DOI 10.28983/asj.y2019i4pp38-44 УДК 631.51:633.63

ВЛИЯНИЕ ПРИЕМОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И УДОБРЕНИЙ НА АГРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЧЕРНОЗЕМОВ

ТРОФИМОВА Татьяна Александровна, *Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I*

КОРЖОВ Сергей Иванович, *Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I*

БЕЛОГОЛОВЦЕВ Владимир Петрович, *Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова*

ПРЕЙМАК Сергей Анатольевич, *Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова*

В опытах, проведенных на черноземе обыкновенном и выщелоченном, анализировалось влияние минимализации приемов основной обработки почвы и биологизации на плодородие этих почв. Исследования проводились в стационарных и краткосрочных опытах с 1984 по 2017 г. Было изучено влияние различных приемов и глубин основной обработки почвы, систем зяблевой обработки почвы, удобрений (минеральных и органических) на агрофизические, биологические и агрохимические показатели черноземов. Отказ от проведения отвальной обработки в зернопропашном севообороте ведет к увеличению дифференциации пахотного слоя, снижению плодородия нижней его части. Применение ежегодной безотвальной обработки почвы в севообороте приводило к снижению содержания гумуса в слое почвы 0–40 см на 0,17 % (удобренный фон) и на 0,22 % (без удобрений) по сравнению с отвальной обработкой на 20–22 см. Внесение органических удобрений в комплексе с минеральными под отвальную обработку способствует увеличению содержания гумуса по сравнению с поверхностным распределением при проведении мелкой мульчирующей обработки почвы. Доказано снижение плодородия почвы и урожайности возделываемых культур при отсутствии отвальной обработки, особенно это заметно при применении мелкой и поверхностной обработки под культуры зернопропашного севооборота.

Введение. Плодородие почвы является ведущим фактором, определяющим ее продуктивность. Сохранение и повышение почвенного плодородия является актуальной проблемой современности [10]. В последнее время наблюдается повсеместная деградация наиболее плодородных почв нашей страны – черноземов, вызванная развитием эрозионных процессов, потерей органического вещества, ухудшением биологических, агрофизических и агрохимических показателей плодородия почвы. Усугублению этих процессов способствует значительное воздействие на почву тяжелой техники, низкие дозы как органических, так и минеральных удобрений [2, 4, 12, 13, 14]. Снижение антропогенного (негативного) воздействия на указанные процессы возможно за счет использования энергосберегающих приемов обработки почвы.

Поиск путей оптимизации обработки почвы в условиях ЦЧР является важной задачей. Внедрения приемов минимализации обработки почвы без учета местных особенностей приводит, как правило, к плачевным результатам. Современные приемы основной обработки черноземных почв – от безотвальной до нулевой с различными вариациями требуют повышенных доз удобрений и пестицидов, что приводит к росту энергоемкости обработки почвы и увеличению экологической нагрузки на окружающую среду [1, 3, 5, 7, 11].

Цель исследований – найти и обосновать наиболее приемлемые, эффективные, экологически обоснованные приемы основной обработки почвы в зернопропашных севооборотах ЦЧР.

Методика исследований. Исследования проводились в ГНУ «Воронежский НИИСХ им. В.В. Докучаева» и ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет им. императора Петра I» на выщелоченных и обыкновенных черноземах в следующих опытах:

1. В многофакторном стационарном опыте № 1 были изучены различные варианты основной обработки почвы (фактор А): контроль – постоянная вспашка на глубину 20–22 см под все культуры зернопропашного севооборота; постоянная вспашка на глубину 25–27 см; постоянная вспашка на глубину 30–32 см; постоянная вспашка на глубину 35–37 см; вспашка на различную глубину двухъярусным плугом; разноглубинная обработка почвы в севообороте обычным плугом; обработка почвы на различную глубину плугом и плоскорезом (30 % безотвальной обработки в севообороте); обработка почвы на различную глубину плугом и плоскорезом (60 % безотвальной обработки в севообороте); обработка без оборота пласта под все культуры севооборота (плоскорезная); безотвальная обработка плугом со снятыми отвалами под все культуры севооборота. Опыт заложен по методу расщепленных делянок, фактор В (с удобрениями NPK – 60 кг/га д.в. и без удобрений). Исследования проводились в 10-польном зернопропашном севообороте.

Почва участка – чернозем обыкновенный тяжелосуглинистый с содержанием гумуса в верх-

нем слое 6,58 %, с содержанием общего азота – 0,309 %, pH солевой вытяжки – 7,02.

2. Краткосрочный многофакторный опыт № 2. Фактор А – система зяблевой обработки почвы, фактор В – приемы основной обработки почвы, фактор С – различные приемы возделывания культур. В данном опыте осенняя (зяблевая) обработка под пропашные культуры проводилась с широким выбором различных систем обработки: обычная (универсальная) зяблевая обработка; улучшенная зяблевая обработка и улучшенная зяблевая обработка с элементами полупара (табл. 1). Под яровые зерновые культуры (ячмень) проводились только различные способы основной обработки почвы – отвальные или без оборота пласта (плоскорезом, параплау).

Почва участка – чернозем обыкновенный тяжелосуглинистый с содержанием гумуса в верхнем слое 6,6 %, с содержанием общего азота – 0,310 %, pH солевой вытяжки – 7,04. Результаты получены при изучении звена севооборота сахарная свекла – ячмень – подсолнечник.

3. В краткосрочном однофакторном опыте № 3 изучали основную обработку почвы под ячмень после сахарной свеклы и кукурузы на силос и ее влияние на плодородие. Почва на опытном участке – чернозем выщелоченный тяжелосуглинистого гранулометрического состава, содержание гумуса в верхнем слое составляет 6,8 %, $pH_{сол.}$ = 5,79. Схема опыта: вариант 1 – вспашка на глубину 20–22 см плугом ПН-4-35; вариант 2 – безотвальное рыхление на глубину14–16 см КПЭ-3,8.

4. Стационарный многофакторный опыт № 4. Фактор А – пар (занятый и сидеральный); фактор В – системы основной обработки почвы в севообороте: 1) комбинированная разноглубинная обработка почвы в севообороте, 2) мелкая мульчирующая обработка на 8–10 см; фактор С – различные дозы и сочетания минеральных и органических удобрений. Схема опыта включает 10 вариантов внесения различных доз минеральных удобрений, навоза (Н), запашку соломы озимой пшеницы ($С_{оп}$) и биомассы сидератов, возделываемых в пару и в пожнивных посевах ($С_к$), дефеката (Д) в 4-польном севообороте: пар занятый (редька масличная); пар сидеральный (редька масличная) – озимая пшеница – сахарная свекла – ячмень. Характеристика опытного участка – чернозем выщелоченный среднесуглинистый с содержанием гумуса 4,18 %, общего азота 0,39 %, $pH_{сол}$ = 5,5.

5. Производственный опыт № 5 по изучению мелкой мульчирующей и нулевой обработки почвы в звене севооборота сахарная свекла – яровая пшеница (производственный опыт). Почва – чернозем выщелоченный тяжелосуглинистого гранулометрического состава, содержание гумуса в слое 0–30 см 6,7 %, $pH_{сол}$ = 5,9.

Исследования в данных опытах проводились в 1984–2017 гг. по общепринятым методам. Авторами изучались агрофизические, биологические и агрохимические показатели чернозема обыкновенного и чернозема выщелоченного.

Результаты исследований. Применение отвальной, безотвальной и дифференцированной разноглубинной системы обработки почвы существенно не повлияло на агрофизические показатели черноземов, по всем изучаемым вариантам опыта плотность почвы в пахотном слое была в пределах оптимальных показателей, и не превышала величину 1,25–1,3 г/см^3 (опыты № 1–3) .

Таблица 1

Схема многофакторного опыта № 2

I – обычная зяблевая обработка	II – улучшенная зяблевая обработка	III – улучшенная зяблевая обработка с элементами полупара
Система зяблевой (основной) обработки почвы под сахарную свеклу		
Дисковое лущение в два следа на глубину 8–10 см	Дисковое лущение в два следа на глубину 8–10 см	Дисковое лущение в два следа на глубину 8–10 см
Основная обработка на глубину 25–27 см: плуг ПЯ-4-35: плоскорез КПГ-250; параплау	Плоскорезное рыхление на глубину 10–12 см	Плоскорезное рыхление на глубину 10–12 см
	Основная обработка на глубину 25–27 см: плуг ПЯ-4-35; плоскорез КПГ-250; параплау	Основная обработка на глубину 25–27 см: плуг ПЯ-4-35; плоскорез КПГ-250; параплау
		Осенняя культивация на глубину 68 см
Прием основной обработки почвы под ячмень		
Основная обработка на глубину 20–22 см: плуг ПН-4-35: плоскорез КПГ-250; параплау	Основная обработка на глубину 20–22 см: плуг ПН-4-35: плоскорез КПГ-250; параплау	Основная обработка на глубину 20–22 см: плуг ПН-4-35; плоскорез КПГ-250; параплау
Система зяблевой (основной) обработки под подсолнечник		
Дисковое лущение в два следа на глубину 8–10 см	Дисковое лущение в два следа на глубину 8–10 см	Дисковое лущение в два следа на глубину – 8–10 см
	Плоскорезное рыхление на глубину 10 см	Плоскорезное рыхление на глубину 10–12 см
Основная обработка на глубину 25–27 см: плуг ПН-4-35: плоскорез КПГ-250; параплау	Основная обработка на глубину 25–27 см: плуг ПН-4-35; плоскорез КПГ-250; параплау	Основная обработка на глубину 25–27 см: плуг ПН-4-35; плоскорез КПГ-250; параплау
		Осенняя культивация на глубину 6–8 см

В стационарном многофакторном опыте № 4, длительное применение мелкой мульчирующей обработки почвы под все культуры 4-польного свекловичного севооборота (дискования на 8–10 см) привело к математически достоверному увеличению плотности сложения чернозема выщелоченного, прежде всего горизонта 20–30 см.

Аналогичные данные были получены в производственном опыте (опыт № 5) при проведении более 7 лет под культуры севооборота мелкой мульчирующей и нулевой обработок почвы.

Интенсивность обработки повлияла на уровень биогенности почвы. Применение минимализации основной обработки почвы (замена вспашки на плоскорезную обработку, обработку плугом без отвалов, обработку орудием параплау) приводило к снижению биологической активности черноземных почв (опыты № 1–5).

Так, уровень выделения из почвы углекислого газа при длительном применении безотвальной обработки под все культуры 10-польного севооборота уменьшился на 19–21 % в сравнении с вариантом опыта с проведением ежегодной отвальной обработки почвы, соответственно снизился уровень целлюлозолитической активности почвы на 7–20 % (опыт № 1) по сравнению с контрольным вариантом [6, 9].

Поверхностное распределение негумифицированного органического вещества и вносимых удобрений при обработке почвы без оборота пласта способствовало разделению пахотного слоя по плодородию и количеству микроорганизмов, наблюдалось снижение биологической активности почвы в нижней части пахотного слоя (опыты № 1–5).

При ежегодных безотвальных системах основной обработки почвы из-за отсутствия перемешивания пахотного слоя происходило изменение послойного содержания подвижных форм питательных элементов за счет их повышения в верхнем слое почвы (0–10 см) и снижения в более глубоких почвенных горизонтах. В связи с этим в зоне неустойчивого увлажнения может снижаться доступность для растений подвижных форм питательных веществ из-за периодического пересыхания слоя почвы 0–10 см.

Многие исследователи считают, что основная обработка почвы должна не только повышать биологическую активность, оптимизировать агрофизические показатели, снижать засоренность посевов, но и способствовать созданию гомогенного обрабатываемого слоя почвы по содержанию подвижных форм питательных элементов [3, 6, 9, 11].

В наших исследованиях применение ежегодной отвальной или разноглубинной комбинированной обработки почвы под культуры севооборота способствовало улучшению питательного режима растений по сравнению с вариантами с ежегодным применением обработок почвы без оборота пласта, особенно поверхностных и мелких (опыты № 1–5).

Проведение корреляционного анализа между показателями биологической активности почвы и элементами эффективного плодородия чернозема обыкновенного (опыт № 1) показало положительную корреляционную связь средней степени между содержанием в почве нитратного азота и количеством азотобактера (r = 0,46), а также уровнем выделения из почвы углекислого газа (r = 0,56).

На процессы накопления в почве нитратного азота в изучаемых опытах повлияли также различия в воздушном, водном режимах в зависимости от приемов основной обработки почвы и удобрений, различные предшественники, масса, качество и распределение органического вещества по слоям почвы и т.д.

Наблюдалось при ежегодных безотвальных обработках ухудшение питательного режима вследствие снижения количества нитратного азота в слое почвы 0–30 см в среднем на 5–40 % по сравнению с вариантами опыта, на которых проводилась ежегодная отвальная или дифференцированная обработка почвы в севооборотах. Снижение содержания азота по безотвальным и нулевым обработкам почвы можно объяснить его биологическим поглощением за счет того, что по данным вариантам опыта основная масса неразложившихся остатков (65–95 %) находится на поверхности почвы. Энергосберегающие обработки почвы, применяемые в севообороте, приводили к снижению микробиологической активности почвы, уменьшению ее нитрификационной способности и к снижению показателей эффективного плодородия черноземов (опыты № 1–5).

Изменение количества подвижных форм фосфора и калия по различным приемам основной обработки почвы было не существенно. Отказ от вспашки приводил к увеличению дифференциации пахотного слоя почвы, резкому снижению плодородия нижней части (рис. 1, 2). При минимализации основной обработки почвы наблюдалось увеличение гетерогенности пахотного слоя почвы, увеличение содержания подвижного фосфора и обменного калия в верхнем слое почвы (0–10 см) и снижение в более глубоких почвенных горизонтах.

Длительный отказ от отвальной обработки почвы в севообороте, увеличивая дифференциацию пахотного слоя почвы по плодородию, снижает позиционную доступность подвижных питательных элементов для корней растений из-за периодического пересыхания верхнего слоя почвы в условиях ЦЧР.

По мнению многих исследователей, в последние десятилетия из-за отсутствия применения рекомендованных доз органических и минеральных удобрений, увеличения процессов деградации черноземов, прежде всего за счет водной эрозии, отсутствия в севооборотах многолетних трав и увеличения доли пропашных культур и ряда других показателей увеличились процессы минерализации гумуса в пахотном слое почв ЦЧР [2, 8, 12].

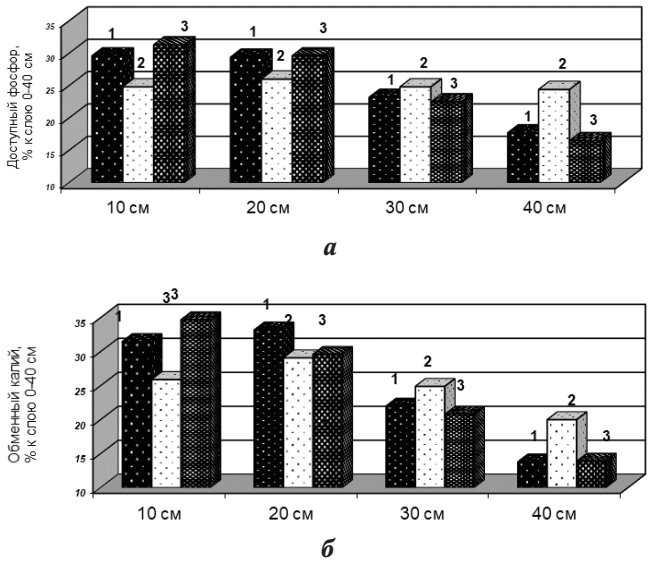

Рис. 1. Распределение доступного фосфора (а) и обменного калия (б) в почвенном профиле на удобренных вариантах при различных приемах основной обработки почвы (опыт № 1), % к слою 0–40 см: 1 – постоянная вспашка на 20–22 см; 2 – постоянная вспашка на 35–37 см; 3 – безотвальная разноглубинная (плоскорезная) обработка в севообороте

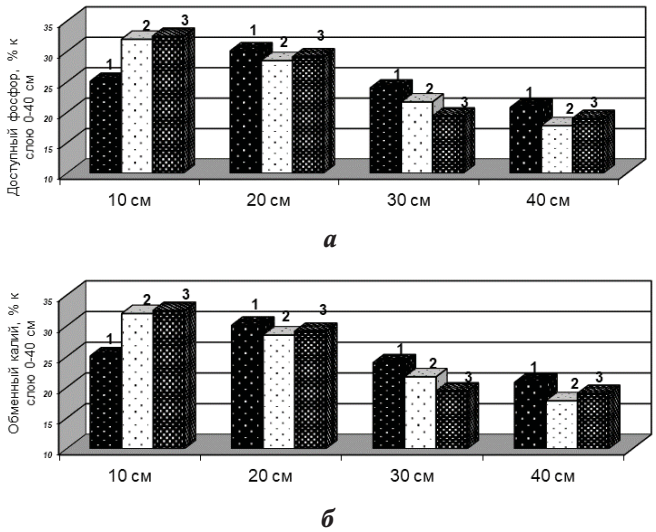

Рис. 2. Распределение доступного фосфора (а) и обменного калия (б) в почвенном профиле при различных системах основной обработки почвы (опыт № 2), % к слою 0–40 см: 1 – отвальная разноглубинная обработка; 2 – безотвальная (плоскорезная обработка) разноглубинная; 3 – безотвальная обработка азноглубинная (параплау)

В двухфакторном стационарном опыте № 1 содержание гумуса в пахотном слое почвы составляло 7,64 % (перед закладкой опыта). Различные приемы и системы основной обработки почвы (вносились только минеральные удобрения, удобренный фон) в зернопропашном севообороте способствовала увеличению процессов минерализации гумуса в слое почвы 0–40 см. После 19 лет применения различных приемов основной обработки почвы ежегодная убыль гумуса составила 0,06 %.

При сравнении старопахотной почвы и почвы залежного участка прослеживается уменьшение разницы между количеством гумуса в более глубоких почвенных горизонтах по сравнению со слоем почвы 0–40 см, что можно объяснить меньшим изменением окислительных процессов, происходящих в почве.

Применение безотвальной обработки под все культуры зернопропашного севооборота способствовало большему снижению содержания гумуса в слое почвы 0–40 см по сравнению с отвальной обработкой на глубину 20–22 см (контроль). Так, в слое почвы 0–40 см в варианте с постоянной отвальной обработкой почвы на 20–22 см (с удобрениями) содержание гумуса составило 6,57 %, в варианте с постоянной плоскорезной обработкой – 6,40 %, в варианте с рыхлением плугом без отвалов – 6,48 %, а без удобрений соответственно – 6,58 %, 6,36 %, 6,40 % (табл. 2).

Математически достоверное снижение содержания гумуса при длительном применении обработок без оборота пласта прослеживается в нижних почвенных слоях – 20–30 см и 30–40 см из-за поверхностного распределения органических остатков и удобрений по этим вариантам опыта, что ускоряет период их минерализации и способствует большим потерям питательных веществ.

Применение постоянной глубокой отвальной обработки на 30–32 см и 35–37 см уменьшило содержание гумуса в слое почвы 0–40 см по сравнению с ежегодной вспашкой на 20–22 см, соответственно на 0,10 % и 0,33 % (независимо от удобрений). Данные варианты многолетнего стационарного опыта характеризуются увеличением активности ферментов пероксидазного типа, расширением соотношения между микроорганизмами на КАА и МПА, что увеличивает интенсивность окислительных процессов в почве.

Вариант с комбинированной обработкой почвы в севообороте по содержанию гумуса в слое почвы 0–40 см приближался к контрольному варианту.

Анализ содержания подвижных гуминовых кислот в зависимости от приемов основной обработки почвы показал, что максимальное их количество наблюдалось в варианте с постоянной вспашкой на 20–22 см на фоне внесения удобрений (опыт №1). Проведение ежегодного рыхления почвы без оборота пласта, а так же глубокой отвальной обработки в севообороте уменьшило образование гумусовых веществ в слое почвы 0–40 см по сравнению с контрольным вариантом.

Была установлена высокая степень сопряженности между количеством новообразованных гуминовых кислот и содержанием гумуса (r = 0,86) и средняя степень связи между содержанием гуминовых кислот и биологической активностью чернозема обыкновенного (r = 0,50).

К показателям, характеризующим потенциальное плодородие черноземных почв, относится содержание валового азота. В агрогенной почве прослеживается снижение содержания общего азота в верхней части почвенного профиля по сравнению с почвой залежного участка (опыт № 1). Отмечается тенденция уменьшения содержания валового азота

Таблица 2

Влияние различных приемов основной обработки почвы и удобрений на показатели плодородия чернозема обыкновенного в слое 0–40 см (стационарный опыт № 1)

Вариант опыта		Агрохимические показатели плодородия чернозема обыкновенного			
Приемы обработки почвы (фактор А)	удобрения (фактор В)	гумус, %	гуминовые кислоты, %	валовой азот, %	сумма поглощенных оснований, мг-экв./100 г почвы
Постоянная вспашка на 20–22 см (контроль)	1	6,57	0,119	0,306	55,2
	2	6,58	0,089/	0,309	53,9
Постоянная вспашка на 25–27 см	1	6,63	0,117	0,309	55,0
	2	6,67	0,087	0,315	55,2
Постоянная вспашка на 30–32 см	1	6,53	0,069	0,313	56,2
	2	6,43	0,069	0,299	56,3
Постоянная вспашка на 35–37 см	1	6,25	0,075	0,305	55,8
	2	6,26	0,067	0,295	57,3
Комбинированная обработка в севообороте (отвально-безотвальная)	1	6,59	0,103	0,304	49,3
	2	6,55	0,085	0,308	56,2
Безотвальная разноглубинная обработка (плоскорезная) в севообороте	1	6,40	0,083	0,301	58,8
	2	6,36	0,095	0,305	56,3
Безотвальная обработка плугом со снятым отвалом на 25–27 см	1	6,48	0,091	0,302	54,5
	2	6,40	0,073	0,300	57,2
$НСР_{05}$, частный эффект		0,16	0,03	0,02	6,59
Залежь		8,37	0,297	0,394	71,1

Примечание: 1 – с удобрениями, 2 – без удобрений.

в слое почвы 0–40 см в вариантах с применением постоянных безотвальных обработок почвы и в варианте с глубокой отвальной обработкой почвы на 35–37 см по сравнению со вспашкой на глубину 20–22 см.

В стационарном опыте № 1 длительное применение различных способов и глубины основной обработки на удобренном фоне и без удобрений не вызвало математически достоверных изменений физико-химических свойств чернозема обыкновенного.

В опыте № 4 применение соломы зерновых культур, сидерального пара, пожнивной сидерации, а также навоза, дефеката и высоких доз минеральных удобрений для обогащения почвы свежим органическим веществом способствовало росту продуктивности сельскохозяйственных культур и поступлению в почву свежего негумифицированного органического вещества. Но при 25%-м насыщении севооборота сахарной свеклой, под которой органика разрушается высокими темпами, поступившие в почву растительные остатки не всегда приводили к увеличению содержания в черноземах органического вещества (по годам исследований).

Мелкая обработка почвы, применяемая в севообороте, приводила к более высоким темпам разложения гумуса в слое 0–30 см по сравнению с комбинированной разноглубинной обработкой (табл. 3).

Более высокое содержание гумуса (4,40 %) отмечалось в варианте с внесением (NPK)150 + дефекат + пожнивной сидерат + солома озимой пшеницы под отвальную обработку.

Изучаемые различные системы основной обработки почвы в 4-польном севообороте с сахарной свеклой мало влияли на реакцию почвенного раствора чернозема выщелоченного. Дефекат в дозе 10 т/га по фону минеральных удобрений (NPK)150 с пожнивным посевом горчицы сарепской, соломой озимой пшеницы при проведении мульчирующей обработки существенно изменили pH с 4,65 на контрольном варианте до 5,54,

Таблица 3

Влияние различных приемов основной обработки почвы и удобрений на агрохимические показатели чернозема выщелоченного в слое 0–30 см (опыт № 4)

Системы зяблевой обработки почвы (фактор В)	Удобрения (фактор С)	Исходное содержание гумуса, 1986 г., %	Содержание гумуса (2008–2010 гг.), %	$pH_{сол.}$
Мелкая мульчирующая обработка в севообороте (дискование на глубину 8–10 см)	Контроль	4,12	4,01	4,66
	(NPK)100 + навоз + пожнивной сидерат + солома озимой пшеницы	4,19	4,24	4,57
	(NPK)200 + пожнивной сидерат + двойная доза соломы озимой пшеницы	4,16	4,23	4,69
	(NPK)150 + дефекат + пожнивной сидерат + солома озимой пшеницы	4,25	4,30	5,55
Комбинированная разноглубинная обработка в севообороте	Контроль	4,12	4,22	4,67
	(NPK)100 + навоз + пожнивной сидерат + солома озимой пшеницы	4,19	4,22	4,61
	(NPK)200 + пожнивной сидерат + двойная доза соломы озимой пшеницы	4,16	4,40	4,62
	(NPK)150 + дефекат + пожнивной сидерат + солома озимой пшеницы	4,25	4,49	5,53
$НСР_{05}$, частный эффект, %			0,37	1,10
$НСР_{05}$, главный эффект, фактор В, %			0,22	0,43
$НСР_{05}$, главный эффект, фактор С, %			0,32	0,83

при проведении комбинированной обработки в севообороте с 4,66 до 5,52.

На расположение корней в почвенном профиле влияют биологические особенности сельскохозяйственных культур, почвенные условия, применяемые агротехнологии. По мнению исследователей, занимающихся данной проблемой, основная масса корней полевых культур располагается в зоне максимального сосредоточения питательных веществ [3, 9, 11].

Анализ полученных в стационарном опыте № 1 данных показал, что основная масса корней изучаемых культур находится в слое почвы 0–20 см (табл. 4). Изучаемые приемы обработки почвы оказывали значительное влияние на расположение корневой системы растений в почве.

Таблица 4

Масса воздушно-сухих корневых остатков полевых культур зернопропашного севооборота и распределение их в почвенном профиле в зависимости от приемов зяблевой обработки почвы (опыт № 1), ц/га

Вариант опыта	Слой почвы, см	Масса воздушно-сухих корневых остатков, ц/га	% к слою 0–40 см
Постоянная вспашка на 20–22 см (контроль)	0–10	6,3	28,3
	10–20	7,5	33,8
	20–40	8,46	37,9
	0–40	22,3	100
Постоянная вспашка на 35–37 см	0–10	4,8	28,2
	10–20	4,1	24,2
	20–40	8,1	47,6
	0–40	17,0	100
Безотвальная разноглубинная обработка (плоскорезная) в севообороте	0–10	6,6	36,6
	10–20	4,76	26,4
	20–40	6,7	37,0
	0–40	18,1	100

Длительное применение безотвальной обработки под все культуры зернопропашного севооборота способствовало увеличению массы корней возделываемых растений в верхнем (0–10 см) слое почвы, в отличие от вариантов опыта, где проводилась постоянная отвальная обработка на глубину 20–22 см.

При постоянной глубокой отвальной обработке почвы на 35–37 см корневая масса растений также увеличивалась в слое 20–40 см и снизилась на глубине 0–20 см по сравнению с контрольным вариантом при отвальной обработке на глубину 20–22 см.

Многие ученые отмечают в своих исследованиях улучшение эффективности использования питательных веществ, размещенных в слое почвы 10–20 см [2, 7, 11].

Таким образом, в условиях ЦЧР из-за периодически повторяющихся весенних, летних и осенних засушливых периодов, ведущих к пересыханию верхнего слоя (до 10 см) рыхление почвы без оборота пласта приводит к падению урожайности, так как питательные вещества этого слоя не доступны растениям.

Урожайность полевых культур является интегральным показателем, показывающим эффективность различных агротехнических приемов, в том числе обработки почвы и применяемых удобрений.

Увеличение доли безотвальной обработки почвы в зернопропашном севообороте до 30 % приводило к снижению урожайности гороха на 6,0 %, озимой пшеницы на 3,0 %, увеличение до 60 % на 14,0 % и 4,6 %, увеличение до 100 % соответственно на 13,7 % и 5,0 % по сравнению с ежегодной отвальной обработкой на 20–22 см.

Разовое применение обработки без оборота пласта привело к снижению урожайность сахарной свеклы на 1,8 %, подсолнечника – на 4,5 %, ячменя – на 8,0–14 %.

Длительная мелкая обработка почвы в 4-польном свекловичном севообороте способствовала снижению продуктивности возделываемых культур: сахарной свеклы на 31,0 % и ячменя на 8 % в отличие от комбинированной разноглубинной обработки почвы в севообороте.

Исследования показали, что основная улучшенная зяблевая обработка почвы была более эффективна по сравнению с обычной зяблевой обработкой под сахарную свеклу. Урожайность данной культуры по улучшенной зяби была выше на 3–16 % на различных вариантах опыта. Эта система обработки почвы, дополненная осенней культивацией, увеличила урожайность культуры на 6,9–35,0 %.

Получен максимальный уровень урожайности подсолнечника при проведении под культуру отвальной обработки на глубину 25–27 см в сочетании с двумя лущениями и осенней культивацией зяби.

Заключение. Исходя из вышеизложенного, можно констатировать следующее.

1. Ежегодное применение безотвальных обработок почвы, особенно поверхностных и мелких, способствовало ухудшению питательного режима почвы по сравнению с отвальной или комбинированной разноглубинной системой обработки почвы в севообороте.

2. Применение приемов минимализации основной обработки почвы приводит к увеличивают гетерогенности пахотного слоя почвы по содержанию подвижных форм фосфора и калия.

3. Поверхностное распределение органических остатков и удобрений при проведении ежегодных безотвальных обработок под культуры севооборота ускоряет период их минерализации и способствует большим потерям питательных веществ по сравнению с заделкой их в слой почвы при отвальной обработке на 20–22 см.

4. Энергосберегающие приемы обработки почвы можно применять на почвах, не подверженных деградации с хорошими для растений биологическими, агрофизическими и агрохи-

мическими показателями плодородия, которые обеспечивают продуктивность сельскохозяйственных растений не ниже или на уровне традиционной обработки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Баздырев Г.И.* Эффективность длительного применения почвозащитных технологий // Известия ТСХА. – 2005. – Вып. 5. – С. 32–39.

2. *Боронтов О.К., Арбузова Т.В., Королёв В.А.* Агрофизические свойства чернозема выщелоченного при его обработке в паропропашном севообороте // Земледелие. – 2010. – №2. – С. 24–28.

3. *Гармашов В.М.* Принципы и методы оптимизации основной обработки почвы и воспроизводства плодородия чернозема обыкновенного в зернопропашных севооборотах ЦЧР : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. – Рамонь, 2018. – 43 с.

4. Инновационные способы обработки почв при возделывании ячменя / Ю.Н. Плескачев [и др.] // Плодородие. – 2012. – № 6. – С. 18–22.

5. *Корнилов И. М., Нужная Н.А.* Обработка почвы и сорный компонент // Биологизация адаптивно-ландшафтной системы земледелия – повышения плодородия почвы, роста продуктивности сельскохозяйственных культур и сохранении окружающей среды: материалы Всероссийской науч. практ. конф. – Т. I. – Белгород, 2012. – С. 123–126.

6. Научно-практические основы совершенствования обработки почвы в современных адаптивно-ландшафтных системах земледелия / А.И. Беленков [и др.]. – М., 2015. – 499 с.

7. *Пупонин А.И.* Минимализация обработки почвы: опыт, проблемы и перспективы. – М., 1989. – 56 с.

8. *Трофимова Т.А.* Зяблевая обработка в юго-восточных районах ЦЧР // Сахарная свекла. – 2002. – № 7. – С. 19–21.

9. *Трофимова Т.А.* Научные основы совершенствования основной обработки и регулирование плодородия почв в ЦЧР: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. – Воронеж, 2014. – 47 с.

10. *Фомичёв Г.А., Корсаков К.В., Пронько В.В.* Влияние минеральных удобрений и регуляторов роста на потребление элементов питания и урожай подсолнечника на черноземах южных Поволжья // Аграрный научный журнал. – 2011. – № 5. – С. 37–39.

11. *Черкасов Г.Н., Дубовик Д.В.* Влияние способа основной обработки почвы на качество зерна озимой пшеницы // Земледелие. – 2007. – № 6. – С. 10–12.

12. *Щербаков А.П., Васенев И.И.* Агроэкологическое состояние черноземов ЦЧО. – Курск, 1996. – 336 с.

13. *Nielsen R.A., Baltensperger D.D., Anderson F.* Response of wheat to phosphorus placement under three tillage systems in a wheat-fallow rotation // American Society of Agronomy Annual Meeting, Madison, 1991, 297 p.

14. *Oldeman L.R.* Impact of soil degradation: a global scenario International Soil Reference and Information Centre (ISRIC) // Wageningen Netherland, Working Paper, 2000, № 1, 12 p.

Трофимова Татьяна Александровна, *д-р с.-х. наук, проф. кафедры «Земледелие, растениеводство и защита растений», Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I. Россия.*

Коржов Сергей Иванович, *д-р с.-х. наук, проф. кафедры «Земледелие, растениеводство и защита растений», Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I. Россия.*

394087, г. Воронеж, ул. Мичурина, д. 1.

Тел.: (8437) 253-86-51; e-mail: Korzem@mail.ru.

Белоголовцев Владимир Петрович, *д-р с.-х. наук, проф. кафедры «Земледелие, мелиорация и агрохимия», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.*

Преймак Сергей Анатольевич, *канд. с.-х. наук, доцент кафедры «Земледелие, мелиорация и агрохимия», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.*

410012, г. Саратов, Театральная пл., 1.

Тел.: (8452) 26-16-28.

Ключевые слова: *чернозем; плодородие; основная обработка почвы; прием биологизации; солома; дефекат; сидерат; навоз; гумус.*

THE INFLUENCE OF THE METHODS OF THE MAIN TILLAGE AND FERTILIZERS ON THE AGROCHEMICAL PROPERTIES OF CHERNOZEM

Trofimova Tatyana Aleksandrovna, *Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the chair "Agriculture, Crop Production and Plant Protection", Voronezh State Agrarian University named after Imperator Peter I. Russia.*

Korzhov Sergey Ivanovich, *Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the chair "Agriculture, Crop Production and Plant Protection", Voronezh State Agrarian University named after Imperator Peter I. Russia.*

Belogolovtsev Vlasdimir Petrovich, *Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the chair "Agriculture, Amelioration and Agrochemistry", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.*

Preymak Sergey Anatolyevich, *Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the chair "Agriculture, Amelioration and Agrochemistry", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.*

Keywords: *chernozem; fertility; main tillage; biologization; straw; defecate; siderat; manure; humus.*

In experiments carried out on ordinary and leached chernozem, the effect of minimizing the methods of basic tillage and biologization on the fertility of these soils was analyzed. The studies were carried out in stationary and short-term experiments from 1984 to 2017. The effect of various methods and depths of the main tillage, autumn tillage systems, and fertilizers (mineral and organic) on the agrophysical, biological and agrochemical indicators of chernozem was studied. Refusal to carry out farewell processing in grain cultivating crop rotation leads to an increase in the differentiation of the arable layer, a decrease in the fertility of its lower part. The use of annual tillage in the crop rotation resulted in a decrease in the humus content in the soil layer of 0–40 cm by 0.17% (after fertilizers application) and by 0.22% (without fertilizers) compared to the dump processing by 20–22 cm. Organic fertilizers in a complex with minerals during farewell processing promotes an increase in the content of humus in comparison with the surface distribution during surface mulch tillage. A decrease in soil fertility and yield of cultivated crops without dump processing is proved.