

ВЛИЯНИЕ ХЛОПКОВЫХ СЕВОБОРОТОВ НА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ И БИОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СТАРООРОШАЕМЫХ СЕРОЗЁМНО-ЛУГОВЫХ ПОЧВ ЮЖНОГО КАЗАХСТАНА

THE IMPACT OF COTTON CROP ROTATIONS ON MICROBIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL PROPERTIES OF OLD-IRRIGATED SIEROZEM MEADOW SOILS OF SOUTHERN KAZAKHSTAN

Ключевые слова: хлопчатник, урожай, биологическая активность серозёмов, хлопковые севообороты, плодородие почвы.

Наиболее показательными при оценке почвенного плодородия являются определение численности микроорганизмов, скорость разложения целлюлозы, ферментативная активность, активность продуцирования CO_2 и нитрогеназная активность почв. Показатели этих исследований наиболее информативные, они отражают деятельность всей микрофлоры почвы и фактический уровень биологических процессов в ней, т.е. в результате оценивается биологическая активность серозёмов Южного Казахстана. Микроорганизмы, обладая высокой биологической активностью, участвуют в разложении больших количеств органических остатков, минеральных веществ и образовании нового органического вещества – гумуса почвы. Почвенные микроорганизмы, используя в процессе жизнедеятельности продукты выделения растений, очищая среду, создают хорошие условия для нормального роста, развития и накопления большого урожая возделываемых сельскохозяйственных культур. Исследования показали, что при усвоении микроорганизмами органического вещества почвой выделяется большое количество углекислоты и освобождаются минеральные вещества, усвояемые растениями. Эффективность внесения органо-минеральных удобрений всегда взаимосвязана с микробиологическим режимом почвы. Без применения минеральных и органических удобрений уменьшается размер её биологически активной части. На основании проведённых исследований по биологической активности почвы доказано, что на староорошаемой серозёмно-луговой почве Казахской части Голодной степи роль севооборотов в повышении плодородия почвы неопределима, так как плодородие почвы взаимосвязано с жизнедеятельностью микроорганизмов, а также поступающих в почву растительных и корневых остатков. Установлено, что севооборот, по сравнению с бессменным посевом хлопчатника, приводит к перегруппировке в составе микрофлоры, изменению биологической

и биохимической активности почвы, способствует уменьшению возможности одностороннего влияния растений на почву, что в свою очередь способствует восстановлению почвенного плодородия и получению высоких устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур.

Keywords: cotton, yield, sierozem biological activity, cotton crop rotation, soil fertility.

When evaluating soil fertility the following indices are the most informative: microbial abundance, cellulose decomposition rate, enzymatic activity, carbon dioxide production and soil nitrogenase activity. These indices reflect the activity of soil microflora and the actual level of its biological processes; this also refers to sierozem biological activity. The microorganisms with high biological activity are involved in the decomposition of large amounts of organic residue, mineral substances and the formation of new organic substance – soil humus. Soil microorganisms using plant exudates and cleaning the environment create the conditions for normal plant growth and development, and the formation of a high yield of cultivated crops. When microorganisms take up organic matter, the soil produces large volumes of carbon dioxide and releases minerals taken up by plants. The effectiveness of organic and mineral fertilizer application is always correlated with the soil microbiological regime. The soil biologically active portion is reduced without mineral and organic fertilizer application. Based on soil biological activity studies it is proved that on the old-irrigated sierozem meadow soils of the Kazakh part of the Mirzachel Steppe (Hungry Steppe) the role of crop rotations in improving soil fertility is of great importance since soil fertility is interconnected with the microbial activity and crop residue. It is found that the crop rotation compared to permanent cotton leads to restructuring microflora composition, changing soil biological and biochemical activity and reducing the possibility of a unilateral impact of the plant on the soil. This, in turn, contributes to the recovery of soil fertility and obtaining high and stable crop yields.

Аширбеков Мухтар Жолдыбаевич, к.с.-х.н., Казахский национальный аграрный университет, г. Алматы, Республика Казахстан. E-mail: mukhtar_agro@mail.ru.

Ashirbekov Mukhtar Zholdybayevich, Cand. Agr. Sci., Kazakh National Agricultural University, Almaty, Republic of Kazakhstan. E-mail: mukhtar_agro@mail.ru.

Введение

В настоящее время в связи с внедрением высокой культуры земледелия и пересмот-

ром теоретических подходов при построении схем севооборотов в условиях углубленной специализации хозяйств исследования биоло-

гии почв приобретают особую актуальность. Именно биологическим факторам отводят главную роль в снижении урожайности сельскохозяйственных растений при бессменном выращивании и высоком насыщении ими севооборотов.

Поэтому большой теоретический и практический интерес представляют исследования биологических причин почвоутомления и разработка эффективных способов, предотвращающих снижение урожаев при высоком насыщении севооборотов ведущими сельскохозяйственными культурами.

Воздействие различных сельскохозяйственных культур и приемов их возделывания на почву и её плодородия неодинаково. Среди биологических причин этого явления центральное место принадлежит взаимодействию растений с почвой и микроорганизмами.

Эффективное плодородие почвы находится в тесной органической связи с жизнедеятельностью почвенных микроорганизмов, так как протекающие в почве процессы превращения вещества и накопления продуктов жизнедеятельности микроорганизмов отражаются на условиях роста и питания растений.

Обладая высокой биологической активностью, микроорганизмы постоянно разлагают большое количество органических и минеральных веществ почвы. Поэтому одним из параметров почвенного плодородия является определение содержания в почве полезной группы почвенной микрофлоры под воздействием дифференцированных агротехнических приемов. Они осуществляют основной почвенно-биологический процесс – разложение органических остатков и образование нового органического вещества – гумуса почвы. Кроме того, используя в процессе жизнедеятельности продукты выделения растений, микроорганизмы, очищая среду, создают условия для нормального роста и развития возделываемых сельскохозяйственных культур.

К.А. Тимирязев (1941 г.) считает, что в настоящее время целесообразно, кроме твердой, жидкой и газообразной фаз в составе почвы выделить четвертую «живую» фазу. В неё входят населяющие почву микроорганизмы, насекомые, коллоиды почвы. Он обращает внимание на то, что среди многообразных процессов, участвующих в почвообразовании, самыми важными являются микробиохимические. Среди них выделяются процессы, связанные с биохимической деятельностью живых микроорганизмов. Благодаря жизнедеятельности микроорганизмов, перерабатывающих остатки высших растений, в состав почвы вовлекаются органические соединения, а с ними радиационная энергия солнца [1].

Гумус почвы, благодаря деятельности микроорганизмов, находится в постоянном обновлении, уравновешенном природными условиями данной почвы, но может значительно изменяться под влиянием агротехнических мероприятий [2].

В настоящее время сравнительно мало работ, выясняющих отношение почвенных микроорганизмов к внесению различных видов удобрений, чередованию сельскохозяйственных культур в севообороте, обработке почвы и другие.

Целью и задачей исследования являлось изучение закономерностей микробиологических, агрохимических и биохимических процессов в почве под влиянием различных схем хлопковых севооборотов в условиях сторооорошаемой зоны хлопкосеяния Южного Казахстана (Казахской части Голодной степи).

Объекты и методы

Исследования проводились в 1995-2004 гг. на стационарных площадках Махтааральской опытной станции хлопководства (ныне Казахский НИИ хлопководства МСХ РК), расположенной на территории Казахской части Голодной степи. Преобладающим типом почв Голодной степи являются светлые сероземы, развитые на лессах и лессовидных суглинках. Различная степень их рассоления, отраженная в морфологии и физико-химических свойствах, создает пестроту почвенного покрова и минерализации грунтовых вод и является следствием сложных нисходящих и восходящих почвенных потоков [3, 4].

Светлые сероземы обладают высокой биологической активностью, благодаря которой происходит быстрая минерализация органических веществ, накопленных в течение весны [5]. В связи с этим содержание в них гумуса незначительно, не более 1,3-1,5%, азота – от 0,06 до 0,08%. Подвижные формы фосфора колеблются от 10,2 до 13,1 мг/кг и калия – от 180 до 325 мг/кг почвы. Характерной особенностью светлых сероземов являются высокое содержание карбонатов (в верхних горизонтах – до 6-7%, а к низу – до 10-11%), насыщенность основаниями, слабощелочная реакция почвенного раствора (рН – от 7,5 до 7,8), относительно низкая величина емкости поглощения (9-11 мг/экв.). В механическом составе доминируют крупнопылеватые средние суглинки, обладающие исключительно высокой степенью микроструктурности [6].

Объектом для изучения служила почвенная микрофлора серозёмно-луговой почвы, с пятнистым засолением и неглубоким залеганием уровня грунтовых вод (1,5-3,5 м). Под хлопчатником были внесены различные дозы минеральных удобрений при различных схемах хлопкового севооборота и моно-

культуры хлопчатника. Органические удобрения (навоз) в норме 40 т/га вносили под 4-й год возделывания хлопчатника после распашки 2- и 3-летней люцерны. Для микробиологических исследований почв было выделено два повторения опыта из четырёх, изученных в следующих вариантах:

1) монокультура хлопчатника (без внесения удобрений);

2) монокультура хлопчатника (удобряемая): азот – 250, фосфор – 150 и калий – 100 кг/га;

3) 3:7 (3 года люцерна : 7 лет хлопчатник) без внесения удобрений;

4) 3:7 (3 года люцерна : 7 лет хлопчатник) удобряемая: азот – 200, фосфор – 150 и калий – 100 кг/га;

5) 2:4:1:3 (2 года люцерна : 4 года хлопчатник: 1 год промежуточные кормовые культуры : 3 года хлопчатник) удобряемая: азот – 200, фосфор – 150 и калий – 100 кг/га;

6) 3:4:1:2 (3 года люцерна : 4 года хлопчатник: 1 год промежуточные кормовые культуры : 2 года хлопчатник) удобряемая: азот – 200, фосфор – 150 и калий – 100 кг/га;

7) 3:3 (3 года люцерна : 3 года хлопчатник) удобряемая: азот – 200, фосфор – 150 и калий – 100 кг/га.

Примечание. На севооборотных удобряемых вариантах после распашки двух- и трёхлетней люцерны внесение азотных удобрений дифференцируется, то есть по пласту 100, по обороту пласта – 150 и далее – 200 кг/га.

Почва для анализа отбиралась в один день из всех изучаемых вариантов в два срока: весной и осенью. Почву для смешанного образца на каждом варианте опыта отбирали из 3 прикопок стерильно в стерильные полиэтиленовые мешочки (ПЭМ) с глубины 0-30 см. Почвенные образцы доставлялись в лабораторию микробиологии в отделе севооборотов СоюзНИХИ и анализировались под руководствами д.с.-х.н., профессоров А.С. Болкунова и Р.Ш. Телляева.

Микробиологические исследования проводились согласно методике, рекомендованной в расширенном учёном совете ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии (Ленинград, 1953), а также по методике, рекомендованной для хлопкосеющей зоны Средней Азии [7, 8].

Общее количество микроорганизмов учитывалось на МПА (мясо-пептонном агаре), актиномицеты – на среде чапека, грибы на подкисленном сусло-агаре.

Биологическая активность почвы определялась по выделению углекислоты (CO₂) с поверхности почвы методом Очаковой в лабораторных условиях.

В опыте изучались три дозы азотных удобрений: 100, 150, 200 кг/га при внесении

их в одинаковом соотношении с фосфором и калием.

Результаты и их обсуждение

Полученные данные дают основание для разработки конкретных агроприёмов по управлению микробиологическими процессами почвы и открывают широкие перспективы улучшения плодородия почв, снижения их фитотоксичности и повышения продуктивности растений.

Любые агротехнические мероприятия, направленные на повышение урожая растений и воспроизводство почвенного плодородия, должны иметь почвенно-микробиологические обоснования. Поэтому взаимосвязь между микрофлорой, плодородием почвы и урожаем растений до настоящего времени является одной из основных проблем, требующих дальнейшего изучения. Без глубокого понимания их влияния на микробиологические процессы в почвах невозможно создание высокоэффективных агротехнологий в системе земледелия.

В связи с этим продуктивность севооборотов, наряду с другими факторами, находится в большой зависимости от микробиологического режима, который создаётся в почве полей хлопкового севооборота.

Полученные данные показали, что размер микробиологически активной части может характеризовать общее количество микрофлоры, учтённой на твёрдых питательных средах. В таблице 1 представлены результаты определения групп микроорганизмов и их соотношения в конкретных условиях полевого опыта в различно удобряемой почве при выращивании хлопчатника.

По нашим данным, по опыту более приемлемым оказывается метод, определяющий достоверность данных по наибольшему числу клеток микроорганизмов. Используя этот метод, была установлена динамика сезонных изменений микрофлоры в почве.

Исследования показали, что во все сроки численность почвенной микрофлоры высокая на удобряемых вариантах. Общая численность микроорганизмов возрастает по мере увеличения биогенных элементов в почве. На 1 г почвы больше всего её насчитывалось на фоне, удобряемом минеральными и органическими удобрениями, а также при применении расчленённых схем хлопковых севооборотов. Данные учётов общей численности бактерий, развивающихся на среде МПА и Чапека, показали, что усиленное их развитие отмечено в сентябре.

Возделывание хлопчатника бессменно и без удобрений истощает почву и ухудшает её микробиологические свойства. Наблюдаемые изменения взаимосвязаны с микробиологическими режимами почв.

Количество микроорганизмов, млн клеток на 1 г сухой почвы
(в среднем за первую ротацию в опыте)

Севооборот	МПА						Чапека						Сусло-агар	
	весна			осень			весна			осень			весна	осень
	бакте- рии	грибы	актин.	бакт.	грибы	актин.	бакте- рии	грибы	актин.	бакте- рии	грибы	актин.	грибы	
Монокультура хлопчатника без удобрений	5,96	0,04	0,050	10,5	0,060	0,045	12,90	0,030	0,045	13,40	0,030	0,042	0,040	0,030
Монокультура хлопчатника удобряемая (контроль)	8,40	0,09	0,080	10,9	0,090	0,095	20,97	0,040	0,085	28,40	0,046	0,040	0,056	0,040
3:7 без удобрения	6,55	0,06	0,028	9,8	0,020	0,070	13,49	0,015	0,010	16,40	0,020	0,028	0,030	0,020
3:7 удобряемый	8,75	0,07	0,036	12,3	0,040	0,090	24,20	0,025	0,067	26,30	0,050	0,036	0,040	0,040
2:4:1:3 удобряемый	6,60	0,07	0,030	10,3	0,045	0,060	20,3	0,025	0,050	18,60	0,030	0,059	0,030	0,070
3:4:1:2 удобряемый	8,20	0,08	0,055	11,5	0,050	0,145	19,91	0,030	0,056	22,40	0,050	0,065	0,070	0,050
3:3 удобряемый	6,90	0,05	0,030	9,2	0,038	0,080	14,65	0,020	0,037	20,25	0,040	0,040	0,030	0,030

Большое количество бактерий, способных развиваться за счёт органического азота, обнаружено в варианте с внесением азота из расчета 200 кг/га – 8,75 млн, а где возделывался хлопчатник по схеме севооборотов 3:4:1:2 (вариант 6) – 8,20 млн. Следует отметить, что в вариантах с бес-сменной культурой хлопчатника количество бактерий было 5,96 млн, тогда как в севооборотном варианте – 6,55 млн в 1 г сухой почвы. Учёт бактерий на среде Чапека (минеральный азот) показывает, что переход от бессменной культуры хлопчатника к севообороту обеспечивает увеличение количества их до 13,49-16,40 млн клеток в 1 г сухой почвы.

Более высокая эффективность органических удобрений (навоза) объясняется тем, что для большинства микроорганизмов, населяющих почву, большое значение имеет углерод, значительное количество которого поступает в почву с навозом.

Общая численность микроорганизмов в большинстве случаев возрастает по мере обогащения почвы биогенными элементами. В 1 г почвы больше всего микрофлоры насчитывалось на фоне ежегодного внесения навоза, меньше – на фоне одних минеральных удобрений и наименьшее количество микрофлоры содержала неудобряемая почва под бессменной культурой хлопчатника.

Изучив развитие и деятельность почвенной микрофлоры, считаем возможным численный состав её относить не к 1 г почвы, а к той ее части, с которой микрофлора в своей жизнедеятельности связана более тесно – к гумусу или общему азоту, содержащемуся в почве.

Кроме бактерий в превращении питательных веществ в почве участвует целый ряд физиологических групп, таких, как масляно-

кислого брожения, нитрифицирующие бактерии, аэробные разрушители целлюлозы, аммонификаторы, денитрификаторы и др. Благоприятные условия для минерализованных процессов в развития аэробных целлюлозных бактерий – 10^6 , нитрификаторов – 10^6 , азотобактера – 10^6 и другие создаются в почве полей севооборота, занятых посевами хлопчатника.

При бессменной культуре хлопчатника численность аэробных целлюлозных бактерий составила 10^3 , нитрификаторов – 10^4 , азотобактер – 10^3 . Поэтому анализ группового состава микроорганизмов позволяет представить направленность биологических процессов на полях севооборота.

Следовательно, активное развитие почвенной микрофлоры и распад гумуса усиливаются при внесении минеральных удобрений на фоне обогащения почвы органикой. В опыте особенно высокая продуктивность распада органического вещества происходит по пласту и обороту пласта люцерны.

Следует отметить, что комплекс вопросов, связанных с изменением жизнедеятельности микроорганизмов и происходящими в почве биохимическими процессами в результате выращивания тех или иных растений, весьма сложен и во многих отношениях ещё не выяснен. Между тем установление закономерностей влияния отдельных культурных растений на состав почвенных микроорганизмов и их биологическую активность открывает возможность путём определенного чередования культур в севообороте, а также подбора соответствующих растений и смешанных и пожнивных посевов управлять развитием и численностью полезных и вредных микроорганизмов в целях повышения плодородия почв и урожая растений.

Наряду с данными о численности микрофлоры большое значение для характеристики уровня плодородия почв имеют показатели биохимических процессов, которые осуществляются в почве в результате жизнедеятельности микроорганизмов. Обобщённым показателем активности биохимических процессов является интенсивность выделения углекислоты.

Микробиологические процессы связаны с количеством органического вещества, содержащегося в почве. Большое количество углекислоты выделяет почва, удобряемая ежегодно навозом. Несколько меньше выделяется её с поверхности почвы по пласту двухлетней люцерны, затем по фону минеральных удобрений и меньше всего – с неудобренной монокультурой хлопчатника.

В динамике выделения углекислоты по всем фонам наблюдается однотипная закономерность, характеризующаяся высокой энергией освобождения углекислоты в весенние месяцы и заметным ослаблением этого процесса к концу летнего периода. В процессе создания урожая растения потребляют большое количество углекислого газа, основным источником которого является почва.

Многочисленными исследованиями доказано, что поступление углекислоты из почвы в приземной слой атмосферы можно регулировать агротехническими приемами, что подтверждается исследованиями, проведенными в опыте.

Полученные данные показали, при усвоении микроорганизмами органического вещества почвой выделяется большое количество углекислоты и освобождаются минеральные вещества, усвояемые растениями.

Известно, что интенсивность продуцирования углекислоты почвой зависит, с одной стороны, от жизнедеятельности населяющих её живых и растительных организмов, а с другой – от скорости диффузии углекислоты (CO₂) из почвы в атмосферу. Следует отметить, что основным условием продуцирования углекислоты почвой является

наличие органического вещества в почве (табл. 2).

Из приведенных данных можно сделать вывод, что наибольшее разложение растительных остатков наблюдалось в вариантах хлопково-люцернового севооборота, где выделение CO₂ составило: при схеме 3:7 (без удобрений) – 166 мг/м², при схеме 3:7 (удобряемая) – 193 мг/м², при схеме 3:3 – 187 мг/м², при бессменной культуре хлопчатника (без внесения удобрений) – 160 мг/м² за 1 ч. В конце вегетации хлопчатника по всем срокам определения наблюдается снижение биологической активности почвы, например, на севооборотных полях – 130-145 мг/м², по старопашке (без внесения удобрений) – 100 мг/м² за 1 ч. Учитывая важную роль ферментов в процессах гумусообразования, в обмене веществ почвы, нами определено во всех вариантах опыта количество фермента уреазы. Кроме того, обеспечение растений питательными элементами зависит от содержания ферментов в почве. Фермент уреазы участвует в превращении мочевины, разлагая её на аммиак и углекислоту.

Из данных таблицы 2 следует, что при возделывании хлопчатника на различных схемах севооборотов активность уреазы повысилась в 1,5 раза по сравнению со старопашкой: на севооборотной делянке при схеме 3:7 (без удобрений) – 1,236 мг, при 3:7 (удобряемая) – 1,775 мг, при 3:3 – 1,703 мг/г почвы; по старопашке (без внесения удобрений) – 1,190 мг/г почвы. Такая же закономерность наблюдалась и в осеннем сроке определения.

Полученные данные показали, что эффективность удобрений взаимосвязана с микробиологическим режимом почвы. Без применения минеральных и органических удобрений уменьшается размер её биологически активной части.

Определение интенсивности дыхания почвы (выделения из почвы углекислоты CO₂) и активность ферментов позволяют характеризовать активность биологических процессов староорошаемых почв [9].

Таблица 2

Влияние различных схем хлопковых севооборотов и монокультуры на биологическую активность почвы. В среднем за ротацию севооборота

№	Варианты опыта	Фермент уреазы, мг/г почвы		Количество CO ₂ , выделившейся с поверхности поля, мг/м ² за ч	
		весной	осенью	весной	осенью
1	Монокультура хлопчатника, без удобрения	1,190	1,100	160	100
2	Монокультура хлопчатника, удобряемая	1,910	1,720	185	145
3	3:7 без удобрения	1,236	0,929	166	129
4	3:7 удобряемая	1,775	1,442	193	141
5	2:4:1:3 удобряемая	1,840	1,340	180	165
6	3:4:1:2 удобряемая	1,461	0,983	190	130
7	3:3 удобряемая	1,703	1,031	187	138

Выводы

Таким образом, на основании всех вышеприведённых данных по биологической активности почвы можно сделать вывод о том, что на староорошаемой серозёмно-луговой почве Голодной степи роль севооборотов в повышении плодородия почвы неопределима, так как плодородие почвы взаимосвязано с жизнедеятельностью микроорганизмов, а также поступающих в почву растительных остатков.

Кроме того, плодосмен (севооборот) по сравнению с монокультурой посевов приводит к перегруппировке в составе микрофлоры и изменению биологической и биохимической активности почвы, способствует уменьшению возможности одностороннего влияния растений на почву, что в свою очередь способствует восстановлению почвенного плодородия и получению высоких устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур в системе хлопкового севооборота.

Библиографический список

1. Тимирязев К.А. Земледелие и физиология растений. – М.: Сельхозгиз, 1941. – 104 с.
2. Лазарев С.Ф. Микробиологическая характеристика почв Голодной степи // Почвы Голодной степи и их агрономическая характеристика. – Ташкент, 1961. – С. 55-57.
3. Егоров В.В., Минашина Н.Г. Обоснование почвенно-мелиоративных прогнозов и классификация засоленных почв // Изменение плодородия почв при орошении вновь осваиваемых земель. – М., 1976. – С. 125-128.
4. Беседин П.Н. Воздействие культуры многолетних трав на состав и свойства агрегатов сероземных почв // Изв. АН УзССР. – 1951. – № 5. – С. 72-84.
5. Рыжов С.Н. Причины высокого естественного плодородия светлых сероземов Голодной степи // Почвоведение. – 1952. – № 12. – С. 1081-1088.
6. Беспалов Н.Ф. Некоторые физические особенности светлых сероземов Голодной степи // Вопросы мелиорации Голодной степи. – Ташкент, 1957. – С. 100-127.
7. Методы агрохимических, агрофизических и микробиологических исследований в

поливных хлопковых районах. – Ташкент, 1977. – 184 с.

8. Методика полевых опытов с хлопчатником в условиях орошения / И.А. Дорман, В.П. Кондратюк, Г.Н. Попов, П.Н. Беседин, П.В. Протасов, М.А. Белоусов, Б.М. Исаев, Н.Н. Зеленин. – Ташкент, 1981. – 252 с.

9. Макаров Б.Н., Мацкевич В.Б. О терминах «дыхание почвы» и «биологическая активность почвы» // Почвоведение. – 1958. – № 6. – С. 30-31.

References

1. Timiryazev K.A. Zemledelie i fiziologiya rastenii. – M.: Sel'khozgiz, 1941. – 104 s.
2. Lazarev S.F. Mikrobiologicheskaya kharakteristika pochv Golodnoi stepi // Pochvy Golodnoi stepi i ikh agronomicheskaya kharakteristika. – Tashkent, 1961. – S. 55-57.
3. Egorov V.V., Minashina N.G. Obosnovanie pochvenno-meliorativnykh prognozov i klassifikatsiya zasolennykh pochv // Izmenenie plodorodiya pochv pri oroshenii vnov' osvvaivemykh zemel'. – M., 1976. – S. 125-128.
4. Besedin P.N. Vozdeistvie kul'tury mnogoletnikh trav na sostav i svoistva agregatov serozemnykh pochv // Izv. AN UzSSR. – 1951. – № 5. – S. 72-84.
5. Ryzhov S.N. Prichiny vysokogo estestvennogo plodorodiya svetlykh serozemov Golodnoi stepi // Pochvovedenie. – 1952. – № 12. – S. 1081-1088.
6. Bepalov N.F. Nekotorye fizicheskie osobennosti svetlykh serozemov Golodnoi stepi // Voprosy melioratsii Golodnoi stepi. – Tashkent, 1957. – S. 100-127.
7. Metody agrokhimicheskikh, agrofizicheskikh i mikrobiologicheskikh issledovaniy v polivnykh khlopkovykh raionakh. – Tashkent, 1977 – 184 s.
8. Metodika polevykh opytov s khlopchatnikom v usloviyakh orosheniya / I.A. Dorman, V.P. Kondratyuk, G.N. Popov, P.N. Besedin, P.V. Protasov, M.A. Belousov, B.M. Isaev, N.N. Zelenin. – Tashkent, 1981. – 252 s.
9. Makarov B.N., Matskevich V.B. O terminakh «dykhanie pochvy» i «biologicheskaya aktivnost' pochvy» // Pochvovedenie. – 1958. – № 6. – S. 30-31.

