Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati:

1. Mirzajonov K.M. Lik sentralno Ferganы v prejnee i nastoyaщee vremya// – Tashkent. 2014 249 s.

2. Tursunov L. Tuproq fizikasi // – Toshkent. Mexnat. 1988 y. 101-167-b

3. Qurvantayev R., Yaxshibayev G.M., Fayziyev K.I. Xorazm vohasi tuproqlaridagi suvga chidamli agregatlar holati. O‘zbekiston Zamini Ilmiy-amaliy va innovatsion jurnal. 4/2020. – B 24-26

4. Qurvontoyev R., Musurmonov A., Usmonova G. – Mirzacho‘l vohasi sug‘oriladigan tuproqlarining agregatlik holati. // Agrar sohada suv va yer resurslaridan oqilona foydalanish hamda tuproq unumdorligini oshirishda innovatsion texnologiyalardan samarali foydalanish masalalari. Respublika ilmiy-amaliy anjumani. Guliston, 2011 B. 108.

5. Nurmatov Sh.N. Dehqonchilikda tuproq agregatlari va kolloid – il zarrachalarining ahamiyati // – Toshkent. “Navro‘z” nashriyoti, 2019. 236 bet

6. Botirov X.F., Fayziyev T. Sideratlar va lavlagining urug‘ xosildorligi // Qishloq xo‘jaligini rivojlantirishdagi ustuvor yo‘nalishlar va ularning yechimlari. Professor-o‘qituvchilar ilmiy-amaliy konferensiyasi. – Samarqand, 2011. – B. 100-102.

7. Sobitov O‘.T., Abduraxmonov N.Yu., Yuldoshev I.Q., Pulatov M.K., Yunusova D.I.. Markaziy Farg‘ona sug‘oriladigan o‘tloqi saz tuproqlarining mexanik va mikroagregat tarkibi / «TIQXMMI» MTU Buxoro tabiiy resurslarni boshqarish instituti “Qishloq va suv xo‘jaligida innovatsion resurstejamkor texnologiyalarni qo‘llash”mavzusidagi Respublika iimiy-amaliy anjuman. – Buxoro shahri. 2022. 26-dekabr - V. 32-36.

8. Abduraxmonov N.Yu., Sobitov O‘.T., Yuldoshev I.Q., Kurdashev Q.D., Pulatov M.K. Turli darajada gipslas’hgan sug‘oriladigan bo‘z-o‘tloqi tuproqlarining mexanik va mikroagregat tarkibi / Turli tuproq-iqlim sharoitida qishloq xo‘jalik mahsulotlarini yetishtirish va o‘simliklarni himoya qilishda innovatsion yondashuvlar mavzusidagi Respublika miqyosidagi ilmiy-amaliy anjuman materiallari. – Buxoro, 2023-yil 12-dekabr. - V. 127-130.

9. Sobitov O‘.T. Markaziy Farg‘ona sug‘oriladigan o‘tloqi-saz tuproqlarining agregatlar tarkibi // Tuproqshunoslik va agrokimyo jurnali. – Toshkent, 2023. - №2. - V. 55-60.

УДК 631.95 : 631.5 : 633.11 (571.1)

ИНТЕНСИВНОСТЬ И НАПРАВЛЕННОСТЬ ПОЧВЕННО-МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ЛУГОВО-ЧЕРНОЗЕМНОЙ ПОЧВЕ ПОД ВЛИЯНИЕМ МИНИМИЗАЦИИ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В УСЛОВИЯХ ЮГА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Шулико Наталья Николаевна,
канд. с.-х. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории микробиологии ФГБНУ Омский АНЦ,
e-mail: shuliko-n@mail.ru
Хамова Ольга Федоровна,
Юшкевич Леонид Витальевич

Аннотация. Исследования проводили в стационарном многофакторном опыте закладки 1972 г. в пятипольном зернопаровом севообороте со следующим чередованием культур: пар – пшеница – пшеница - пшеница - ячмень под первой пшеницей после пара. Установлено, что минимизация обработки положительно влияла на численность микроорганизмов,

активность ферментов и нитрификационную способность лугово-черноземной почвы в сравнении со вспашкой в слое 0-20 см. Применение комплексной химизации усиливало биологическую активность почвы.
Ключевые слова: численность микроорганизмов, почвенные ферменты, нитратный азот, нитрификационная способность, обработка почвы, средства химизации, пшеница.

Annotatsiya. Tadqiqotlar 1972-yilda besh qavatli donli almashlab ekishda quyidagi ekinlar almashinuvi bilan statsionar ko'p faktorli yotqizish tajribasida o'tkazildi: bug ' – bug'doy – bug'doy - bug'doy - bug'dan keyingi birinchi bug'doy ostidagi arpa. Qayta ishlashni minimallashtirish mikroorganizmlar soniga, fermentlarning faolligiga va o'tloq-qora tuproqli tuproqning nitrifikatsiya qobiliyatiga 0-20 sm qatlamda shudgorlash bilan taqqoslaganda ijobiy ta'sir ko'rsatishi aniqlandi. Kompleks kimyoviylashtirishdan foydalanganda tuproqning biologik faolligi oshishi kuzatildi.
Kalit so'zlar: mikroorganizmlar soni, tuproq fermentlari, nitrat azot, nitrifikatsiya qobiliyati, ishlov berish, kimyoviy moddalar, bug'doy.

Annotation. The research was carried out in a stationary multifactorial experiment in 1972 in a five–field grain–steam crop rotation with the following crop alternation: steam - wheat - wheat - wheat - barley under the first wheat after steam. It was found that minimizing tillage had a positive effect on the number of microorganisms, enzyme activity, and nitrification ability of meadow-chernozem soil compared with plowing in a 0-20 cm layer. The use of complex chemicalization enhanced the biological activity of the soil.
Key words: number of microorganisms, soil enzymes, nitrate nitrogen, nitrification ability, tillage, chemicals, wheat.

Минимизация механической обработки почвы с сохранением стерни и оставлением соломы приводит к накоплению органических остатков и питательных веществ в верхней части пахотного горизонта, обуславливая тем самым его дифференциацию по биологической активности [9].

Установлено, что отказ от вспашки оказывает негативное влияние на фитосанитарную обстановку в агроценозе, усиливает засоренность и недостаток минерального азота в почве [12]. Решение этих проблем вызывает необходимость применения соответствующих пестицидов и рациональных доз минеральных удобрений, что существенно влияет на интенсивность и направленность почвенных биологических процессов в сторону минерализации или иммобилизации продуктов разложения органических остатков и образования гумуса [10].

Целью исследований было изучение изменений численности почвенных микроорганизмов и направленности мобилизационных процессов почвы под влиянием применения длительных минимальных (почвозащитных) обработок почвы в комплексе со средствами химизации в широко распространенных лугово-чернозёмных почвах южной лесостепной зоны. Проблема ресурсосбережения является актуальной в современных экономических условиях, а её почвенно-микробиологическое обоснование имеет практическое и теоретическое значение, поскольку непосредственно связано с мониторингом эффективного и потенциального плодородия почвы и её токсичности.

Исследования проводили в стационарном многофакторном опыте закладки 1972 г. в пятипольном зерно-паровом севообороте пар – пшеница – пшеница - пшеница - ячмень под первой пшеницей после пара.

Почва – лугово-чернозёмная среднемощная среднегумусовая тяжелосуглинистая с содержанием гумуса 6-7 %, реакция среды – нейтральная.

Система обработки почвы (фактор А): отвальная на глубину 20-22 см под все культуры, плоскорезная на глубину 10-12 см, минимально-нулевая, без осенней обработки ежегодно. На этих

фонах применяли средства химизации (фактор В): контроль (без применения удобрений и пестицидов), гербицид «Пума-супер 100», комплексная химизация (под пшеницу по пару - P_{60}, гербицид «Пума-супер 100», фунгицид ТИЛТ-250, ретардант ТУР).

Образцы почвы отбирали в слое 0-20 см три раза в течение вегетации зерновых – кущение-выход в трубку (июнь), колошение (июль), налив зерна (конец августа). В свежих образцах учитывали численность микроорганизмов путем высева на твердые питательные среды [6].

Нитрификационную способность почвы определяли по Кравкову с инкубацией 21 день, азот нитратов – по Грандваль-Ляжу с дисульфофеноловой кислотой [1]. В воздушно-сухих образцах были проведены определения ферментативной активности почвы: уреазы – по Гофману, каталазы – газометрически [7].

Погодные условия лет исследований были в основном благоприятны для роста и развития растений и микроорганизмов и отличались теплом и достаточным увлажнением.

Со снижением интенсивности обработки от вспашки до минимально-нулевой наблюдалась тенденция повышения численности микроорганизмов, что связано с увеличением количеств оргостатков в пахотном слое почвы при минимизации обработки. Так, по данным, полученным ранее в этом же стационарном опыте, где проводились настоящие исследования, количество пожнивно-корневых остатков при плоскорезной и минимально-нулевой обработках в слое 0-20 см превышало вспашку в паровом поле на 69,5 и 80,3 % соответственно [11].

Под пшеницей по пару при минимально-нулевой обработке в сравнении со вспашкой достоверно увеличилось количество фосфатмобилизующих бактерий, а также почвенных грибов, участвующих в разложении органических остатков и биохимических превращениях различных органических соединений в почве.

Длительное систематическое применение гербицидов не оказало существенного негативного воздействия на общую численность микроорганизмов под культурой пшеницы. Наиболее чувствительными к ним оказались фосфатмобилизующие бактерии, количество которых уменьшилось на 19 % к контролю.

Комплексная химизация, где гербициды, фунгициды и ретарданты применялись на фоне минеральных удобрений, способствовала увеличению численности всех групп почвенных микроорганизмов. В сравнении с контролем под пшеницей достоверно возросло количество аммонификаторов на МПА, а также почвенных грибов (таблица 1).

Таблица 1

Численность микроорганизмов в лугово-чернозёмной почве под пшеницей по пару в зависимости от интенсивности обработки и применения средств химизации, (n=9)

Вариант	Бактерии, растущие на МПА, млн/г	Микроорганизмы, растущие на КАА, млн/г	Олигонитрофилы, млн/г	Бактерии мобилизующие минеральные фосфаты, млн/г	Нитрификаторы, тыс/г	Грибы, тыс/г
Средняя по фактору А: - отвальная	33,4	28,2	104,8	93,0	4,2	48,0

Вариант	Бактерии, растущие на МПА, млн/г	Микроорганизмы, растущие на КАА, млн/г	Олигонитрофилы, млн/г	Бактерии мобилизующие минеральные фосфаты, млн/г	Нитрификаторы, тыс/г	Грибы, тыс/г
- плоскорезная	37,2	27,8	109,0	90,0	3,6	70,3*
- минимально-нулевая	35,7	28,5	109,4	113,0*	3,7	71,2*
$НСР_{05}$ по А	7,3	4,3	23,0	19,8	0,98	14,2
Средняя по фактору В: - контроль	33,5	29,0	102,0	109,4	3,7	52,5
- гербициды	32,5	26,7	101,7	89,0*	3,4	64,1
- комплексная химизация	40,3*	29,0	119,5	97,1	4,4	73,0*
$НСР_{05}$ по В	7,3	4,3	23,0	19,8	0,98	14,2

Улучшение питательного режима почвы при внесении минеральных удобрений снижает ингибирующий эффект пестицидов [2].

Обилие осадков в годы исследований сгладило разницу в численности микроорганизмов между вариантами обработок почвы. Общее количество микробов по фактору обработки было в пределах 259-286 млн/г и превышало вспашку на стерневых фонах на 5-10 %. В более засушливые годы проведения исследований (в предыдущих исследованиях) эти показатели составляли 19-31 % [8]. Преимущество безотвальных обработок по содержанию влаги в почве в сравнении со вспашкой отражалось на численности микробиоты.

Для характеристики мобилизационных процессов в почве определяли потенциальную способность почвы к нитратонакоплению, которая позволяет учесть в виде нитратов азот, образованный за счёт минерализации мобильных соединений органического вещества при благоприятных условиях (рисунок).

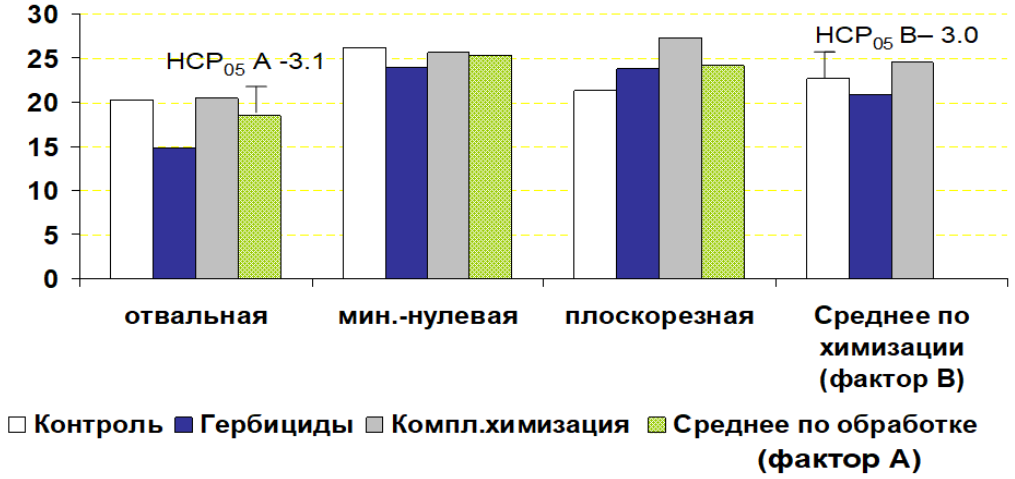


Рис. Нитрификационная способность почвы под пшеницей по пару в зависимости от интенсивности обработки и применения средств химизации, мг/кг, (n=9)

Наблюдения показали, что нитратонакопление в оптимальных условиях (нитрификационная способность почвы) в вариантах с минимизацией обработки почвы выше в сравнении со вспашкой под пшеницей по пару на 31-36%. Применение комплексной химизации достоверно повышало нитрификационную способность почвы по отношению к контролю при плоскорезной обработке. В вариантах с систематическим применением гербицидов отмечена тенденция к снижению потенциального нитратонакопления, что связано с уничтожением сорняков, как дополнительной биомассы и энергетического материала для микроорганизмов.

Увеличение нитрификационной способности в вариантах с минимально-нулевой и плоскорезной обработками почвы в слое 0-20 см, на наш взгляд, можно объяснить локализацией растительных остатков и прижатостью корневых систем растений к поверхности почвы.

В биохимических превращениях по разложению и синтезу органических веществ в почве участвуют различные ферменты. По их активности можно судить об интенсивности биологических процессов.

Фермент уреаза катализирует в почве гидролиз промежуточного продукта разложения белков мочевины до аммиака - непосредственного источника образования нитратов - основа азотного питания растений.

Под пшеницей по пару активность уреазы по мере минимизации обработки увеличивалась на 14,3-21,4% в сравнении со вспашкой. Подобный рост уреазной активности при безотвальных обработках некоторые исследователи объясняют повышением плотности грибного населения почвы [4], что характерно и для лугово-чернозёмной почвы региона.

Применение средств химизации не привело к увеличению активности фермента уреазы. Возможной причиной была высокая обеспеченность почвы азотом нитратов после парования, которая в период кущения пшеницы составляла 22-29 мг/кг.

Синтез гумусовых компонентов почвы связан с окислительно-восстановительными процессами, в которых участвуют ферменты оксидоредуктазы, в т.ч. один из широко распространенных в почве – каталаза.

На фоне без применения средств химизации активность каталазы при безотвальных обработках достоверно возрастала в сравнении со вспашкой, что связано с сосредоточением органических остатков и усилением биологической активности в поверхностных слоях почвы (таблица 2). При внесении минеральных удобрений по фону комплексной химизации активность фермента снижалась, что по литературным данным имеет химическую природу и происходит под влиянием анионов минеральных удобрений [3].

Таблица 2

Ферментативная активность пахотного слоя лугово-черноземной почвы при разной интенсивности обработки и применении средств химизации, (n=9)

Обработка почвы (фактор А)	Химизация (фактор В)			Среднее по обработке (А) $НСР_{05}$ А-0,054
	Контроль	Гербициды	Комплексная химизация	
Уреаза, мг NH_4/г				
Отвальная	0,45	0,42	0,39	0,42
Плоскорезная	0,53	0,43	0,49	0,48
Минимально-нулевая	0,53	0,52	0,47	0,51
Среднее по химизации (В) $НСР_{05}$ В – 0,052	0,50	0,46	0,45	0,47

Обработка почвы (фактор А)	Химизация (фактор В)			Среднее по обработке (А) $НСР_{05}$ А-0,054
	Контроль	Гербициды	Комплексная химизация	
Каталаза, $см^3$ O_2 в мин/г, $НСР_{05}$ А – 0,147				
Отвальная	1,57	1,78	1,59	1,65
Плоскорезная	1,81	1,74	1,46	1,67
Минимально-нулевая	1,74	1,85	1,51	1,70
Среднее по химизации (В) $НСР_{05}$ В – 0,052	1,71	1,79	1,52	1,67

Судя по коэффициенту минерализации (КАА/МПА), разложение органических остатков под пшеницей по пару проходило с неодинаковой интенсивностью. Коэффициент минерализации (К мин.) снижался в ряду обработок: отвальная (0,84) > минимально-нулевая (0,80) > плоскорезная (0,74).

Коэффициент иммобилизации, определяемый по соотношению групп микроорганизмов МПА/КАА, превышал коэффициент минерализации и увеличивался с сокращением числа и глубины обработки, составляя 1,18 при вспашке, 1,25 при минимально-нулевой обработке и 1,33 – при плоскорезной.

О глубине микробиологических превращений азотсодержащих соединений в почве в зависимости от обработки судили по коэффициенту трансформации органического вещества $П_м$ = (МПА + КАА) х (МПА/КАА) [5]. Наиболее высокая величина при плоскорезной обработке – 86, наименьшая - при вспашке 73, при минимально-нулевой обработке – 80. Повышенные значения $П_м$ означают, что при применении ресурсосберегающей мелкой плоскорезной обработки растительные остатки интенсивно трансформируются в органическое вещество почвы. Подобную направленность процесса подтверждает и более значительное накопление гумуса при плоскорезной обработке в сравнении со вспашкой, по данным, полученным ранее в этом же стационарном опыте [13].

Применение комплексной химизации под пшеницей по пару повышало численность аммонифицирующей микрофлоры. Происходило снижение коэффициента минерализации и рост коэффициента иммобилизации органического вещества. При этом существенно, с 72 на контроле до 96 на фоне с комплексной химизацией, повышался $П_м$, коэффициент трансформации органического вещества.

Таким образом, минимизация обработки положительно влияла на численность микроорганизмов, активность ферментов и нитрификационную способность лугово-черноземной почвы в сравнении со вспашкой в слое 0-20 см. Применение комплексной химизации усиливало биологическую активность почвы.

Коэффициент трансформации органического вещества, рассчитанный по соотношению групп почвенных микроорганизмов, увеличивался в ряду обработок почвы от отвальной к плоскорезной (73 и 86 соответственно), а также при применении комплексной химизации (96, при 72 на контроле). Следовательно, при безотвальных обработках и применении химизации растительные остатки более интенсивно трансформируются в органическое вещество почвы в сравнении со вспашкой, что способствует сохранению и накоплению гумуса.

Список использованных литературы:

1. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв./ Е.В. Аринушкина. – М.: Изд-во МГУ, 1970. – 325 с.

2. Балабанова Н.Ф. Влияние длительного применения отдельных элементов агротехнологии на плодородие серой лесной почвы в подтаежной зоне Омского Прииртышья / Н. Ф. Балабанова, Н. А. Воронкова, С. Ю. Храмов // Агрохимия. – 2025. – № 5. – С. – 27-34. – DOI 10.31857/S0002188125050036.

3. Галстян А.Ш. Ферментативная активность почв Армении/ А.Ш.Галстян. - Ереван: Айастан, 1974. – 275 с.

4. Данилова А.А. Биологические свойства чернозёма выщелоченного при многолетней минимизации механической обработки: автореф. дис. ...докт. биол. наук/Данилова Альбина Афанасьевна. – Москва, 2007 – 37 с.

5. Коробова Л.Н. Особенности сукцессии микробных сообществ в чернозёмах Западной Сибири: автореф. дис. ...докт. биол. наук/ Коробова Лариса Николаевна. - Новосибирск, 2007. – 42 с.

6. Теппер, Е.З. Практикум по микробиологии учебное пособие для вузов / Е.З. Теппер, В.К. Шильникова; под ред. В.К. Шильниковой.- 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Дрофа, 2004. – 256 с.

7. Хазиев Ф.Х. Методы почвенной энзимологии./ Ф.Х. Хазиев – М.: Наука, 1990. – 189 с.

8. Хамова О.Ф. Биологическая активность чернозёма выщелоченного при минимизации основной обработки почвы в южной лесостепи Западной Сибири / О.Ф. Хамова, Л.В. Юшкевич, В.В. Леонова // Агрохимия, 2002. - № 4. – С. – 11-16.

9. Шулико Н.Н. Влияние агротехнологии возделывания гороха на биологические и агрохимические свойства лугово-черноземной почвы / Н.Н. Шулико, Е.В. Тукмачева, И.А. Корчагина [и др.] // Вестник КрасГАУ. – 2024. – № 8(209). – С. –24-33. – DOI 10.36718/1819-4036-2024-8-24-33.

10. Шулико Н.Н. Влияние применения средств интенсификации на биологическую активность и фитосанитарное состояние почвы под посевом гороха / Н.Н. Шулико, И.А. Корчагина, О.Ф. Хамова [и др.] // Вестник КрасГАУ. – 2024. – № 7(208). – С. 82-91. – DOI 10.36718/1819-4036-2024-7-82-91.

11. Юшкевич Л.В. Агроэкологические особенности возделывания яровой пшеницы по паровому предшественнику в лесостепи Западной Сибири / Л. В. Юшкевич, О. Ф. Хамова, А. Г. Щитов, Е. В. Тукмачева // Плодородие. – 2020. – № 4(115). – С. – 63-68. – DOI 10.25680/S19948603.2020.115.18.

12. Юшкевич Л.В. Влияние средств химизации на засорённость и биологическую активность почвы под посевом ячменя / Л.В. Юшкевич, Н.Н. Шулико, О.Ф. Хамова, Е.В. Тукмачева // Плодородие. – 2021. – № 6(123). – С. 62-65. – DOI 10.25680/S19948603.2021.123.17.

13. Юшкевич Л.В. Ресурсосберегающая система обработки и плодородие чернозёмных почв при интенсификации возделывания зерновых культур в южной лесостепи Западной Сибири: автореф. дис...докт. с.-х.наук/Юшкевич Леонид Витальевич. – Омск, 2002. – 31 с.