

УДК 633.1:631.51:631.43

ВЛИЯНИЕ РАЗНЫХ ПРИЕМОВ ОБРАБОТКИ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ НА ЕЕ СЛОЖЕНИЕ И УРОЖАЙНОСТЬ ЯЧМЕНЯ

В.А. НИКОЛАЕВ, А.И. БЕЛЕНКОВ

(РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева)

Представлены результаты изучения разных систем обработки на агрофизические свойства почвы и урожайность ячменя. Показана связь между плотностью сложения и другими агрофизическими свойствами дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы.

Ключевые слова: плотность, пористость, твердость, сложение, дерново-подзолистая почва.

В связи с использованием в современном сельскохозяйственном производстве прогрессивных ресурсосберегающих технологий, освоением короткоротационных севооборотов, возрос интерес к изучению агрофизических факторов плодородия почвы (плотность, пористость, твердость, водопроницаемость и др.) [7].

Наиболее тесный контакт физика почв имеет с земледелием и мелиорацией, задачей которых является временное или коренное улучшение, главным образом, физических свойств почвы для практических целей. Так, для зон недостаточного увлажнения разрабатываются приемы улучшения физических свойств почвы, способствующие накоплению и сохранению влаги. Наоборот, в зоне избыточного увлажнения агротехнические и мелиоративные мероприятия должны быть направлены в сторону уменьшения содержания влаги в почве и увеличения ее аэрации [8].

Известно, что благоприятные физические свойства и режимы почв являются основным и необходимым условием реализации потенциального почвенного плодородия для получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур. Поэтому создание и поддержание оптимального сложения пахотного слоя почвы с помощью разных систем обработки является актуальной задачей современного интенсивного земледелия. Однако динамичность процессов, происходящих в почве под влиянием обработки, а также ее действие на плодородие требуют систематического изучения.

Методика проведения исследований

Исследования проводились на опытном поле Центра точного земледелия (ЦТЗ) РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Объектом исследований являлись агрофизические свойства почвы и культура ячмень, который чередовался в севообороте: викоовсяная смесь на зеленый корм — озимая пшеница + горчица белая на сиде-

рат — картофель — ячмень. В данном опыте изучали две системы основной обработки почвы — отвальную (ежегодная вспашка оборотным плугом Euz Oral на глубину 20-22 см) и минимальную (культиватором Pegasus на глубину 10-12 см) [2]. Почвенный покров опытного участка представлен дерново-подзолистыми, легкосуглинистыми почвами. Содержание гумуса в пахотном слое (0-20 см) — от 2,0 до 2,5% (по Тюрину), обеспеченность общим азотом (по Корнфилду) низкая — 35,5 мг/кг почвы, тогда как обеспеченность подвижным фосфором (по Кирсанову) высокая — 200-250 мг/кг почвы. Содержание обменного калия (по Масловой) среднее — 150-200 мг/кг почвы. рН водной вытяжки колеблется в пределах от 5,8 до 6,2.

Результаты и их обсуждение

В полевом опыте ЦТЗ применение разных систем обработки в зернопропашном севообороте определило неодинаковое сложение пахотного (0-20 см) и подпахотного (20-30 см) слоев дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы. Так, при минимальной системе обработки на глубину 10-12 см достигался более высокий уровень оптимизации плотности, пористости аэрации и твердости пахотного слоя, чем при отвальной системе.

Оптимальную плотность сложения пахотного слоя почвы под ячменем отмечали в варианте с минимальной обработкой, где она составляла в среднем 1,39 г/см³, что на 0,07 г/см³ меньше по сравнению со вспашкой. При этом в варианте с минимальной обработкой отмечается значительное переуплотнение до 1,50 г/см³ подпахотного (20-30 см) слоя. Следует предположить, что при продолжительном использовании поверхностной обработки происходит разуплотнение верхнего слоя из-за преимущественного поступления в него растительных остатков и процессов гумификации. Тогда как при ежегодной отвальной обработке почвы плотность сложения изучаемых слоев под посевами ячменя была более выровнена, что объясняется созданием сравнительно однородного по гумусированности пахотного слоя за счет оборачивания и лучшего перемешивания слоев почвы более рыхлым сложением нижележащих слоев и более высокой их водопроницаемостью на делянках со вспашкой (табл. 1).

Таблица 1

Влияние разных способов обработки на агрофизические свойства почвы

| Обработка почвы | Слой почвы, см | Плотность, г/см ³ | Пористость, % | Твердость, кПа |
|-----------------|----------------|------------------------------|---------------|----------------|
| Минимальная | 0-10 | 1,36 | 26,4 | 11,1 |
| | 10-20 | 1,42 | 25,5 | 16,1 |
| | 20-30 | 1,5 | 23,4 | 18,8 |
| Отвальная | 0-10 | 1,47 | 16,7 | 16,8 |
| | 10-20 | 1,44 | 21,2 | 19,2 |
| | 20-30 | 1,47 | 21,4 | 23,5 |

* НСР₀₅ = 1,05

Экспериментальные данные показывают, что рост корней существенно замедляется при снижении содержания кислорода в почвенном воздухе менее 15 объемных % [1].

По результатам наших исследований, пористость аэрации пахотного слоя почвы в течение вегетационного периода ячменя при применении минимальной обработки на 10-12 см, а также вспашки на 20-22 см не опускалась ниже оптимальных значений.

Однако уменьшение интенсивности обработки за счет приемов минимизации способствовало значительному увеличению пористости аэрации пахотного слоя, особенно верхнего (0-10 см), где этот показатель в 1,6 раз был выше по сравнению со вспашкой (табл. 1). Это повышение происходит за счет формирования сквозных вертикальных пор, которые образуются при перемещении дождевых червей и отмирания глубоко проникающей корневой системы сорных (корнеотпрысковые, стержнекорневые и др.) растений. При отвальной же системе обработки почвы образования пор не происходит из-за ежегодного разрушения их рабочими органами плугов и последующим образованием плужной подошвы, что снижает скорость миграции зоофауны (особенно дождевых червей) к источникам пищи.

Данные по твердости дерново-подзолистой почвы, полученные по вариантам опыта ЦТЗ в посевах ячменя, в целом подтверждают результаты по плотности сложения и сделанные по ним выводы. Использование вспашки на глубину 20-22 см приводило к увеличению твердости пахотного слоя в 1,5 раза по сравнению с минимальной обработкой на глубину 10-12 см.

Наблюдалось переуплотнение почвы и в течение вегетации ячменя. Так, на фоне вспашки, к уборке изучаемой культуры твердость почвы в нижней части пахотного, особенно подпахотного (20-30 см) слоя, существенно повысилась (табл. 1). При минимальной обработке к концу вегетации ячменя твердость почвы в слое 0-20 варьировала в пределах 8-14,3 кПа, то есть была оптимальной для роста и развития корневой системы. Это объясняется более интенсивным рыхлением верхнего слоя при обработке комбинированным агрегатом «Катрос» на глубину 10-12 см.

Структурный состав, содержание водопрочных агрегатов определяют сложение почвы, устойчивость против деградации и уплотнения, а также стабилизируют водно-воздушный режим. Анализ структурного состояния почвы под посевами ячменя показал, что при отвальной обработке наблюдается равномерное распределение агрономически ценных агрегатов (10-0,25 мм) практически по всем изучаемым слоям (табл. 2). Незначительное их увеличение отмечено в слое 10-20 см, где оно составило 39,6%, в основном за счет фракции 3-1 мм, устойчивой к деградации.

При этом, количество водопрочных агрегатов (>0,25 мм) в этом же слое увеличилось до 49,5%. В то же время, в варианте с минимальной обработкой максимальное содержание агрономически ценной фракции и водопрочной макроструктуры отмечено в основном в верхнем (0-10 см) слое и составило соответственно 33,9 и 47,8%, что на 4,7 и 0,8% больше по сравнению с нижним (10-20 см) слоем. Это обусловлено тем, что оборачивание почвы и равномерное распределение органического вещества при вспашке способствуют оструктуриванию и нижней части пахотного слоя, тогда как при минимальной обработке на глубину 10-12 см более гумусирован и лучше оструктурирован верхний слой (0-10 см) по сравнению с нижними (10-20 и 20-30 см), главным образом, за счет накопления в этом слое растительных и корневых остатков.

**Влияние технологий возделывания ячменя
на структурно-агрегатное состояние почвы**

| Вид обработки почвы | Сухое просеивание, % | | | | Мокрое просеивание, % | |
|---------------------|----------------------|------------|------------|---|-----------------------|-----------|
| | слой, см | фракция, % | | | | |
| | | > 10 мм | 10-0,25 мм | фракция, устойчивая к деградации 3-1 мм | < 0,25 мм | > 0,25 мм |
| Минимальная | 0-10 | 44,7 | 33,9 | 22,2 | 0,5 | 47,8 |
| | 10-20 | 55,6 | 29,2 | 19,9 | 0,3 | 47,0 |
| | 20-30 | 56,3 | 30,0 | 23,5 | 0,4 | 39,1 |
| Отвальная | 0-10 | 52,1 | 37,4 | 20,6 | 1,4 | 43,3 |
| | 10-20 | 50,7 | 39,6 | 28,3 | 2,2 | 49,5 |
| | 20-30 | 53,2 | 37,7 | 25,1 | 3,6 | 48,2 |

Агротехника сельскохозяйственных культур оказывает влияние на влагоемкость почвы и ее влажность завядания путем улучшения физических свойств почвы лишь в течение длительного времени. Более существенное воздействие культурные растения и приемы их возделывания оказывают на водопроницаемость и влагоемкость почвы, то есть ее способность поглощать воду атмосферных осадков [4].

Водопроницаемость почвы тесно связана со структурой, плотностью и другими показателями физического состояния почвы. Применение различных приемов основной обработки в севообороте оказало неодинаковое влияние на водопроницаемость почвы под ячменем (табл. 3).

Таблица 3

Водопроницаемость почвы под посевами ячменя, мм/мин

| Обработка почвы | Слой почвы, см | | |
|-----------------|----------------|-------|-------|
| | 0-10 | 10-20 | 20-30 |
| Минимальная | 3,67 | 4,68 | 3,29 |
| Отвальная | 3,15 | 2,08 | 2,22 |

* НСР₀₅ = 2,16

Минимальная обработка приводила к увеличению водопроницаемости почвы под посевами ячменя на 1,56 мм/мин (37,4% пахотного слоя) и на 1,07 мм/мин (32,5% подпахотного слоя) по сравнению с отвальной обработкой. Это связано с тем, что при бесплужной обработке создаются условия для активного развития зоофауны, особенно дождевых червей, которые не только способствуют биологическому рыхлению нижележащих слоев почвы, улучшая его структуру, но и обеспечивают проницаемость почвенного профиля [5].

Одной из научных основ прогнозирования эффективности технологий обработки почвы и выбора наиболее рациональных приемов является анализ статистических корреляционных связей между агрофизическими показателями почвенного плодородия, результаты которого позволяют подходить к применению способов обработки более целенаправленно и научно-обоснованно [6]. Корреляционный анализ позволил выявить парные коэффициенты корреляции между плотностью пахотного слоя почвы и другими агрофизическими свойствами почвы. Установлена прямая средняя корреляционная зависимость плотности пахотного слоя от содержания глыб >10 мм и твердости почвы, обратная средняя корреляционная зависимость ее от содержания водопрочных агрегатов >0,25 мм, агрономически ценных агрегатов 0,25-10 мм, пористости и водопроницаемости почвы (табл. 4).

Т а б л и ц а 4

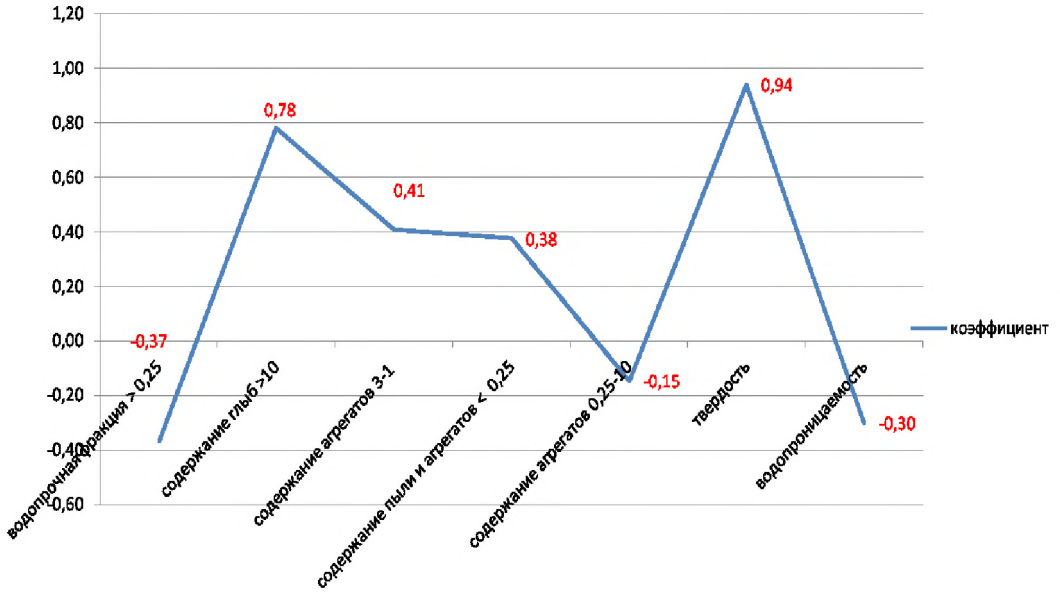
Коэффициент корреляции между плотностью пахотного слоя и другими агрофизическими свойствами дерново-подзолистой почвы

| Агрофизические свойства почвы | Коэффициент |
|---------------------------------------|-------------|
| Водопрочная фракция > 0,25 мм | -0,37 |
| Содержание глыб > 10 мм | 0,78 |
| Содержание агрегатов 3-1 мм | 0,41 |
| Содержание пыли и агрегатов < 0,25 мм | 0,38 |
| Содержание агрегатов 0,25-10 мм | -0,15 |
| Влажность, м ³ /га | 0,08 |
| Пористость, % | -1,00 |
| Твердость, кПа | 0,94 |
| Водопроницаемость, мм/мин | -0,30 |

Судя по коэффициенту, наибольшая доля изменений плотности пахотного слоя была обусловлена изменением показателя твердости почвы, что подтверждено графиком корреляционной зависимости этих показателей (рисунок).

Применение разных по способу, глубине и интенсивности систем обработки почвы в опыте оказало неодинаковое влияние на степень оптимизации отдельных

Агрофизические показатели



Коэффициент корреляции между плотностью и другими агрофизическими свойствами дерново-подзолистой почвы

физических факторов плодородия. При этом, урожайность ячменя в варианте с минимальной обработкой составила 4,92 т/га, что на 19,7% больше, чем при вспашке (табл. 5). Это объясняется более высокой оптимизацией структурного состояния почвы в варианте с минимальной обработкой, что и предопределило повышение на 19,7% урожайности ячменя по сравнению со вспашкой.

Таблица 5

Урожайность ячменя (средняя за 2 года исследований)

| Обработка почвы | Урожайность, т/га |
|-----------------|-------------------|
| Минимальная | 4,92 |
| Отвальная | 3,95 |

* НСР₀₅ = 0,21

Выводы

1. Сравнение воздействия на дерново-подзолистую легкосуглинистую почву ежегодной вспашки на 20-22 см и минимальной обработки на глубину 10-12 см в качестве приемов основной обработки почвы под посевами ячменя показало, что минимальная обработка не привела к ухудшению агрофизических свойств пахотного (0-20 см) слоя почвы.

2. Более интенсивное уплотнение до 1,49 и 1,46 г/см³ в обоих вариантах обработок наблюдалось в подпахотном (20-30 см) слое почвы, пористость аэрации не опускалась ниже оптимальных значений.

3. Водопроницаемость в варианте с минимальной обработкой почвы была в 2,5 раза выше по сравнению с вариантом отвальной обработки.

4. Разница в урожайности ячменя между вариантами составила 0,97 т/га в пользу минимальной системы обработки почвы.

Библиографический список

1. Агрофизика / Е.В. Шейн, В.М. Гончаров. Ростов н/Д.: Феникс, 2006. С. 372.
2. Беленков А.И., Николаев В.А., Шитикова А.В. Агроэкологическая концепция исследований и агрофизические свойства почвы в посадках картофеля полевого опыта ЦТЗ // Агрофизика. 2011. № 3. С. 5-14.
3. Гогмачадзе Г.Д. Деградация почв: причины, следствия, пути снижения и ликвидации. М.: Изд. Московского университета, 2011. 272 с.
4. Лошаков В.Г. Севооборот и плодородие почвы. М.: Изд. ВНИИА, 2012. С. 217.
5. Николаев В.А., Паулкин Н.И., Савченко А.В. Агрофизические свойства дерново-подзолистой почвы в зависимости от способов ее обработки // Вестник МГАУ имени В.П. Горячкина, 2012. № 5. С. 30-32.
6. Пупонин А.И., Певнев М.И. Влияние разных систем обработки дерново-подзолистой почвы в интенсивном земледелии на ее окультуренность и плодородие. Известия ТСХА, 1986. Вып. 3. С. 15-24.
7. Ресурсосберегающие технологии обработки почвы в адаптивном земледелии: Учебное пособие /Н.С. Матюк, В.Д. Полин. М.: Изд. РГАУ-МСХА, 2013. С. 12.
8. Теории и методы физики почв. Монография / Под ред. Е.В. Шейна и Л.О. Карпачевского. М.: «Гриф и К», 2007. 616 с.

INFLUENCE OF VARIOUS CULTIVATION PRACTICES ON CONSISTENCY OF SOD-PODZOL SOIL AND PRODUCTIVITY OF BARLEY

VA. NIKOLAEV, A.I. BELENKOV

(Russian Timiryazev State Agrarian University)

The article contains the results of examination of cultivation practices influence on the topsoil changes in case of barley sowing and revealed connection between density and other agrophysical properties of sod-podzol soil. Developing and keeping the optimal composition of top soil using different cultivation systems is a relevant task for modern intensive agriculture. The impact of annual plowing to 20-22 cm depth and minimum cultivation to the depth of 10-12 cm on the sod-podzol sandy loam soil was compared in the paper. Both methods are the main cultivation practices recommended for soil preparation when barley is grown. The experiment showed that minimum cultivation didn't lead to deterioration of agrophysical properties of the top soil (0-20 cm). Higher density of subsurface (20-30 cm) up to 1.49 and 1.46 g/cm³ was observed in both variants of cultivation, and aeration porosity didn't fall below

optimal values. Water penetration in the variant with minimum soil cultivation was 2.5 times higher compared to the variant with the deep cultivation. The difference in productivity' of barley between the variants made up 0.97 t/ha in favour of minimum soil cultivation variant.

Key words: density, porosity, solidity, consistency, sod-podzol soil type.

Николаев Владимир Антонович — к. с.-х. н., доц. кафедры земледелия и МОД РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (127550, Москва, ул. Тимирязевская, д. 49; тел. (499) 976-08-51; e-mail: vladimir_nikolaev0202@inail.ru).

Беленков Алексей Иванович — д. с.-х. и., проф. кафедры земледелия и МОД РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (127550, Москва, ул. Тимирязевская, д. 49; тел. (499) 976-08-51; e-mail: belenokaleksis@mail.ru).

Nikolaev Vladimir Antonovich — PhD in Agricultural Sciences, associate professor of the department of arable fanning and methodology of experimental work, Russian Timiryazev State Agrarian University (127550, Moscow, Timiryazevskaya street, 49; tel. (499) 976-08-51, e-mail: vladimir_nikolaev0202@inail.ru).

Belenkov Aleksey Ivanovich — Doctor of Agricultural Sciences, professor of the department of arable fanning and methodology of experimental work, Russian Timiryazev State Agrarian University (127550, Moscow, Timiryazevskaya street, 49; tel. (499) 976-08-51, e-mail: belenokaleksis@mail.ru).