в слое 10–60 см почвы был обнаружен только один вид (*Mucor circineloides*) в количестве 84 КОЕ/г почвы. Таким образом, установлено видовое и количественное сокращение численности грибов с глубиной профиля. Выявлено благоприятное развитие грибов в верхних слоях почв, которые обеспечивали микроорганизмы теплом и воздухом.

Также было проведено исследование по изучению влияния различных систем удобрения на численность, количественный состав микрофлоры в орошаемой лугово-коричневых почвах (табл. 2).

Исследование показало, что общая численность микроорганизмов варьировала в вариантах опыта от 11300 тыс. до 37200 тыс./г почвы. Большая численность микроорганизмов выявлена при применении органической системы удобрения, где был применен навоз КРС в дозе 40 т/га (37200 тыс./г почвы).

Высокие численность актиномицетов, общее количество грибов и бактерий также отмечено в этом варианте, что составило соответственно 22800, 108 и 6880 тыс./г почвы. Определено доленое содержание актиномицетов от общего числа микроорганизмов, которое составило 61.3%. Это была самая высокая численность актиномицетов, которую наблюдали в общем составе микроорганизмов в исследованной почве.

Таблица 2. Влияние систем удобрения на численность микроорганизмов в почвах (средние за 3 года)

Вариант	Общее количество микроорганизмов	Актиномицеты	Актиномицеты, %	Общее количество грибов	Общее количество бактерий
	тыс./г почвы			тыс./г почвы	
Орошаемая лугово-коричневая почва под агроценозами (слой 0–30 см)					
1. Без удобрения (контроль)	11300	16200	14.3	36	4850
2. Органическая система удобрения навоз 40 т/га	37200	22800	61.3	108	6880
3. Органо-минеральная система удобрения N60P90K120 + навоз 20 т/га	22400	9600	42.8	91	5940
4. Органо-минеральная система удобрения N90P100K140 + навоз 10 т/га	18100	6060	33.5	79	5430
5. Минеральная система удобрения N120P160K180	15800	3420	21.6	52	5300
<i>HCP</i> ₀₅	20	10	–	3	10
Аллювиально лугово-лесная почва под агроценозами (слой 0–30 см)					
1. Без удобрения (контроль)	9215	1180	12.8	32	3997
2. P90K120 (фон)	11156	2164	19.4	46	4543
3. Фон + N75	13723	3458	25.2	49	4692
4. Фон + навоз 15 т/га	14342	4503	31.4	52	4874
5. Фон + N90	15276	5647	34.7	71	5075
6. Фон + N45 + навоз 9 т/га	16638	7194	38.6	83	5312
7. Фон + N120	17984	9057	41.2	85	5563
8. Фон + N60 + навоз 12 т/га	19767	11899	49.3	89	5747
9. Навоз 24 т/га	26254	14360	54.7	92	5996
<i>HCP</i> ₀₅	17	11	–	2.9	13

Органо-минеральная система удобрения (N60P90K120 + навоз 20 т/га) также положительно влияла на общее число микроорганизмов, грибов, бактерий и актиномицетов. В этом варианте общая численность микроорганизмов составляла 22400 тыс./г почвы, общая численность грибов – 91 тыс., общая численность бактерий – 5940 тыс./г почвы. Численность актиномицетов была равна в этом варианте 9600 тыс./г почвы или 42.8% от общего числа микроорганизмов.

Уменьшение доли органических удобрений в составе органо-минеральных систем удобрения привело к снижению общего числа микроорганизмов, в том числе актиномицетов, грибов и бактерий.

При применении только минеральной системы удобрения в дозе N120P160K180 в отличие от органической и органо-минеральной систем удобрения отмечена самая низкая численность микроорганизмов в исследованных почвах, в том числе грибов, актиномицетов и бактерий по сравнению с контрольным (без удобрения) вариан-

том. Разница с контролем общей численности микроорганизмов составила 4490 тыс./г почвы, тогда как в варианте с применением органической системы удобрений (навоз 40 т/га) разница была гораздо больше. Например, в этом варианте общая численность микроорганизмов повысилась на 25800 тыс./г почвы. Разница с контрольным вариантом численности актиномицетов, общей численности грибов и бактерий составила соответственно 21200, 72 и 2020 тыс./г почвы соответственно.

Изучено также влияние различных систем удобрения на численность микроорганизмов в аллювиальной лугово-лесной почве под агроценозами (табл. 2). Показано, что различные системы удобрения по-разному влияли на общую численность бактерий, грибов и актиномицетов.

В фоновом варианте при применении минеральной системы удобрения P90K120 общая численность микроорганизмов составляла 11200 тыс./г почвы, при добавлении к фону азотных удобрений в дозах N75, N90 и N120 повысилась числен-

ность микроорганизмов соответственно до 13700, 15300 и 18000 тыс./г почвы, при замене эквивалентного количества азотных удобрений на органические увеличилось общее число микроорганизмов. Например, в вариантах фон + N75 и фон + + навоз 15 т/га при замене навоза эквивалентным количеством азота (N75) общее число микроорганизмов при использовании навоза 15 т/га составило 14400 тыс./г почвы и повысилось при применении минеральных удобрений (вариант фон + + N75) на 619 тыс./г почвы.

Повышение доз азотных и органических удобрений в варианте фон + N45 + навоз 9 т/га положительно влияло на общее число микроорганизмов, численность актиномицетов и общее число грибов и бактерий. В варианте фон + N90 (без органического удобрения) общее число микроорганизмов составляло 15300 тыс./г почвы. При замене части минерального азотного удобрения эквивалентным количеством органического (фон + + N45 + навоз 9 т/га) заметно повысилось общее число микроорганизмов, численность актиномицетов, общее число грибов и бактерий. Увеличение составило соответственно 16600 тыс., 71900 тыс., 83 тыс. и 5310 тыс./г почвы. Общее число микроорганизмов повысилось на 1360 тыс., актиномицетов – на 1550 тыс., общее число грибов – на 12 тыс. общее число бактерий – на 237 тыс./г почвы.

Увеличение доз азотных (минеральных) и органических (навоз) удобрений при их совместном внесении положительно влияло на численность микроорганизмов, в том числе актиномицетов, грибов и бактерий.

При применении органических систем удобрения (навоз КРС) в дозе 24 т/га была выявлена высокая численность микроорганизмов в исследованных почвах. Например, в этом варианте общее число микроорганизмов составляло 26300 тыс., число актиномицетов – 14400 тыс. или 54,7% от общего количества микроорганизмов. Общее число грибов составляло 92 тыс., общее число бактерий – 6000 тыс./г почвы. Внесение в почву удобрений не только улучшало питание растений, но и изменяло условия существования в ней почвенных микроорганизмов, которые также нуждаются в минеральных элементах питания. При благоприятных климатических условиях количество микроорганизмов и их активность после внесения органического удобрения значительно возрастали. Усиливался распад гумуса, вследствие чего увеличивалась мобилизация азота, фосфора и других элементов. Внесение минеральных удобрений в основном способствовало развитию в почве автотрофной микрофлоры.

Изменяя реакцию почвы в благоприятную (при внесении навоза) сторону, было нейтрализовано вредное влияние физиологически кислых минеральных удобрений, примененных в органо-минеральной системе удобрения. Микрофлора почвы и растения реагировали на изменение почвенного фона примерно одинаково.

Таким образом, действие органической и органо-минеральной систем удобрения оказывало положительное влияние на структуру микробного сообщества. Улучшился качественный состав бациллярного населения. Наибольшее разнообразие споронной микрофлоры, актиномицетов отмечено при внесении органической системы удобрения в дозе навоз 24 т/га.

Внесение органических удобрений поддерживало энергетические потребности гетеротрофной части микробиоценоза, в связи с чем микробная система находилась в активном состоянии. Благоприятные изменения в составе микрофлоры почвы наблюдали при совместном внесении органических и минеральных удобрений. Интенсивный рост микроорганизмов, развивавшихся за счет минеральных форм азота, был обусловлен уменьшением содержания подвижных и водорастворимых форм органического вещества.

В исследованных почвах под овощными агроценозами и под яблоневым садом наиболее благоприятный микробиологический состав среды в зависимости от быстрого развития и роста численности складывался при использовании органической и органо-минеральной систем удобрения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, установлено изменение количества и видового состава грибов по профилю почв и охарактеризована микробная флора в орошаемой лугово-коричневой и аллювиально лугово-лесной почвах под агроценозами. В орошаемой лугово-коричневой почве в зависимости от глубины выявлено 34, в аллювиально лугово-лесной почве – 22 вида грибов с численностью соответственно 4.6×10^4 и 3.1×10^4 КОЕ/г в слое 0–20 см почвы. Только 2 вида грибов (*Musor circineloidos* и *M. heimalis*) с численностью 84 КОЕ/г почвы были отмечены в слое 40–60 см исследованных почв. В орошаемых лугово-коричневых и лугово-лесных почвах установлено видовое и количественное сокращение численности грибов по глубине почвенного профиля.

Эксперимент на орошаемой лугово-коричневой почве под яблоневым садом показал положительное действие органической и органо-минеральной систем удобрения. Выявлена эффектив-

ность органической системы удобрения в орошаемой лугово-коричневой почве по общей численности микроорганизмов. Наилучшие показатели численности микроорганизмов установлены при применении органической и органо-минеральной систем удобрения. Вариант с внесением навоза 40 т/га превосходил по численности микроорганизмов контрольный вариант без удобрений, а также варианты с применением минеральной и органо-минеральной систем удобрения. В этом варианте общее число микроорганизмов, число актиномицетов, общее число грибов и бактерий повысилось по сравнению с контролем соответственно на 25800 тыс., 21200 тыс., 72 тыс. и 2020 тыс./г почвы: в сравнении с минеральной системой удобрения – на 21300 тыс., 19400 тыс., 56 тыс. и 1610 тыс., в сравнении с органо-минеральной системой удобрения (N60P90K120 + навоз 20 т/га) соответственно на 14700, 13200, и 17 и 941 тыс./г почвы.

Варианты органо-минеральных систем удобрения превосходили по численности микроорганизмов контроль и варианты применения минеральных систем удобрения. При минеральной системе удобрения N120P160K180 общее число микроорганизмов, число актиномицетов, общее число грибов и бактерий повышалось по сравнению с контролем на 4490, 1800, 16 и 412 тыс./г почвы соответственно. При применении органо-минеральной системы удобрения (N60P90K120 + навоз 20 т/га) эти показатели повысились по сравнению с контролем на 11100, 7980, 55 и 1080 тыс./г почвы, по сравнению с минеральной системой удобрения (N120P160K180) – на 6600, 6180, 39 и 670 тыс./г почвы соответственно.

Совместное применение минеральных и органических удобрений также улучшало состояние и численность микробного населения в аллювиально лугово-лесных почвах под культурой томата. Органо-минеральная система удобрения положительно влияла на общее число микроорганизмов, грибов и бактерий, а также число актиномицетов, которое составляло в варианте P90K120(фон) + N60 + навоз 12 т/га соответственно 19800, 89, 5750 и 49.3 тыс./г почвы. Установлено, что в этом варианте общее число грибов, общее число микроорганизмов, число актиномицетов было больше на 57, 10600, 10700 тыс./г почвы по сравнению с неудобренным вариантом. Численность бактерий повысилась по сравнению с контролем на 1750 тыс./г почвы.

Использование систем удобрения (органических, минеральных и органо-минеральных) на аллювиальной лугово-лесной почве под овощными культурами также изменило общую численность микроорганизмов, число актиномицетов,

общее число грибов и бактерий, а также их видовой состав. По сравнению с контролем без удобрения при применении различных систем минерального и органического и органо-минерального удобрения общее число микроорганизмов повысилось (тыс./г почвы) и варьировало от 11200 до 26300 тыс., число актиномицетов – от 2160 до 14400 тыс., общее число грибов – от 46 до 92 тыс., общее число бактерий – от 4540 до 6000 тыс./г почвы. При применении органической системы удобрения в дозе навоз 24 т/га отмечены максимальные общее число микроорганизмов, доля актиномицетов, общее число грибов и бактерий в исследованной почве. При применении органической системы удобрения (навоз 24 т/га) эти показатели превосходили все варианты опыта, и было выявлено положительное влияние на общее число микроорганизмов, грибов и бактерий соответственно на 17000, 60 и 2000 тыс./г почвы. Численность актиномицетов повысилась на 13200 тыс./г почвы по сравнению с контролем.

Доля актиномицетов от общего числа микроорганизмов повысилась при применении органической и органо-минеральной систем удобрения в орошаемой лугово-коричневой и аллювиальной лугово-лесной и почвах. При органической системе удобрения (навоз 24 т/га) в лугово-лесной почве под овощными культурами установлено увеличение численности актиномицетов по сравнению с контролем на 41.9% от общего числа микроорганизмов, а в орошаемой лугово-коричневой почве под яблоневым садом при применении навоза 40 т/га – соответственно на 47%. Таким образом, применение различных систем удобрения приводило к количественным и структурным изменениям пула микроорганизмов в агроландшафтах Куба-Хачмазской зоны. Совместное использование минеральных и органических удобрений оказало стимулирующее действие на развитие бактериального и грибного комплекса орошаемой лугово-коричневой и аллювиальной лугово-лесной почвы, повысив общую биогенность почв по сравнению с неудобренным вариантом. Дополнительное поступление органического вещества при использовании навоза оптимизировало микробиологическое состояние пахотного горизонта почв.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Славкина В.П.* Влияние систем удобрения и извести на микробиологическую активность почвы // ФГБНУ Сахалинский НИИСХ. Южно-Сахалинск, 2015. С. 94–104.
2. Влияние минеральных удобрений на почвенные микроорганизмы. www.aqroinf.com

3. Мамедов Г.М. Влияние разных систем удобрения на агрегатный состав аллювиальных лугово-лесных и лугово-коричневых почв сухих субтропиков Азербайджана // Почвовед. и агрохим. 2017. № 2(59). С. 76–87.
4. Мерзлая Г.Е., Зябкина Г.А., Фомкина Т.П. Длительное применение органических и минеральных удобрений при оптимизации их доз и сочетаний на легкосуглинистой почве // Агрохимия. 2006. № 10. С. 33–40.
5. Звягинцев Д.Г. Минеральные удобрения как фактор антропогенного воздействия на почвенную микрофлору // Микроорганизмы и охрана почв. М.: Изд-во МГУ, 1989. С. 47–83.
6. Зинченко М.К., Бибик Т.С., Стоянова Л.Г. Влияние систем удобрения на структуру и изменение отдельных физиологических групп микроорганизмов в серой лесной почве Владимирского ополья // Фундамент. исслед-я. 2014. № 12. С. 552–557. URL: <http://www.fundamental-research.ru/ru/article/>
7. Влияние минеральных и органических удобрений на микроорганизмы и плодородие почвы. www.aqroinf.com
8. Самутенко Л.В., Славкина В.П. Динамика агрохимических и микробиологических показателей плодородия, лугово-дерновой почвы Сахалина при использовании систем удобрения разной степени интенсивности и мелиоранта // Вестн. ДВО РАН. 2017. № 3. С. 28–37.
9. www.cyberleninka.ru/article
10. Исмаилов Н.М. Экология и культура. Баку: Элм, 2006. 775 с.
11. Мамедов Г.Ш. Основные принципы определения оценки плодородия почв в Азербайджане // Изв. АН Аз.ССР, сер. биол. науки. 1980. № 3. С. 49–52.
12. Исмаилов Н.М. Практическая экотехнология. Баку: ТПП “Техсил”, 2009. 582 с.
13. Мерзлая Г.Е., Зябкина Г.А., Фомкина Т.П., Козлова А.В., Макшакова О.В., Волошин С.П., Панкратенкова П.В. Эффективность длительного применения органических и минеральных удобрений на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве // Агрохимия. 2012. № 2. С. 37–46.
14. Кауричев И.С., Лыков Р.М. Проблема гумуса пахотных почв при интенсивном земледелии // Почвоведение. 1979. № 12. С. 5–14.
15. www.geologika.ru
16. Алиева Л.А., Бабаева И.Х., Касумова С.Ю. Микробиологическая характеристика почв и грунтов на трассах газопроводов различных регионов Азербайджана // Сб. мат-лов III Международ. научн.-практ. конф., посвящ. 85-летию Астрахан. гос. ун-та. Астрахань, 2017. С. 7–11.
17. Новоселов С.И., Толмачев Н.И. Влияние минеральных удобрений на условия питания и урожайность озимой ржи // Агрохимия. 2017. № 8. С. 48–52.
18. Агрохимические методы исследования почв. М.: Наука, 1975. 656 с.
19. Емцев В.Т., Мишустин Е.Н. Удобрение и микробиологические процессы в почве // Микробиология. М.: Колос, 1993. С. 294–308.
20. Теннер Е.З., Шильникова В.К., Переверзева Г.И. Практикум по микробиологии. М.: Агропромиздат, 2004. 238 с.
21. Алиева Л.А. Микробиологическая оценка почв Азербайджана с различным функциональным значением: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Баку, 2018. 22 с.
22. Мишустин Е.Н. Ассоциации почвенных микроорганизмов. М.: Наука, 1975, 175 с.
23. Методы почвенной микробиологии и биохимии / Под ред. Звягинцева Д.Г. М.: Изд-во МГУ, 1991. 304 с.
24. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 352 с.

Impact of Fertilizer Complex on Microorganisms Quantity in Alluvial-Meadow-Forest and Meadow-Brown Soils under Agrocenosis

G. M. Mammadov

Institute of Soil Science and Agrochemistry of ANAS

M. Rahim str. 5, Az.1073, Baku, Azerbaijan

E-mail: goshgarmm@mail.ru

The impact of fertilizer complex on microorganisms quantity in alluvial meadow-forest soils in irrigative meadow-brown soils of the apple garden has been studied. The efficiency of fertilizer organic system application on total quantity increase of microorganisms under agrocenosis has been revealed. Under an application of 40 t/ha, manure a total quantity of microorganisms, actinomyces and fungus rose in comparison with the control accordingly – 25800000; 21200000 72000 and 2020000, with the mineral system of fertilizer (N120P160K180) – 21300000, 19400000, 56000 and 1610000 but with organo-mineral system of fertilizers (N120P160K180 + organic fertilizer 20 t/ha) the increase formed accordingly – 1470000, 13200000, 17000 and 941000 per 1 gram of soil. The analogous results have been got under vegetable agrocenosis in alluvial meadow-forest soils under an influence of organic, organo-mineral and mineral system of fertilizers on soil microbiological condition.

Key words: complex fertilizer, microorganisms quantity, alluvial meadow-forest and meadow-brown soils of agrocenosis.