3. Попов В. А. Совершенствование рисовых систем на Кубани. Краснодар, 1988. С. 34–36.

4. Ерыгин П. С. Физиология риса. М.: Колос, 1981. С. 37–38.

5. Хожамбергенов Г. и др. Рекомендации по выращиванию риса в регионе Каракалпакстана. Нукус: «Билим», 2022. 40 с.

6. Kurbanbaev S., Usmanov Sh., Batyrbaev E. The Effect of Water-Saving Technologies on the Growth and Productivity of Rice in the Soil Climate of the Republic of Karakalpakstan // International Engineering Journal for Research & Development (IEJRD). 2023.

7. Zhumabekov A. A., Bulanbayeva P. U., Esalyeva A., Bolatov A. Effect of Different Irrigation Regimes on Rice Productivity in the Kyzylorda Region // Bulletin of Science of S. Seifullin Kazakh Agro Technical University. 2019. No. 3 (102).

УДК 631

ВЛИЯНИЕ СПОСОБА ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА ЕЕ АГРОФИЗИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ И ПРОДУКТИВНОСТЬ СЕВООБОРОТА

И.П. Трояновская, д-р техн. наук, профессор,
О.А. Гребенщикова, канд. техн. наук, доцент,
Д.В. Базанова, канд. техн. наук, доцент,
И.А. Якушев, аспирант

Южно-Уральский государственный аграрный университет, Институт агроинженерии, г. Челябинск, Российская Федерация
tripav63@mail.ru

Аннотация. В статье исследовано влияние способа обработки почвы на ее агрофизические показатели и продуктивность севооборота.

Abstract. The article investigates the effect of the tillage method on soil agrophysical properties and crop rotation productivity.

Ключевые слова: обработка почвы, способ, продуктивность, севооборот.

Key words: tillage, method, productivity, crop rotation.

Актуальность

Продуктивность севооборота во многом определяется урожайностью выращиваемых сельскохозяйственных культур. Чаще всего научные исследования ограничиваются влиянием на урожайность той или иной культуры различного вида удобрений [1].

Вместе с тем, последнее время широкое распространение получило «органическое» земледелие, характеризуемое отсутствием использования или минимальным использованием минеральных удобрений. В этом случае, влиять на агрофизические показатели

почвы можно с помощью способа ее обработки. Однако, большинство научных исследований ограничиваются детальным изучением только одного способа обработки почвы [2].

Целью данного исследования является изучение влияния различных способов обработки почвы на агрофизические показатели почвы и урожайность сельскохозяйственных культур.

Для оценки влияния способов обработки почвы на ее агрофизические показатели был проведен полевой эксперимент на примере пятипольного зерно-паро-пропашного севооборота: черный пар – пшеница озимая – подсолнечник – ячмень яровой – кукуруза на зерно. В процессе эксперимента использовались три способа обработки почвы, каждый из которых имеет свои преимущества и недостатки:

1. ***Вспашка с оборотом пласта***. Обработка почвы посредством лемешного плуга осуществлялась на глубину: 20–22 см под ячмень яровой и подсолнечник, 23–25 см под кукурузу и 25–27см под черный пар (осенью). Вместе с тем отвальная обработка почвы имеет ряд недостатков: большая энергоёмкость, высокая гребнистость и комковатость поверхности поля, образование «плужной подошвы», выражаемое в дополнительном уплотнении почвы [3-4];

2. ***Безотвальная обработка почвы*** с использованием чизель-культиватора. Чизелевание почвы проводилось на глубину 40–45 см под подсолнечник и яровой ячмень (осенью). Недостатком безотвальной обработки почвы является повышенная засоренность поля, так как семена сорняков не заделываются глубоко, а остаются в верхнем слое почвы, что провоцирует их активный рост. Растительные остатки на поверхности создают благоприятные условия для вредителей, что требует более активной химической защиты растений [5]. При длительной безотвальной обработке нижние слои почвы могут уплотняться, что снижает их водо- и воздухопроницаемость [6];

3. ***Обработка с помощью почвообрабатывающей рыхлительно-сепарирующей машины*** [7]. Принцип работы рабочих органов этих машин основан на совмещении операций крошения и сепарации почвы по глубине обрабатываемого слоя [8]. Рыхлительно-сепарирующие машины позволяют обрабатывать почву на глубину до 15 см.

Результаты исследований

К основным агрофизическим свойствам относятся: структурный состав почвы, ее твердость и плотность, а также обеспеченность влагой.

Структурирование почвы. Коэффициент структурности почвы определялся по количеству наиболее ценных структурных агрегатов размером 10–0,25 мм. Максимальное их количество (70–90 %) наблюдалось при использовании рыхлительно-сепарирующей машины, что на 5–10 % больше, чем обработке почвы с оборотом пласта. Худшие показатели структурности почвы имела безотвальная обработка. Коэффициент структурности почвы весной при сепарировании почвы был в 1,5–2 раза выше по сравнению с обработкой с оборотом пласта. Это объясняется снижением давления на почву и оставлением пожнивных остатков предшествующей культуры на поверхности поля.

Твердость почвы. Глубокая вспашка с оборотом пласта способствовала снижению твердости почвы вследствие ее механического разрыхления. Использование рыхлительно-сепарирующей машины в системе мульчирующей обработки позволила уменьшить глубину рыхления с 14–15 см до 12–14 см, что повысило показатели твердости почвы (слой 0-30 см) в весенний период перед посевом полевых культур по сравнению с вспашкой с 15,9 кг/см^{2}до 18,8 кг/см^2. В конце вегетации полевых культур наблюдалось повышение твердости до 26 кг/см^2, превышающее предельно допустимый параметр (21 кг/см^2). Это обусловлено техногенной нагрузкой на почву, уменьшением плотности и пористости, ухудшением структурного и водного режима обрабатываемого слоя (0-30 см). Однако, в течение осенне-зимнего периода, под влиянием основной обработки и вследствие повышения влажности в период оттаивания наблюдалось восстановление твердости почвы к ее оптимальным параметрам.

Плотность почвы при различных способах обработки в начале весенне-полевых работ в полях составляла: при использовании рыхлительно-сепарирующей машины – 1,23–1,29 г/см^3; при обработке с оборотом пласта – 1,09–1,17 г/см^3; при безотвальной обработке почвы – 1,12–1,23 г/см^3. Уплотнение поверхностного слоя (0-30 см) при использовании рыхлительно-сепарирующей машины объясняется уменьшением глубины рыхления. Однако, значение плотности почвы не превышает рекомендуемых показателей (1,3 г/см^3) для выращивания культур севооборотов.

Запасы влаги в почве перед посевом полевых культур. Аккумуляция осадков в почве за осенне-зимний период при использовании

рыхлительно-сепарирующей машины были больше на 7,1–8,5 мм, чем при вспашке с оборотом пласта и на 3,2 мм больше, чем при безотвальной обработке. Это объясняется наличием пожнивных остатков в виде мульчи на поверхности полей севооборота, которая защищает поверхность почвы от активного испарения влаги. Особую эффективность показала чизельная обработка, позволившая увеличить накопление влаги за осенне-зимний период за счет растительных остатков задерживающих снег.

Черный пар имеет важное значение. Он способствует почти полному восстановлению ресурсов почвенной влаги (152–181 мм) на время посева озимой пшеницы независимо от способов обработки. Наличие черного пара позволяет получать стабильные урожаи зерна даже при отсутствии дождей во время весенне-летней вегетации и избегать губительного воздействию засухи. Черный пар регулирует водный режим в короткоротационном севообороте в целом. Особую важность восстановление запасов продуктивной влаги приобретает после подсолнечника, склонного к высушиванию 1,5-метрового слоя почвы. Ранний пар обеспечивает увеличение коэффициента усвоения осадков в корнесодержащем слое почвы (0–150 см) по сравнению со вспашкой и чизельной обработкой в среднем на 105–131 м³/га за счет пожнивных остатков предшествующей культуры.

Засоренность поля. На пару наименьшее количество сорняков наблюдалось при использовании рыхлительно-сепарирующей машины и вспашке с оборотом пласта (104,2 шт/м^2). Наибольшая засоренность полей наблюдалась при безотвальной обработке (131,3 шт/м^2) и обработке раннего пара весной (131,8 шт/м^2). Суммарная масса уничтоженной гербицидами растительности (воздушно-сухое состояние) составляло при использовании рыхлительно-сепарирующей машины почвы 20,1 г/м^2, при вспашке с оборотом пласта – 28,9 г/м^2 и при безотвальной обработке – 36,3 г/м^2. В посевах озимой пшеницы в среднем за годы исследований насчитывалось сорняков: при сепарировании почвы 4,2 шт/м^2 (3,3 г/м^2), при вспашке с оборотом пласта – 13,2 шт/м^2 (5,5 г/м^2), при весенней безотвальной обработке (ранний пар) – 13,8 шт/м^2 (8,8 г/м^2).

Такие же закономерности отмечены и в посевах ячменя ярового. Количество сорняков в фазе колошения растений озимых составила: при использовании рыхлительно-сепарирующей машины 3,2–5,6 шт/м^2, при вспашка с оборотом пласта – 4,4–7,0 шт/м^2, при безотвальной обработке почвы чизелем – 6,4–11,6 шт/м^2.

В посевах подсолнечника наблюдалось повышенное количество сорняков при сепарировании до 6,5 шт/м^2 (10,4 г/м^2). В тоже время количество сорняков при вспашке с оборотом пласта составляло 2,2–4,0 шт/м^2 (2,5–3,3 г/м^2), при безотвальной чизельной обработке – 3,6–6,4 шт/м^2 (5,4–10,1 г/м^2). Такая же закономерность (наименьшие количественные и весовые показатели сорняков при вспашке с оборотом пласта и безотвальной обработке) обнаружена и в посевах кукурузы. Число сорняков при обороте пласта составляло 9,6–12,6 шт/м^2 (2,5–2,9 г/м^2), при безотвальной чизельной обработке – 9,0–10,2 шт/м^2 (2,8–3,4 г/м^2), при использовании рыхлительно-сепарирующей машины – 13,1–15,6 шт/м^2 (3,3–5,0 г/м^2). Это объясняется локализацией семян сорняков в верхних слоях почвы.

Продуктивность севооборота определялась в итоге по урожайности полевых культур.

Для озимой пшеницы урожайность была практически одинаковой для всех способов обработки почвы: при вспашке с оборотом пласта 4,84–5,10 т/га; при безотвальной чизельной обработке 4,89–5,25 т/га; при обработке почвы с помощью рыхлительно-сепарирующей машины 4,82–5,25 т/га.

Урожайность ярового ячменя при обработке почвы с помощью рыхлительно-сепарирующей машины была ниже на 0,21–0,22 т/га, чем при безотвальной обработке и на 0,19–0,40 т/га ниже, чем при обработке с оборотом пласта. Причиной этого является повышенная засоренность посевов и переувлажнение посевного слоя за счет значительного количества на поверхности поля листо-стебельной массы предшествующей культуры (подсолнечника). Вспашка с оборотом пласта и безотвальная чизельная обработка почвы способствуют более качественному перемешиванию растительных остатков предшествующей культуры и более быстрому прогреву верхнего слоя весной, что создает условия для жизнедеятельности микробных популяций и освобождения иммобилизованных минеральных соединений в почвенный раствор.

Для кукурузы более высокие показатели урожайности наблюдались после вспашки с оборотом пласта – 4,89–5,61 т/га и после чизелевания без оборота пласта – 4,84–5,55 т/га. Обработка почвы рыхлительно-сепарирующей машиной способствовала снижению урожайности на 0,02–0,07 т/га (0,4–1,4 %).

Урожайность подсолнечника при всех способах обработки почвы составляла 2,24–2,73 т/га. Незначительное повышение на 0,04–0,07 т/га (1,6–2,6 %) отмечалось при чизельной обработке.

Заключение

Увеличение производственных затрат при глубокой вспашке не всегда окупается ростом урожайности. Оптимизировать эксплуатационные затраты на обработку почвы можно за счет альтернативных способов основной обработки почвы. Сравнение разных способов обработки почвы в пяти-польном зерно-паро-пропашном севообороте по агрофизическим свойствам почвы и продуктивности севооборота показало преимущество использования рыхлительно-сепарирующей машины и чизелевания в условиях Южного Урала.

Список использованной литературы

1. Измаилова Д.С., Изотов А.М. Влияние азотных удобрений и органоминеральных препаратов на урожайность и качество зерна твердой пшеницы // Таврический вестник аграрной науки. 2021. № 1 (25). С. 113-123. doI:10.33952/2542-0720-2021-1-25-113-123.
2. Khaitov M. et al. Impact of Fertilization and Soil Treatment Methods on Soil Biological Activity // E3S Web of Conferences. 2026. vol. 703. no. 03009. doi:10.1051/e3sconf/202670303009.
3. Бледных В.В. и др. Универсализация лемешно–отвальной поверхности рабочего органа плуга // Тракторы и сельхозмашины. 2016. №10. с.34–37.
4. Tarasenko B.F. et al. Research and Development of a Combined Unit for Tillage with a Layer Turnover // Journal of Terramechanics. 2022. vol. 99. pp. 29–33. doi:10.1016/j.jterra.2021.11.002.
5. Несмиян А.Ю. и др. Обоснование путей повышения эффективности глубокого безотвального рыхления почвы // Тракторы и сельхозмашины. 2026. №93(1). с. 34-41. doi:10.17816/0321-4443-642751.
6. Radjabov J. et al. Impact of Weed Control Methods on Corn Yield and Soil Fertility Conservation // E3S Web of Conference. 2025. vol. 613. no. 02003. doi: 10.1051/e3sconf/202561302003.
7. Сыромятников Ю.Н. Результаты полевых исследований роторной почвообрабатывающей рыхлительно-сепарирующей машины с экспериментальными рабочими органами // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2018. № 5 (163). с. 184-192.
8. Syromyatnikov Yu. et al. Productivity of Tillage Loosening and Separating Machines in an Aggregate with Tractors of Various Capacities // Journal of Terramechanics. 2021. vol. 98. pp. 1-6. doi:10.1016/j.jterra.2021.09.002