

АГРОЭКОЛОГИЯ

УДК 631.51.01

Р.В. Миникаев, А.Р. Валиев, И.Г. Манюкова, Г.С. Сайфиева
R.V. Minikayev, A.R. Valiyev, I.G. Manyukova, G.S. Sayfiyeva

БИОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМАХ ОБРАБОТКИ ПОД РАННИЕ ЗЕРНОВЫЕ КУЛЬТУРЫ

BIOLOGICAL REGIME OF GRAY FOREST SOILS UNDER DIFFERENT TILLAGE SYSTEMS FOR EARLY CEREAL CROPS

Ключевые слова: микробиологическая активность, обработка почвы, пахотный слой, зерновые культуры.

Keywords: microbiological activity, tillage, arable layer, cereal crops.

Для изучения микробиологической активности гетеротрофов, диазотрофов, бактерий, использующих минеральные формы азота, фосфатмобилизирующих микроорганизмов и микромицетов, в условиях серых лесных почв Предкамской зоны Республики Татарстан проведен сравнительный анализ почвы после различных способов ее основной обработки (отвальная вспашка, поверхностная обработка, без обработки). Выделение и учет микроорганизмов проводили на селективных питательных средах по методике О.И. Колешко, С.М. Семенова. В увлажненных условиях 2009 г. перед посевом наибольшее количество гетеротрофов в слое 0-20 см наблюдали в варианте с прямым посевом – 67,3 млн КОЕ/г, по вспашке (контроль) – 49,7 млн КОЕ/г. К фазе полной спелости их количество уменьшилось до 56,8 и 41,2 млн КОЕ/г почвы. В засушливых условиях 2010 г. численность гетеротрофов в варианте без обработки почвы перед посевом ячменя снизилась до 59,0 млн КОЕ/г. К уборке количество гетеротрофов в слое 0-20 см составило 27,5 млн КОЕ/г почвы в варианте с прямой посев комплексом Сид Хок (Н₀+СХ). Наибольшую активность почвенной биоты во все годы исследований наблюдали при поверхностной и нулевой обработках почвы. Преимущество минимализации обработки в части улучшения активности почвенной биоты можно связать с тремя благоприятными факторами, которые возникают при использовании такой системы, по сравнению со вспашкой на 20-22 см: сокращение проходов сельскохозяйственных машин в процессе возделывания культур, что уменьшает деформацию почвы и ее переуплотнение; положительное влияние на нижнюю часть пахотного слоя; аккумуляция корневых и пожнивных остатков в верхней половине пахотного слоя, что привело к возрастанию микробиологической активности и тенденции гумусоаккумуляции в этом слое.

A comparative analysis of soil samples with moldboard plowing, surface cultivation and samples without tillage (No-till) was carried out to study the microbial activity of heterotrophs, bacteria, using mineral nitrogen forms and phosphate mobilizing microorganisms and micromycetes on gray forest soils of the Pre-Kama area of the Republic of Tatarstan. The isolation and accounting of microorganisms were performed on elective nutrient media according to the method of O.I. Koleshko and S.M. Semenov. The results showed that in moist conditions of 2009 before planting the largest number of heterotrophs in the layer of 0-20 cm was observed on direct sowing variant – 67.3 million colony-forming units (COU) per soil gram; on plowing variant – 49.7 million colony-forming units (COU) per soil gram. Its number has decreased to 56.8 million colony-forming units (COU) per soil gram on sowing, and to 41.2 on plowing variant by full maturity phase. Drought conditions of 2010 showed a significant decrease in the number of heterotrophs in the variant without tillage before sowing barley to 59.0 million colony-forming units (COU) per soil gram. By harvest time the number of heterotrophs in the 0-20 cm of layer was 27.5 million colony-forming units (COU) per soil gram. Throughout the years of research the most active soil biota was observed at the minimum and zero tillage. The advantage of minimizing the processing, in terms of improving the activity of soil biota, may be attributed to three favorable factors that arose when using this system compared with plowing on 20-22 cm: reduction the passes of agricultural machinery in the crops cultivation, reducing the soil deformation and its compaction; a positive effect on the bottom of arable layer where the process of soil structure restoration is carried out; accumulation of root and stubble on the top of the arable layer leading to an increase of microbiological activity and humus accumulation in this layer.

Миникаев Рогать Вагизович, к.с.-х.н., доцент, Казанский государственный аграрный университет.
E-mail: ragat@mail.ru.

Валиев Айрат Расимович, к.т.н., доцент, Казанский государственный аграрный университет.
E-mail: ayratvaliev@mail.ru.

Манюкова Ирина Геннадьевна, к.с.-х.н., доцент, Казанский государственный аграрный университет. E-mail: Mig9274@yandex.ru.

Сайфиева Гулия Саубановна, к.с.-х.н., доцент, Казанский государственный аграрный университет. E-mail: gulia906@mail.ru.

Minikayev Rogat Vagizovich, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Kazan State Agricultural University. E-mail: ragat@mail.ru.

Valiyev Ayrat Rasimovich, Cand. Tech. Sci., Assoc. Prof., Kazan State Agricultural University. E-mail: ayratvaliev@mail.ru.

Manyukova Irina Gennadyevna, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Kazan State Agricultural University. E-mail: Mig9274@yandex.ru.

Sayfiyeva Guliya Saubanovna, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Kazan State Agricultural University. E-mail: gulia906@mail.ru.

Почва – естественная лаборатория, в которой происходят сложные биологические, химические и физиологические процессы разрушения и воспроизводства плодородия. Микрофлора почвы характеризуется большим разнообразием микроорганизмов, которые принимают участие в процессах почвообразования и самоочищения, кругооборота азота, углерода и других элементов.

Жизнедеятельность, качественный и количественный состав микроорганизмов определяются почвенными условиями: наличием питательных веществ, влажностью, аэрацией, реакцией среды, температурой и др. Их численность в хорошо окультуренной почве может достигать нескольких миллиардов в 1 г почвы, а общая масса – 10 т/га [1, 2].

Наибольшее количество микроорганизмов содержится в верхнем слое почвы толщиной до 10 см. По мере углубления оно уменьшается, и на уровне 3-4 м микрофлора практически отсутствует. Состав ее меняется в зависимости от типа и состояния почвы, состава растительности, температуры, влажности и др. Большинство микроорганизмов почвы способны развиваться при нейтральном pH, высокой относительной влажности, температуре от 25 до 40°C [3, 4].

Как утверждает А.С. Салихов, вид севооборота, степень насыщенности его теми или иными культурами оказывают значительное влияние на экологическую обстановку в почве: изменяется структура микробных ассоциаций, а также скорость и направленность биохимических процессов, от которых в значительной степени зависят плодородие почвы и урожай сельскохозяйственных культур [5]. Огромный пул почвенных метаболитов микробного происхождения оказывает регулирующее влияние на численность и состав микробиоценозов.

Многообразные биологические процессы, происходящие в почве, можно описать комплексным понятием «биологическая активность», она служит индикатором изменения условий среды, так как быстро реагирует на воздействие внешних факторов.

Большое влияние на биологическую активность почвы оказывает механическая обработка.

Результаты исследований ряда авторов свидетельствуют о том, что при отвальной обработке численность микроорганизмов увеличивается, причем по мере углубления пахотного слоя биологическая активность обрабатываемых слоев почвы возрастает [6, 7]. В то же время С.И. Коржов отмечает, что безотвальные обработки способствуют интенсивному развитию почвенных микроорганизмов в верхнем слое почвы [8].

Поверхностное рыхление почвы создает благоприятные условия для размножения аэробных микроорганизмов, главным образом, в верхней части пахотного слоя (5-15 см). Применение отвальных обработок обеспечивает усиление деятельности бактерий во всем пахотном слое. Уменьшение интенсивности механической обработки почвы способствует, как правило, усилению активности целлюлозоразлагающей микрофлоры в пахотном слое [14]. Однако в исследованиях П.А. Котьяк поверхностно-отвальная обработка привела к увеличению целлюлозоразлагающей активности почвы, по сравнению с поверхностной обработкой [9]. Следует отметить, что усиление активности целлюлозоразлагающей микрофлоры не способствует минерализации гумуса, так как эти микроорганизмы разлагают первичное органическое вещество, поступающее в почву. В результате этого образуются соединения, входящие в состав гумусовых веществ, что впоследствии может способствовать увеличению содержания гумуса.

При минимальной обработке с внесением соломы коэффициент гумификации значительно ниже, чем по отвальной обработке. Снижается выделение углекислого газа, что указывает на недостаток легкодоступных соединений для микроорганизмов [10-12].

Г.К. Марковская предполагает, что в годы с выраженным дефицитом влаги при прямом посеве создаются более благоприятные условия для жизнедеятельности микроорганизмов [13].

Целью исследований – выявить действие различных систем обработки на биологический режим серых лесных почв в условиях Предкамской зоны Республики Татарстан.

Условия, материалы и методы

Исследования проводили в 2009-2011 гг. на полях ООО «Саба» Сабинского района (Предкамская зона) Республики Татарстан. Площадь делянки общей и учетной составляла 3 га. Размещение делянок – систематическое. В опыте в шести вариантах в трехкратной повторности применяли различные технологии возделывания ранних зерновых культур, основанные на следующих приемах обработки почвы и посева:

вспашка на 22 см, прикатывание перед посевом, посев сеялкой СЗ-3,6 – традиционная обработка (контроль, В20 + ТТ);

вспашка на глубину 22 см и посев посевным комплексом со стрелчатými лапами (В20 + ДД);

поверхностная обработка почвы на 12 см осенью агрегатом Рубин и посев посевным комплексом со стрелчатými лапами (П12 (без предпосевной обработки) + ДД);

предпосевная обработка на 10 см весной агрегатом Рубин и посев посевным комплексом со стрелчатými лапами (Но + ДД);

поверхностная обработка почвы осенью на 12 см, предпосевная обработка на 10 см весной агрегатом Рубин и посев посевным комплексом со стрелчатými лапами (П12 + ДД);

прямой посев комплексом Сид Хок (Но + СХ).

Исследования проводили в звене севооборота с чередованием культур яровая пшеница – ячмень – горохо-ячменная смесь на зеленую массу.

Почва опытного участка – светло-серая лесная, тяжелосуглинистая на покровном легкосуглинистом суглинке. Перед закладкой опыта она характеризовалась следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса (по Тюрину) в слое 0-10 см – 2,26%, в слое 10-20 см – 2,02%, подвижного фосфора и обменного калия (по Кирсанову) – 100 и 110 мг/кг, соответственно, рН солевой вытяжки – 5,4-5,5.

В 2009 г. после уборки предшественника высевали яровую пшеницу (сорт – Эстер, РС₁). Перед посевом семена протравливали фунгицидом Виал ТТ (0,4 л/т). Расчет норм применения минеральных удобрений выполнен балансовым методом на запланированную урожайность культуры 4,0 т/га.

Удобрения (N₇₀P₉₀K₉₀) вносили в виде аммиачной селитры (2,0 ц/га) и азофоски (3,0 ц/га) весной. Органические удобрения под пшеницу не применяли. Для уничтожения сорной растительности в фазе кущения культуры (10 июня) посеы обработали гербицидами: Аккурат (0,07 кг/га), Пума супер-7,5 (1 л/га), Дианат (0,13 кг/га). Уборку для определения биологической урожайности проводили 22 августа в фазе полной спелости яровой пшеницы.

В 2010 г. высевали ячмень (сорт Нур, РС₁). Семена предварительно обработаны фунгицидом АлтСил (0,4 л/т). Расчет норм минеральных удобрений выполнен балансовым методом на запланированную урожайность зерна 3,5 т/га. Удобрения (N₇₀P₉₀K₉₀) вносили весной в виде аммиачной селитры (2,0 ц/га) и азофоски (3 ц/га). Убирали культуру в фазу полной спелости для определения биологической урожайности 25 июля.

В 2011 г. возделывали горохо-ячменную смесь (гороха Ямалский, РС₁, ячмень Нур, РС₁). Перед посевом семена ячменя протравили фунгицидом Кинто Дуо, КС (2,5 л/т). Минеральные удобрения (N₇₀P₉₀K₉₀) вносили весной в виде азофоски из расчета 3 ц/га. Уборка для определения биологической урожайности проведена 11 июля в фазу полной спелости.

Агрометеоусловия за период исследований, по данным метеостанции Казань-опорная, характеризовались значительными отклонениями от среднеголетних как по температурному режиму, так и по количеству осадков.

2009 и 2011 гг. схожи по климатическим условиям во время вегетации растений: засушливые и жаркие периоды обоих лет не были затяжными. Норма осадков была ниже, чем данные средних многолетних показателей. В 2010 г. метеоусловия сложились неблагоприятно для сельскохозяйственных культур в связи с недостаточным увлажнением и высокой температурой воздуха.

Изучали микробиологическую активность гетеротрофов, diaзотрофов, бактерий, использующих минеральные формы азота, фосфатмобилизирующих микроорганизмов и микромицетов. Численность микроорганизмов различных физиологических и эколого-трофических групп определяли: микроскопические грибы – на среде Чапека; актиномицеты – на крахмало-аммиачном агаре (КАА); аммонификаторы (гетеротрофы) – на мясо-пептонном агаре (МПА); аэробные азотфиксаторы – на среде

Эшби; денитрификаторы – на среде Гильтея; минерализаторы – на КАА; бациллы – на среде № 8.

Выделение и учет микроорганизмов проводили на элективных питательных средах по методике О.И. Колешко [15], С.М. Семенова [16].

Количество гетеротрофов характеризует общий уровень биологических процессов в почве. Они обитают в основном вблизи корневой системы, их численность зависит от обеспеченности воздухом. При отвальной обработке, когда пожнивные и корневые остатки перемещаются в нижние слои почвы, большая часть микроорганизмов погибает. При безотвальной обработке пласты почвы не переворачиваются, и среда обитания гетеротрофов не изменяется [14].

Диазотрофы – микроорганизмы, которые способны усваивать молекулярный азот атмосферы и переводить его в доступную для растений форму.

Повышенное содержание микромицетов в ризосфере зерновых культур увеличивает риск развития корневых гнилей. Положительная сторона микроорганизмов этой группы в том, что они оструктурируют почву [14].

Результаты и обсуждение

Из данных таблиц следует, что показатели численности микроорганизмов в вариантах $V_{20}+ТТ$ (контроль) и $V_{20}+ДД$ идентичны, так как почва для анализа была взята весной до предпосевной обработки почвы. Основная обработка почвы осенью на этих вариантах не отличалась.

На вариантах $П_{12}$ (без предпосевной обработки) $+ДД$ и $П_{12}+ДД$ наблюдается аналогичная картина.

Мы установили, что микрофлора довольно динамично меняется в течение периода вегетации растений. В условиях 2009 г. во влажной почве в ризосфере яровой пшеницы численность гетеротрофов в пахотном слое была меньше в вариантах с зяблевой вспашкой (49,7 млн КОЕ) по сравнению с вариантами поверхностной ($П_{12}+ДД$ – 61,9 млн КОЕ/г почвы) и нулевой обработками почвы (H_0+CX – 67,3 млн КОЕ/г почвы) (табл. 1).

Количество диазотрофов в фазе полной спелости при прямом посеве было на 5,5 млн КОЕ выше по сравнению с контролем. Несколько иная картина наблюдается при анализе содержания в почве микромицетов, которые очень чувствительны к уплотнению почвы. В течение всего летнего

периода благоприятные условия для их роста и развития зависели от глубины и способа обработки почвы: в слое 10-20 см при традиционных способах обработки их количество возрастало, а на вариантах минимальной обработки, наоборот, снижалось.

Перед посевом ячменя максимальная численность фосфатмобилизирующих микроорганизмов в слое 0-10 см (149 млн КОЕ/г) отмечена в варианте с однократной весенней поверхностной обработкой ($H_0+ДД$), в слое 10-20 см – 56,0 млн КОЕ/г – в варианте прямого посева (табл. 2). Перед уборкой наблюдалось некоторое увеличение их количества в вариантах с традиционной осенней вспашкой.

Наибольшая численность микроорганизмов, использующих минеральные формы азота для своего роста и развития, в верхнем горизонте почвы (0-10 см) отмечена при прямом посеве. Причем в этом варианте она была значительно выше, чем по зяблевой вспашке. Возможно, это объясняется наличием растительных остатков предшествующей культуры.

Численность диазотрофов во всех вариантах изменялась незначительно в течение всего вегетационного периода ячменя.

В динамике численности микромицетов прослеживалась следующая тенденция: во всех вариантах наблюдалось увеличение их количества в фазу полной спелости и больше их обнаружено в варианте с двукратной минимальной обработкой ($П_{12}+ДД$) в сравнении с другими вариантами. Количество гетеротрофов в ризосфере яровых зерновых культур в фазе полной спелости при отвальной обработке было больше, чем в этот же период при нулевой и поверхностной обработках (12,0 млн КОЕ/г) и составила 43,0 млн КОЕ/г.

Весной численность гетеротрофов на яровой пшенице была выше по технологии прямого посева и составила в слое 10-20 см 37,1 млн КОЕ/г почвы. По видимому, предпосевная обработка и поверхностные обработки почвы в вариантах с минимальными технологиями способствовали улучшению аэрации почвы. К уборке в слое 10-20 см численность гетеротрофов несколько снизилась (табл. 3).

При технологиях с отвальной вспашкой количество микромицетов как в верхней, так и в нижней части пахотного слоя (28,0 и 16,4 млн КОЕ/г почвы соответственно) было значительно ниже, чем на фоне минимальной обработки почвы и особенно прямого посева.

Таблица 1

Изменение численности микроорганизмов в зависимости от системы обработки под яровую пшеницу в пахотном слое, 2009 г.

Варианты	Слой почвы, см	Перед посевом					Полная спелость				
		гетеротрофы, млн КОЕ/г	дiazотрофы, млн КОЕ/г	бактерии, использ. минер. формы азота, млн КОЕ/г	фосфатмобилизирующие микроорганизмы, млн КОЕ/г	микромикеты, млн КОЕ/г	гетеротрофы, млн КОЕ/г	дiazотрофы, млн КОЕ/г	бактерии, использ. минер. формы азота, млн КОЕ/г	фосфатмобилизирующие микроорганизмы, млн КОЕ/г	микромикеты, млн КОЕ/г
V ₂₀ +ТТ (контроль)	0-10	20,1	3,2	5,0	6,7	28,0	16,1	4,8	10,5	24,5	15,0
	10-20	29,6	8,4	8,0	35,3	25,0	25,1	9,6	47,5	38,4	35,0
V ₂₀ +ДД	0-10	20,1	3,2	5,0	6,7	28,0	18,4	5,1	9,0	16,3	16,0
	10-20	29,6	8,4	8,0	35,3	25,0	25,1	8,6	50,0	41,5	33,0
П ₁₂ (без предпосевной обработки)+ДД	0-10	25,8	8,3	35,5	86,1	45,0	26,1	8,7	15,0	43,1	47,0
	10-20	36,1	7,5	40,0	24,5	65,0	27,4	6,3	7,5	28,6	34,0
H ₀ +ДД	0-10	27,6	10,3	37,0	93,4	40,0	22,4	10,4	13,5	56,7	42,0
	10-20	38,3	5,8	42,0	26,7	60,0	30,5	7,2	9,0	29,4	30,0
П ₁₂ +ДД	0-10	25,8	8,3	35,5	86,1	45,0	19,1	9,6	12,0	35,4	45,0
	10-20	36,1	7,5	40,0	24,5	65,0	27,8	6,2	8,5	29,1	27,5
H ₀ +СХ	0-10	27,8	10,8	39,5	53,1	55,0	24,3	12,4	10,5	47,5	57,5
	10-20	39,5	9,2	44,0	64,8	45,0	32,5	7,5	5,5	34,5	35,0

Таблица 2

Изменение численности микроорганизмов в зависимости от системы обработки под ячмень в пахотном слое, 2010 г.

Варианты	Слой почвы, см	Перед посевом					Полная спелость				
		гетеротрофы, млн КОЕ/г	дiazотрофы, млн КОЕ/г	бактерии, использ. минер. формы азота, млн КОЕ/г	фосфатмобилизирующие микроорганизмы, млн КОЕ/г	микромикеты, млн КОЕ/г	гетеротрофы, млн КОЕ/г	дiazотрофы, млн КОЕ/г	бактерии, использ. минер. формы азота, млн КОЕ/г	фосфатмобилизирующие микроорганизмы, млн КОЕ/г	микромикеты, млн КОЕ/г
V ₂₀ +ТТ (контроль)	0-10	8,5	2,1	2,0	2,0	35,0	8,5	4,3	5,5	16,5	20,0
	10-20	32,5	5,6	9,0	32,0	15,0	43,0	8,6	56,0	34,0	40,0
V ₂₀ +ДД	0-10	8,5	2,1	2,0	2,0	35,0	22,5	7,7	4,4	17,0	35,0
	10-20	32,5	5,6	9,0	32,0	15,0	31,0	6,8	56,5	49,5	45,0
П ₁₂ (без предпосевной обработки)+ДД	0-10	13,5	13,5	33,5	97,0	40,0	23,0	5,1	2,0	54,5	40,0
	10-20	23,5	2,5	43,0	12,5	75,0	12,0	4,0	1,0	25,0	35,0
H ₀ +ДД	0-10	15,0	10,0	42,0	149,2	42,0	15,5	5,9	3,0	72,0	60,0
	10-20	27,0	7,1	41,0	18,5	41,0	13,5	2,9	2,5	25,5	30,0
П ₁₂ +ДД	0-10	13,5	13,5	33,5	97,0	40,0	20,0	5,5	5,5	69,0	55,0
	10-20	23,5	2,5	43,0	12,5	75,0	34,0	11,5	4,0	26,5	35,0
H ₀ +СХ	0-10	18,0	1,6	44,0	38,5	44,0	15,5	5,9	3,0	64,5	35,0
	10-20	41,0	5,4	43,0	56,0	43,0	12,0	2,4	17,0	31,0	55,0

В динамике diaзотрофов наблюдается увеличение их численности к фазе полной спелости на вариантах с традиционной технологией обработки почвы. А в вариантах с поверхностной обработкой почвы заметно снижение их количества.

Наибольшая численность фосфатмобилизирующих микроорганизмов была на варианте прямого посева и составила к моменту уборки в слое 0-10 см 59,1, в слое 10-20 см – 34,5 млн КОЕ/г почвы.

Изменение численности микроорганизмов в зависимости от системы обработки под горохо-ячменную смесь на зеленую массу в пахотном слое, 2011 г.

Варианты	Слой почвы, см	Перед посевом					Полная спелость				
		гетеротрофы, млн КОЕ/г	дiazотрофы, млн КОЕ/г	бактерии, использ. минер. формы азота, млн КОЕ/г	фосфатмобилизирующие микроорганизмы, млн КОЕ/г	микромикеты, млн КОЕ/г	гетеротрофы, млн КОЕ/г	дiazотрофы, млн КОЕ/г	бактерии, использ. минер. формы азота, млн КОЕ/г	фосфатмобилизирующие микроорганизмы, млн КОЕ/г	микромикеты, млн КОЕ/г
V ₂₀ +ТТ (контроль)	0-10	7,0	4,7	2,1	10,5	28,0	13,1	6,3	20,3	15,3	30,0
	10-20	24,1	10,3	15,4	24,8	16,4	24,5	11,5	43,7	26,1	35,0
V ₂₀ +ДД	0-10	7,0	4,7	2,1	10,5	28,0	10,4	7,0	17,4	13,0	32,0
	10-20	24,1	10,3	15,4	24,8	16,4	25,7	13,2	50,3	24,9	33,5
П ₁₂ (без предпосевной обработки) +ДД	0-10	15,0	15,6	42,5	68,1	34,0	18,1	10,5	34,3	41,5	40,0
	10-20	30,1	5,0	45,4	15,6	42,5	26,1	3,2	15,3	22,1	23,0
H ₀ +ДД	0-10	16,5	17,2	47,0	75,0	37,2	24,4	9,4	37,8	54,5	43,7
	10-20	27,4	7,8	40,3	18,2	38,0	20,5	5,1	20,4	26,2	18,9
П ₁₂ +ДД	0-10	15,0	15,6	42,5	68,1	34,0	17,8	8,4	37,0	47,0	39,4
	10-20	30,1	5,0	45,4	15,6	42,5	25,1	4,0	24,0	25,3	22,0
H ₀ +СХ	0-10	24,1	8,7	49,3	44,5	46,0	23,0	9,5	46,7	59,1	43,0
	10-20	37,1	9,0	54,1	66,1	41,5	23,7	10,3	18,0	34,5	36,8

Что касается бактерий, использующих минеральные формы азота, то наблюдается их увеличение к концу вегетации в слое 0-10 см на вариантах с вспашкой и уменьшение их количества в слое 10-20 см при минимальных технологиях и прямом посеве. Возможно, это объясняется активностью корневой системы, корневыми выделениями и благоприятным температурным режимом в почве.

В засушливых, жарких условиях 2010 г., по сравнению с 2009, 2011 гг., во всех вариантах обработки наблюдалось сильное уплотнение почвы. В 2009 г. количество микроорганизмов в пахотном слое почвы изменялось в пределах от 49,7 до 67,3 КОЕ/г почвы; условия 2010 г. показали численность от 37 до 59 млн КОЕ/г, в 2011 г. эти показатели варьировали от 31,1 до 61,2 КОЕ/г почвы в зависимости от вариантов обработки почвы.

Показатели структурности почвы (2011 г.) указывают, что содержание агрономически ценных агрегатов было больше на вариантах технологий с поверхностной обработкой почвы. Особенно разница заметна в слое 10-20 см. Так, если на контроле их содержание в слое 10-20 см составляет 59,6%, то на варианте технологии с минимальной весенней обработкой – 76,8%. Отсюда следует, что и коэффициент структурности больше на вариантах технологий с поверхностной обработкой

почвы. Наибольший коэффициент структурности наблюдается на варианте технологии с осенней минимальной обработкой почвы и составляет в слое 0-10 см 1,75, в слое 10-20 см – 3,25, что по сравнению с контролем выше на 0,36 и 1,97 соответственно.

Для оценки структуры почвы важное значение имеет содержание водопрочных агрегатов. По этому показателю также лучшими оказались варианты с минимальной обработкой почвы.

На основании проведенных исследований можно сказать, что на содержание структурных агрегатов почвы наибольшее положительное влияние оказали технологии с минимальной обработкой почвы, что обусловлено сохранением растительных остатков в верхней части пахотного слоя почвы и отсутствием механического воздействия почвообрабатывающих орудий на нижнюю часть (10-20 см). Видимо, это повлияло и на численность гетеротрофов. На вариантах с поверхностной обработкой почвы и нулевой по сравнению с традиционной в пахотном слое их оказалось больше – от 43,9 до 61,2 млн КОЕ/г, тогда как по вспашке их количество составляет 31,1 млн КОЕ/г почвы.

Главным показателем оценки разных приемов обработки почвы является величина урожая исследуемых культур, которая отражает и интегрирует действие на растение всех условий возделывания.

Урожайность культур в зависимости от технологий обработки, т/га

Варианты	2009 г., яровая пшеница	2010 г., ячмень	2011 г., горохо-ячменная смесь на зеленую массу
V ₂₀ +ТТ (контроль)	3,96	0,83	29,6
V ₂₀ +ДД	3,94	0,92	28,2
П ₁₂ (без предпосевной обработки)+ДД	3,83	1,00	23,5
H ₀ +ДД	3,70	1,30	20,05
П ₁₂ +ДД	3,98	1,20	20,0
H ₀ +СХ	3,11	1,41	22,7
НСР _{0,05}	0,15	0,20	0,22

Основной причиной варьирования урожайности при различных технологиях обработки почвы в годы проведения исследований стали различия в погодных условиях.

Достоверная разность в урожайности в 2009 г. в пользу вариантов с осенней поверхностной в сочетании с весенней предпосевной обработками почвы и традиционной зяблевой вспашкой обеспечена в основном за счет разницы в количестве продуктивных стеблей. Масса 1000 зерен была в пределах от 34,7 г на прямом посеве до 38,4 г в варианте зяблевой вспашки.

В острозасушливом и жарком 2010 г. были получены следующие результаты исследований: число продуктивных стеблей на единицу площади на варианте прямого посева, где почва не обрабатывалась ни осенью, ни весной, составило 460 шт/м², против 307-421 шт/м² на остальных. Здесь же отмечены сравнительно высокие показатели количества зерен в 1 колосе (15 шт.), массы зерен с 1 колоса (0,43 г) и массы 1000 семян (28,6 г). Самые низкие величины элементов структуры урожая зафиксированы при проведении осенней зяблевой вспашки.

В сравнительно влажном 2011 г. высокая урожайность зеленой массы горохо-ячменной смеси была получена на варианте с традиционной вспашкой (контроль) (V₂₀+ТТ – 29,6 т/га), а наименьшая – на варианте П₁₂+ДД) – 20,0 т/га.

Выводы

Влияние различных технологий обработки почвы на биологический режим почвы определяется условиями вегетации культуры. Сравнительно большая активность почвенной биоты наблюдалась на вариантах с поверхностными обработками почвы.

Библиографический список

1. Казакова Н.А. Функциональное биоразнообразие почвенных микроорганизмов // Вестник Ульяновской государственной

сельскохозяйственной академии. – 2009. – № 1. – С. 27-29.

2. Acosta-Martinez V., Acosta-Mercado D., Sotomayor-Ramirez D., Cruz-Rodriguez L. Microbial communities and enzymatic activities under different management in semiarid soils // Appl. Soil Ecol. – 2008. – Vol. 38. – P. 249-260.

3. Воробьев С.А. Краткие итоги и задачи научных исследований по севооборотам // Теория и практика современного севооборота. – М.: Изд-во МСХА, 2004. – С. 14-18.

4. Mathew R.P., Feng Y., Githinji L., Ankumah R., Balkcom K.S. Impact of no-tillage and conventional tillage systems on soil microbial communities // Applied and Environmental Soil Science. – 2012. – Vol. 2012 (2012). – 10 pages.

5. Салихов А.С. Ресурсосберегающие приемы в земледелии среднего Поволжья. – Казань: Изд-во Казанск. гос. ун-та, 2008. – 200 с.

6. Картамышев Н.И., Тимонов В.Ю., Чернышева Н.М., Балабанов С.С., Шамин Д.В. Обработка почвы, обеспеченность растений элементами минерального питания и процесс гумусообразования // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2010. – № 2. – С. 53-58.

7. Dorota Swedrzynska, Irena Malecka, Andrzej Blecharczyk, Arkadiusz Swedrzynski, Justyna Starzyk. Effects of various long-term tillage systems on some chemical and biological properties of soil // Polish J. Environ. Stud. – 2013. – Vol. 22 (6). – P. 1835-1844.

8. Коржов С.И. Влияние обработки почвы на биологические процессы // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2010. – № 3. – С. 14-17.

9. Котьяк П.А., Чебыкина Е.В., Комаревцева Л.Г. Влияние разных по интенсивности систем обработки и удобрений на изменение биологических показателей плодородия почвы // Вестник АПК Верхневолжья. – 2008. – № 3. – С. 3-6.

10. Cookson W.R., Murphy D.V., Roper M.M. Characterizing the relationships between soil organic matter components and microbial function and composition along a tillage disturbance gradient // *Soil Biol. Biochem.* – 2008. – Vol. 40. – P. 763-777.
11. Gajda A.M. Effect of different tillage systems on some microbiological properties of soils under winter wheat // *Int. Agrophysics.* – 2008. – Vol. 22 (3). – P. 201-208.
12. Майсямова Д.Р., Лазарев А.П. Влияние соломы на численность микроорганизмов чернозема обыкновенного при минимальной обработке // *Аграрный вестник Урала.* – 2008. – С. 33-35.
13. Марковская Г.К., Кирясова Н.А. Влияние минимализации обработки почвы на ее биологическую активность // *Достижения науки и техники.* – 2007. – № 1. – С. 16-17.
14. Кадыров М.Д. Влияние приемов основной обработки темно-серой лесной почвы на рост, развитие и урожайность яровых зерновых культур в условиях лесостепи Поволжья: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.01. – Казань, 2005. – 154 с. РГБ ОД, 61:05-6/415.
15. Колешко О.И. Экология микроорганизмов почвы. Лабораторный практикум. – Минск: Высшая школа, 1981. – 175 с.
16. Семенов С.М. Лабораторные среды для актиномицетов и грибов. – М.: Агропромиздат, 1990. – 240 с.
- Kazan': Izd-vo Kazansk. gos. un-ta, 2008. – 200 s.
6. Kartamyshev N.I., Timonov V.Yu., Chernysheva N.M., Balabanov S.S., Shamin D.V. Obrabotka pochvy, obespechennost' rasteniy elementami mineral'nogo pitaniya i protsess gumusobrazovaniya // *Vestnik Kurskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii.* – 2010. – № 2. – S. 53-58.
7. Dorota Swedrzyńska, Irena Malecka, Andrzej Blecharczyk, Arkadiusz Swedrzyński, Justyna Starzyk. Effects of various long-term tillage systems on some chemical and biological properties of soil // *Polish J. Environ. Stud.* – 2013. – Vol. 22 (6). – P. 1835-1844.
8. Korzhov S.I. Vliyanie obrabotki pochvy na biologicheskie protsessy // *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta.* – 2010. – № 3. – S. 14-17.
9. Kotyak P.A., Chebykina E.V., Komarevtseva L.G. Vliyanie raznykh po intensivnosti sistem obrabotki i udobreniy na izmenenie biologicheskikh pokazateley plodorodiya pochvy // *Vestnik APK Verkhnevolzh'ya.* – 2008. – № 3. – S. 3-6.
10. Cookson W.R., Murphy D.V., Roper M.M. Characterizing the relationships between soil organic matter components and microbial function and composition along a tillage disturbance gradient // *Soil Biol. Biochem.* – 2008. – Vol. 40. – P. 763-777.
11. Gajda A.M. Effect of different tillage systems on some microbiological properties of soils under winter wheat // *Int. Agrophysics.* – 2008. – Vol. 22 (3). – P. 201-208.
12. Maysyamova D.R., Lazarev A.P. Vliyanie solomy na chislennost' mikroorganizmov chernozema obyknovennogo pri minimal'noy obrabotke // *Agrarnyy vestnik Urala.* – 2008. – S. 33-35.
13. Markovskaya G.K., Kiryasova N.A. Vliyanie minimalizatsii obrabotki pochvy na ee biologicheskuyu aktivnost' // *Dostizheniya nauki i tekhniki.* – 2007. – № 1. – S. 16-17.
14. Kadyrov M.D. Vliyanie priemov osnovnoy obrabotki temno-seroy lesnoy pochvy na rost, razvitie i urozhaynost' yarovykh zernovykh kul'tur v usloviyakh lesostepi Povolzh'ya: dis. ... kand. s.-kh. nauk: 06.01.01. – Kазan', 2005. – 154 s.
15. Koleshko O.I. Ekologiya mikroorganizmov pochvy. Laboratornyy praktikum. – Minsk: Vysshaya shkola, 1981. – 175 s.
16. Semenov S.M. Laboratornye sredy dlya aktinomitsetov i gribov. – M.: Agropromizdat, 1990. – 240 s.

References

1. Kazakova N.A. Funktsional'noe bioraznoobrazie pochvennykh mikroorganizmov // *Vestnik Ul'yanovskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii.* – 2009. – № 1. – S. 27-29.
2. Acosta-Martinez V., Acosta-Mercado D., Sotomayor-Ramirez D., Cruz-Rodriguez L. Microbial communities and enzymatic activities under different management in semiarid soils // *Appl. Soil Ecol.* – 2008. – Vol. 38. – P. 249-260.
3. Vorob'ev S.A. Kratkie itogi i zadachi nauchnykh issledovaniy po sevooborotam // *Teoriya i praktika sovremennogo sevooborota.* – M.: Izd-vo MSKHA, 2004. – S. 14-18.
4. Mathew R.P., Feng Y., Githinji L., Ankumah R., Balkcom K.S. Impact of no-tillage and conventional tillage systems on soil microbial communities // *Applied and Environmental Soil Science.* – 2012. – Vol. 2012 (2012). – 10 pages.
5. Salikhov A.S. Resursosberegayushchie priemy v zemledelii srednego Povolzh'ya. –

