



ОБРАБОТКА ПОЧВЫ, ЕЁ БИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И УРОЖАЙ

А.А. Борин (фото)

к.с.-х.н., профессор, заведующий кафедрой агрохимии
и землеустройства

А.Э. Лощина

к.с.-х.н., старший преподаватель кафедры агрохимии
и землеустройства

ФГБОУ ВО Ивановская ГСХА имени Д.К. Беляева, г. Иваново

*Обработка почвы,
продуцирование
углекислоты,
разложение полотна,
дождевые черви,
урожайность*

*Tillage, carbon
dioxide production,
soil decomposition,
earthworms, yield*

Плодородие почвы находится в тесной взаимосвязи с её биологическими свойствами. Приёмами обработки почвы можно влиять на биологическую активность почвы и её эффективное плодородие. Прямым следствием механической обработки является изменение аэрации, влажности и других условий жизни почвенной микрофлоры [1].

От активности работы микроорганизмов зависит и направленность биологических процессов, скорость разложения органического вещества, оструктурирование почвы, накопление элементов питания и в конечном итоге – плодородие почвы. Микробиологическая активность почвы зависит от климатических условий, массы пожнивных и корневых остатков, поступающих в разные горизонты под влиянием обработки почвы [2].

Различные агротехнологические приёмы – обработка почвы, удобрения, чередование культур в севообороте и т.д., применяемые при возделывании культур, оказывают существенное влияние на почвенную микрофлору. По влиянию обработок почвы в севообороте на показатели почвенного плодородия в литературе нет единого мнения. Так, И.М. Никульников [3], В.В. Манейлов [4], А.А. Борин [5] считают, что безотвальная обработка почвы способствует локализации питательных веществ в поверхностном слое почвы, что приводит к дифференциации эффективного плодородия по профилю пахотного слоя, но В.И. Бровкин [6] не отмечает такой дифференциации.

Цель исследований – изучить влияние различных систем обработки почвы на её биологические свойства и урожайность культур зернопаропропашного севооборота.

Методика исследований

Для суждения о биологической активности почвы используются следующие показатели: интенсивность выделения двуокиси углерода, степень разложения клетчатки, численность микроорганизмов, нитрификационная способность и другие, которые дают ценную информацию о конкретных условиях почвенной среды.

В стационарном полевом севообороте (на базе кафедры агрохимии и земледелия ФГБОУ ВО Ивановская ГСХА) при изучении различных систем обработки почвы (2014–2018 гг.) проводилось определение биологических свойств почвы. Схема чередования культур: пар чистый – озимая пшеница – овёс + клевер – клевер – озимая рожь – картофель – ячмень. В севообороте изучаются четыре систе-

мы обработки почвы: отвальная (Отв.) – (контроль), плоскорезная (Пл.), комбинированная (Кмб.) – (50% отвальная + 50% плоскорезная) и мелкая (Млк.).

При отвальной системе обработки почвы под все культуры применялись только отвальные орудия: плуг ПЛН-3-35, культиватор КПС-4, зубовые бороны БЗТС-1. При плоскорезной – только плоскорезные: основная обработка почвы проводилась культиватором-плоскорезом КППГ-2,2, предпосевная – КПЭ-3,8 и БИГ-3. При комбинированной обработке – сочетание отвальных и плоскорезных орудий: основная обработка проводилась плугом ПЛН-3-35, а предпосевная – КПЭ-3,8 и БИГ-3. Мелкая система обработки почвы характеризовалась использованием дисковой бороны БДТ-3 для основной обработки, КПС-4 и БЗТС-1 – для предпосевной.

Почва полей севооборота – дерново-среднеподзолистая легкосуглинистая, типичная для многих хозяйств Ивановской области. В опыте проводилось определение биологических свойств почвы («дыхание», разложение льняного полотна, нитрификационная способность, разложение мочевины и др.) – по общепринятым методикам.

Результаты исследований и их обсуждение

Наиболее универсальным показателем деятельности почвенных микроорганизмов является продуцирование ими углекислоты (табл. 1).

Из приведённых данных можно отметить более активную работу почвенных микроорганизмов в поле чистого пара и под картофелем, где благодаря своевременному уходу почва поддерживалась в рыхлом состоянии. Менее интенсивно выделение углекислоты, а значит и разложение органического вещества, проходило в полях клевера и озимых культур, где плотность почвы

была значительно выше. По системам обработки почвы по выделению углекислоты можно отметить снижение этого показателя по мелкой обработке, а максимальное значение – по отвальной.

Другим показателем, характеризующим биологические свойства почвы, является процесс разложения клетчатки. Учёт разложения в почве льняного полотна позволяет судить о наличии в почве минерального азота и мобилизационных возможностях почвы в отношении этого элемента. От деятельности почвенной биоты зависит разложение органических остатков, а при минерализации их – улучшение питательного режима растений. Условия, создаваемые обработкой почвы по снижению плотности, улучшению аэрации, влажности, могут способствовать более активной работе микроорганизмов или, наоборот, снижать их деятельность, а, следовательно, и разложение органических остатков (табл. 2).

Наиболее активно процесс разложения льняной ткани проходил в слое 0–10 см на всех культурах, менее интенсивно – в слое 10–20 см. В разрезе культур наибольший процент разложения ткани отмечался в рыхлой почве парового поля и картофеля – 26,0%. На озимых культурах разложение льняной ткани меньше (18,8 и 19,3%), чем на яровых зерновых (20,2 и 21,1%), и минимальный показатель получен на клевере (16,1%), что можно объяснить отсутствием механической обработки и высокой плотностью почвы. Если сравнивать разложение ткани по системам обработки почвы, то можно отметить меньший процент трансформации по мелкой обработке по сравнению с другими технологиями. Это связано с глубиной основной обработки и степенью уплотнения почвы. Сохранение пожнивных остатков в верхнем слое почвы при плоскорезной и мелкой обработке способствовало большей активности

Таблица 1 – Интенсивность выделения углекислоты почвой, мг С-СО₂/м² ч

Система обработки почвы	Культура севооборота							Среднее значение по обработке
	пар чистый	озимая пшеница	овёс + клевер	клевер	озимая рожь	картофель	ячмень	
Отв. (к.)	64,8	48,5	55,3	47,7	51,5	63,9	52,4	54,9
Пл.	59,3	51,9	52,2	45,6	52,5	62,0	50,2	53,4
Кмб.	60,3	48,1	55,0	46,8	51,1	62,8	53,1	53,9
Млк.	58,7	48,1	52,8	44,2	50,9	61,2	51,8	52,5
Среднее по культуре	60,8	49,1	53,8	46,1	51,5	62,5	51,9	х
НСР ₀₅	3,5	2,4	2,3	2,0	0,8	1,8	0,7	1,9

Таблица 2 – Разложение льняного полотна (экспозиция 60 суток), %

Система обработки почвы	Слой, см	Культура севооборота							Среднее значение по системе обработки
		пар чистый	озимая пшеница	овёс + клевер	клевер	озимая рожь	картофель	ячмень	
Отв. (контроль)	0–10	32,8	23,0	25,3	18,6	22,7	32,4	24,6	25,6
	10–20	22,2	14,9	16,5	13,8	15,1	21,4	16,5	17,2
	0–20	27,5	18,9	20,9	16,2	18,9	26,9	20,5	21,4
Пл.	0–10	33,2	24,3	26,6	18,2	24,1	32,8	24,9	26,3
	10–20	19,8	16,0	16,4	12,9	13,9	19,7	15,1	16,2
	0–20	26,5	20,1	21,5	15,5	19,0	26,2	20,0	21,2
Кмб.	0–10	33,2	23,6	25,7	18,2	21,7	32,2	24,8	25,6
	10–20	19,0	16,2	17,0	13,1	15,0	19,6	15,5	16,5
	0–20	26,1	19,9	21,3	15,6	18,3	25,9	20,1	21,0
Млк.	0–10	31,9	22,8	27,1	21,8	23,9	33,6	26,9	26,9
	10–20	16,2	13,7	14,6	12,8	13,8	16,2	13,4	14,4
	0–20	24,0	18,2	20,8	17,3	18,8	24,9	20,1	20,6
Среднее по культуре		26,0	19,3	21,1	16,1	18,8	26,0	20,2	x
НСР ₀₅ слой 0–10 см		0,3	0,5	0,7	0,4	0,4	0,3	0,3	0,4
НСР ₀₅ слой 10–20 см		1,0	$F_{\phi} < F_{05}$	0,8	$F_{\phi} < F_{05}$	$F_{\phi} < F_{05}$	1,2	1,0	1,0
НСР ₀₅ слой 0–20 см		1,2	0,5	0,6	$F_{\phi} < F_{05}$	$F_{\phi} < F_{05}$	0,4	$F_{\phi} < F_{05}$	0,4

микроорганизмов и увеличивало процент разложения ткани в слое 0–10 см. В целом по культурам севооборота он составлял 26,3 и 26,9%, или на 0,7 и 1,3% больше, чем по отвальной системе обработки почвы.

Для более полной характеристики биологической активности почвы нами был использован экспресс-метод Т.В. Аристовской, который основан на скорости разложения мочевины, внесённой в почву (табл. 3).

Анализ полученных данных свидетельствует о более активной работе почвенных микроорганизмов по отвальной и комбинированной системам обработки почвы. По ним скорость разложения мочевины, с увеличением рН на единицу,

составила 3,6 и 3,7 часа. По плоскорезной системе обработки процесс разложения мочевины проходил медленнее и равнялся 3,9 часа, и менее активно микроорганизмы работали по мелкой системе обработки почвы – 4,2 часа. Полученные данные согласуются с агрофизическими свойствами и другими показателями биологической активности почвы. В разрезе культур по биологической активности выделяются поля картофеля и чистого пара – 3,5 и 3,7 часа, где почва поддерживалась в рыхлом состоянии, обеспечивая продуктивную работу почвенных микроорганизмов. Меньшая активность почвенных микроорганизмов отмечена на клевере и озимых культурах, что связано со значительным уплотнением почвы.

Таблица 3 – Биологическая активность почвы по скорости разложения мочевины

Система обработки почвы	Количество часов, за которое рН увеличивается на единицу							Среднее значение по системе обработки
	культура севооборота							
	пар чистый	озимая пшеница	овёс + клевер	клевер	озимая рожь	картофель	ячмень	
Отв. (к.)	3,5	3,5	4,0	4,0	3,5	3,5	3,5	3,6
Пл.	4,0	4,0	4,0	3,5	4,0	3,5	4,0	3,9
Кмб.	3,5	4,0	3,5	4,0	4,0	3,5	3,5	3,7
Млк.	4,0	4,5	4,0	4,5	4,5	3,5	4,5	4,2
Среднее по культуре	3,7	4,0	3,9	4,0	4,0	3,5	3,9	x
НСР ₀₅	0,1	0,3	0,1	0,2	0,3	0,1	0,3	0,2

Таблица 4 – Содержание нитратного азота в пахотном слое почвы в фазу колошения озимых, мг/кг

Система обработки почвы	Культура севооборота							Среднее значение по системе обработки
	пар чистый	озимая пшеница	овёс + клевер	клевер	озимая рожь	картофель	ячмень	
Отв. (к.)	20,9	12,5	15,9	11,1	13,4	18,7	14,7	15,3
Пл.	18,3	11,6	14,4	10,7	13,1	18,2	14,4	14,4
Кмб.	20,0	12,8	14,9	10,8	12,2	18,5	15,2	14,9
Млк.	18,0	12,0	14,7	11,0	12,0	16,7	14,3	14,1
Среднее по культуре	19,3	12,2	15,0	10,9	12,7	18,0	14,6	х
НСР ₀₅	0,5	0,3	0,4	0,3	0,4	0,5	0,3	0,4

Большое значение для обеспечения питания растений имеет наличие нитратного азота в зоне расположения корневой системы. Нитрифицирующая способность почвы отражает её потенциальные возможности в накоплении минерального азота. В исследованиях отмечено некоторое увеличение нитратного азота при отвальной системе обработки почвы (табл. 4).

Полученные данные говорят о более высоком содержании нитратного азота в паровом поле, что объясняется отсутствием потребления его культурными растениями. В разрезе культур можно отметить лучшую нитрифицирующую способность на посадках картофеля, где почва поддерживалась в рыхлом состоянии. Менее эффективно процесс нитрификации проходил на озимых культурах и клевере. Это связано со значительным уплотнением почвы в этих полях. Из изучаемых систем обработки почвы несколько выше содержание нитратного азота отмечено по отвальной обработке, а минимальное – по мелкой. Следует отметить, что данные по содержанию нитратного азота согласуются с данными по продуцированию углекислоты почвой ($r = 0,470$), что говорит о средней взаимосвязи между этими признаками.

К биологическим свойствам почвы относятся и наличие в почве дождевых червей. Они перерабатывают органическое вещество, превращая его в плодородную почву. Ходы дождевых червей улучшают циркуляцию воды и воздуха в почве. В то же время при механической обработке происходит разрушение ходов червей и корней, нарушается в какой-то мере природное равновесие. В наших исследованиях различные системы обработки почвы не оказали существенного влияния на численность дождевых червей (табл. 5).

Приведённые данные не позволяют выявить какой-либо чёткой закономерности по численности дождевых червей в зависимости от систем обработки почвы. Следует отметить максимальное число дождевых червей под клевером, что, очевидно, связано с отсутствием в течение полутора лет механической обработки почвы в этом поле.

Изучаемые системы обработки вместе с биологическими и другими свойствами почвы оказали влияние на урожайность культур севооборота (табл. 6).

Выводы

1. Выделение углекислоты, а значит и разложение органического вещества в почве, более

Таблица 5 – Количество дождевых червей в пахотном слое почвы, шт./м²

Система обработки почвы	Культура севооборота							Среднее значение по системе обработки
	пар чистый	озимая пшеница	овёс + клевер	клевер	озимая рожь	картофель	ячмень	
Отв. (к.)	41	41	35	71	42	37	29	42
Пл.	40	41	42	57	39	43	39	43
Кмб.	36	35	37	50	41	38	38	39
Млк.	45	39	38	54	40	40	37	42
Среднее по культуре	40	39	38	58	40	39	36	х
НСР ₀₅	1,4	0,9	1,3	1,5	1,1	1,3	1,2	1,1

Таблица 6 – Урожайность сельскохозяйственных культур, ц/га

Система обработки почвы	Культура севооборота						Среднее зерновых единиц
	озимая пшеница	овёс + клевер	клевер	озимая рожь	картофель	ячмень	
Отв. (к.)	28,4	22,5	37,9	26,3	207	20,1	27,2
Пл.	29,4	22,2	37,0	27,2	211	19,9	27,6
Кмб.	28,5	22,8	37,3	26,5	210	20,0	27,4
Млк.	27,7	21,9	36,2	25,7	187	19,8	25,9
НСР ₀₅	0,8	$F_{\phi} < F_{05}$	$F_{\phi} < F_{05}$	0,4	6,7	$F_{\phi} < F_{05}$	

активно проходило по отвальной системе, менее интенсивно – по мелкой. Превышение составило 2,4 мг С-СО₂/м²ч в среднем по культурам севооборота.

2. Снижение интенсивности механического воздействия на почву при плоскорезной и мелкой обработках, по сравнению с отвальной, ухудшало условия жизнедеятельности целлюлозо-разлагающих микроорганизмов, что выразилось в снижении разложения льняного полотна при экспозиции 60 дней на 0,2 и 0,8% соответственно.

3. Разложение мочевины, внесённой в почву, как показатель биологической активности, более интенсивно проходило по отвальной и комбини-

рованной системам обработки, менее – по плоскорезной и мелкой. Разница составила 0,3 и 0,6 часа.

4. По содержанию нитратного азота в пахотном слое преимущество имела отвальная система обработки почвы, превышение по сравнению с плоскорезной и мелкой составило 0,9 и 1,2 мг/кг соответственно.

5. Большой выход продукции в севообороте получен по плоскорезной системе обработки почвы – 27,6 ц/га зерновых единиц, меньший (25,9 ц/га) – по мелкой. По ней были хуже показатели биологических свойств почвы: меньше интенсивность «дыхания», разложение льняного полотна и содержание нитратного азота.

Литература

1. Николаев, В.А. Влияние разных способов обработки на агрофизические свойства и структурное состояние почвы [Текст] / В.А. Николаев, М.А. Мазиров, С.И. Зинченко // Земледелие. – 2015 – № 5. – С. 18–20.
2. Борин, А.А. Продуктивность севооборота и плодородие почвы при различных технологиях её обработки [Текст] / А.А. Борин, А.Э. Лощинина // Плодородие. – 2015 – № 2 (83). – С. 25–27.
3. Никульников, И.М. Повышение плодородия черноземов [Текст] / И.М. Никульников, О.К. Боронтов // Земледелие. – 2003. – № 5. – С. 30–31.
4. Манейлов, В.В. Обработка почвы в Пензенской области [Текст] / В.В. Манейлов, С.В. Богомазов // Земледелие. – 2005. – № 4. – С. 12–13.
5. Борин, А.А. Урожайность культур севооборота при применении агротехнологий разной интенсивности [Текст] / А.А. Борин, А.Э. Лощинина // Аграрная Россия. – 2018. – № 5. – С. 5–7.
6. Бровкин, В.И. Обработка почвы в первой ротации севооборота [Текст] / В.И. Бровкин, А.Ю. Акимов // Земледелие. – 2002. – № 3. – С. 14.

References

1. Nikolaev, V.A. Vlijanie raznyh sposobov obrabotki na agrofizicheskie svojstva i strukturnoe sostojanie pochvy [Tekst] / V.A. Nikolaev, M.A. Mazirov, S.I. Zinchenko // Zemledelie. – 2015 – № 5. – S. 18–20.
2. Borin, A.A. Produktivnost' sevooborota i plodorodie pochvy pri razlichnyh tehnologijah ejo obrabotki [Tekst] / A.A. Borin, A.Eh. Loshchinina // Plodorodie. – 2015 – № 2 (83). – S. 25–27.
3. Nikul'nikov, I.M. Povyshenie plodorodija chernozemov [Tekst] / I.M. Nikul'nikov, O.K. Borontov // Zemledelie. – 2003. – № 5. – S. 30–31.
4. Manejlov, V.V. Obrabotka pochvy v Penzenskoj oblasti [Tekst] / V.V. Manejlov, S.V. Bogomazov // Zemledelie. – 2005. – № 4. – S. 12–13.
5. Borin, A.A. Urozhajnost' kul'tur sevooborota pri primenenii agrotehnologij raznoj intensivnosti [Tekst] / A.A. Borin, A.Eh. Loshchinina // Agrarnaja Rossija. – 2018. – № 5. – S. 5–7.
6. Brovkin, V.I. Obrabotka pochvy v pervoj rotacii sevooborota [Tekst] / V.I. Brovkin, A.Yu. Akimov // Zemledelie. – 2002. – № 3. – S. 14.