

ВЛИЯНИЕ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ, УДОБРЕНИЙ И СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

В.А. ВОРОНЦОВ, Ю.П. СКОРОЧКИН, кандидаты сельскохозяйственных наук
E-mail: yskorochkin@mail.ru

ТАМБОВСКИЙ НИИСХ – ФИЛИАЛ ФГБНУ «ФНЦ ИМЕНИ И.В. МИЧУРИНА»

В 2012-2020 гг. на типичных для большинства хозяйств Тамбовской области почвах, чернозёме типичном тяжёлоసుглинистом в полевом зернопаровом севообороте с чередованием культур: чёрный пар – озимая пшеница – соя – ячмень изучали основную обработку почвы в комплексе с различной степенью насыщенности средствами химизации (удобрения, пестициды). Сравнивали пять систем основной обработки почвы в севообороте: традиционную отвальную разноглубинную, под озимую пшеницу на глубину 20-22 см; поверхностную под все культуры (дискование на 10-12 см); безотвальную разноглубинную, под озимую пшеницу на глубину 20-22 см; комбинированную (отвально-безотвальную) и (отвально-поверхностную), под озимую пшеницу на 20-22 и 10-12 см, соответственно. По всем способам обработки почвы с применением метода расщеплённых делянок под озимую пшеницу вносили азофоску с соотношением питательных элементов 16:16:16 в дозах $N_{60}P_{60}K_{60}$ и $N_{30}P_{30}K_{30}$, и аммиачную селитру, в виде весенней подкормки – N_{30} . Защита растений включала два варианта: протравливание семян и протравливание семян + пестициды по вегетации культуры. Из приёмов технологий возделывания озимой пшеницы наиболее эффективным было применение комплекса средств защиты растений (протравливание семян + пестициды по вегетации культуры), обеспечивающих достоверную прибавку урожая, при полном внесении основного удобрения $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 0,50 т/га и 0,47 т/га при $N_{30}P_{30}K_{30}$, в среднем по вариантам опыта. Установлено, что в технологиях с весенней подкормкой аммиачной селитрой (N_{30}), прибавка урожая составила 0,36 т/га. Меньший эффект получен от способов основной обработки почвы и удобрений. Урожайность озимой пшеницы по способам основной обработки почвы варьировала в пределах 4,54-4,68 т/га, отклонения по вариантам находились на уровне тенденций. При внесении полного удобрения перед посевом и в виде весенней подкормки аммиачной селитрой не установлено существенных различий между способами и дозой внесения. Изучение различных приёмов агротехники при возделывании озимой пшеницы на чернозёме типичном с высокой обеспеченностью элементами питания выявило возможность применения ресурсосберегающих способов обработки чёрного пара в комплексе с весенней подкормкой посевов азотными удобрениями и применением средств защиты растений (протравливание семян + гербициды, фунгициды и инсектициды по вегетации культуры).

Ключевые слова: обработка почвы, удобрения, пестициды, урожайность.

INFLUENCE OF THE MAIN TILLAGE, FERTILIZERS AND PLANT PROTECTION MEANS ON THE PRODUCTIVITY OF WINTER WHEAT

V.A. Vorontsov, Yu.P. Skorochkin

TAMBOV SCIENTIFIC RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE – BRANCH OF FSBSI
«I.V. MICHURIN FEDERAL SCIENTIFIC CENTER»

Abstract: *In 2012-2020, on soils typical for the majority of farms in the Tambov region, Chernozem typical heavy loam in a field grain-steam crop rotation with a combination of crops: black steam-winter wheat – soy – barley, the main soil treatment was studied in combination with*

various degrees of saturation with chemical agents (fertilizers, pesticides). Five systems of basic tillage in crop rotation were compared: the traditional dump of different depths, for winter wheat to a depth of 20-22 cm; surface for all crops (disking by 10-12 cm); for winter wheat to a depth of 20-22 cm; combined (dump-free) and (dump-surface), for winter wheat to a depth of 20-22 and 10-12 cm, respectively. Azofoska with the ratio of nutrients 16:16:16 in doses $N_{60}P_{60}K_{60}$ and $N_{30}P_{30}K_{30}$, and ammonium nitrate, in the form of spring top dressing - N_{30} , were introduced for winter wheat using the split plots method. Plant protection included two options: seed treatment and seed treatment + pesticides for crop vegetation. Among the techniques of winter wheat cultivation technologies, the most effective was the use of a complex of plant protection products (seed treatment + pesticides for crop vegetation), which provide a reliable increase in yield, with the full application of the main fertilizer $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 0.50 t/ha and 0.47 t/ha at $N_{30}P_{30}K_{30}$, on average, according to the experimental variants. It was found that in technologies with spring fertilization with ammonium nitrate (N_{30}), the yield increase was 0.36 t/ha. Less effect is obtained from the methods of basic tillage and fertilizers. The yield of winter wheat according to the main tillage methods varied in the range of 4.54-4.68 t/ha, deviations in the variants were at the level of trends. When applying a full fertilizer before sowing and in the form of spring fertilization with ammonium nitrate, there are no significant differences between the methods and the dose of application. The study of various agricultural techniques for cultivating winter wheat on a typical Chernozem with a high supply of nutrients revealed the possibility of using resource-saving methods for processing black steam in combination with spring fertilization of crops with nitrogen fertilizers and the use of plant protection products (seed treatment + herbicides, fungicides and insecticides for the vegetation of the crop).

Keywords: tillage, fertilizers, pesticides, productivity.

На современном этапе ведения земледелия широкое распространение в Российской Федерации получают ресурсосберегающие и энергосберегающие технологии возделывания сельскохозяйственных культур [1]. Традиционно применяемые технологии на основе отвальной обработки почвы весьма трудоёмки и энергозатратны. Любой элемент технологий должен быть последовательным и обеспечить высокую окупаемость затрат [2]. При выборе той или иной системы обработки почвы необходимо знать и учитывать закономерности процессов, которые происходят в почве при разных способах её обработки [3, 4, 5].

Одним из важнейших элементов технологий считается оптимизация питания растений [6]. Минеральные удобрения обеспечивают наиболее весомый прирост урожая среди других элементов технологий возделывания. При этом применение их должно быть научно обоснованным, обеспечивающим формирование высоких урожаев с хорошим качеством и не оказывать негативного влияния на окружающую среду [7, 8]. Это же относится и к применению средств химической защиты растений, которые целесообразно применять с учётом степени вредоносности вредных объектов (сорняки, вредители и болезни растений).

Из полевых культур наибольшее значение имеют зерновые культуры, среди которых ведущее место в хлебном балансе страны занимает озимая пшеница. В решении проблемы продовольственной безопасности особая роль принадлежит производству зерна.

Существующий уровень урожайности озимой пшеницы пока ещё не достигает потенциально возможного. Одной из причин нестабильной урожайности этой культуры, кроме неблагоприятных погодных условий, являются пробелы в технологиях её возделывания. Поэтому, изучение различных по интенсивности технологий возделывания озимой пшеницы в условиях северо-востока ЦЧЗ на черноземе типичном представляет практический и научный интерес.

Цель работы – провести сравнительный анализ влияния разных по интенсивности способов основной обработки почвы в комплексе с различной степенью насыщенности технологий удобрениями и средствами защиты на продуктивность озимой пшеницы.

Материалы и методы исследований

Исследования проводили в 2012-2020 гг. на опытном поле Тамбовского НИИСХ, расположенного в юго-восточной части области. Годовая сумма эффективных температур здесь составляет 2800°C, среднее годовое количество осадков – 450-475 мм, но их выпадение по годам и периодам вегетации неравномерно; ГТК = 09-1,1. Почва опытного участка – чернозём типичный мощный, тяжёлосуглинистый.

Метеорологические условия вегетационных периодов в 2012-2020 гг. несколько различались по годам и имели определённые отклонения от среднемноголетних показателей. Достаточно благоприятными для роста и развития растений озимой пшеницы, а также формирования урожая были вегетационные периоды в 2013, 2014, 2017, 2018, 2020 гг., когда урожайность её составила 5,0-7,8 т/га. В другие годы с менее благоприятными погодными условиями, с недостаточным количеством осадков, 2012, 2015, 2016 и 2019 урожайность озимой пшеницы была на уровне 2,0-3,5 т/га.

Исследования проводили в стационарном многофакторном полевом опыте, заложенном в 1989 году. Озимую пшеницу возделывали в зернопаровом севообороте: чёрный пар - озимая пшеница – соя – ячмень. Схема опыта предусматривала изучение пяти систем основной обработки почвы в севообороте: отвальной разноглубинной – общепринятой для Тамбовской области, поверхностной (дискование на 1-12 см), безотвальной разноглубинной, комбинированной (25% отвальная + 75% безотвальная), комбинированной (25% отвальная + 75% поверхностная). При отвальной системе основной обработки почвы, под озимую пшеницу проводили вспашку на 20-22 см, поверхностной – дискование на 10-12 см, безотвальной – безотвальную на 20-22 см, комбинированных системах обработку чёрного пара под озимую пшеницу осуществляли безотвальным способом плугом без отвалов на 20-22 см и поверхностным с использованием дискатора БДМ $\frac{3}{4}$ на глубину 10-12 см.

Методом расщеплённых делянок изучали три фактора: основную обработку почвы, удобрения, защиту растений. Удобрения под озимую пшеницу вносили в следующих дозах: $N_{60}P_{60}K_{60}$ и $N_{30}P_{30}K_{30}$ – основное и N_{30} – в качестве весенней подкормки. В качестве удобрения использовали азофоску 16:16:16 и аммиачную селитру.

Для борьбы с сорняками на посевах озимой пшеницы использовали гербициды Примадонну, 0,8 л/га, Фенизан – 0,2 л/га. В целях борьбы с болезнями посева обрабатывали фунгицидом Титул ДООУ – 0,25 л/га, для борьбы с вредителями применяли инсектициды Кинфос – 0,25 л/га, Имидор – 0,1 л/га.

Учёты и наблюдения проводили согласно общепринятым методикам [9].

Результаты исследований

Анализируя величину урожайности можно отметить наиболее весомые прибавки в результате применения комплекса средств защиты растений, включающего обработку посевов гербицидами в борьбе с сорняками и фунгицидно-инсектицидную обработку против болезней и вредителей (табл.). Прибавки урожайности по вариантам опыта варьировали от 0,26 до 0,54 т/га. При этом максимальными они были на фоне внесения $N_{60}P_{60}K_{60}$ и составляли 0,50-0,54 т/га. На вариантах с внесением аммиачной селитры в дозе N_{30} в качестве весенней подкормки, прибавка урожайности составляла 0,26-0,43 т/га, при НСР₀₅ средних частных различий = 0,44 т/га.

Применение различных способов обработки почвы существенно не сказалось на изменении урожайности озимой пшеницы, которая по вариантам опыта была на уровне 4,54 – 4,68 т/га. Отклонения в сторону повышения или снижения по вариантам находились в пределах ошибки опыта.

Дозы удобрений и способы их внесения также существенно не повлияли на формирование урожайности культуры. Основной причиной низкой эффективности удобрений – избыточное накопление нитратного азота по чёрному пару, достигающее 200 мг/кг почвы в слое 0-30 см. При этом наблюдалась тенденция повышения продуктивности озимой пшеницы от внесения основного удобрения перед посевом культуры, в отличие от весенней подкормки посевов. Причём, данная закономерность отмечена на фоне применения

средств защиты растений, что было присуще технологиям, основанным на ресурсосберегающих обработках, то есть, когда основную обработку парового поля проводили без оборота пласта.

Таблица

Урожайность озимой пшеницы в зависимости от обработки почвы, удобрений и средств защиты растений (в среднем за 2012-2014, 2016-2020 гг.)

| Основная обработка почвы в севообороте и под озимую пшеницу | Доза удобрений | Защита растений | Урожай, т/га | Прибавка на фоне, +, -, т/га | | |
|--|---|-----------------|--------------|------------------------------|-----------|------------|
| | | | | обработки почвы | удобрений | пестицидов |
| Традиционная отвальная разнотравно-паровая, под озимую пшеницу на 20-22 см | N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ | 1* | 4,93 | - | -0,05 | 0,54 |
| | | 2** | 4,39 | - | -0,16 | - |
| | N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ | 1 | 4,89 | - | -0,09 | 0,49 |
| | | 2 | 4,40 | - | -0,15 | - |
| | N ₃₀ в подкормку | 1 | 4,98 | - | - | 0,43 |
| | | 2 | 4,55 | - | - | - |
| Среднее по варианту 4,68 - - - | | | | | | |
| Бесменная поверхностная (дискование на 10-12 см) под все культуры севооборота | N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ | 1 | 4,84 | -0,09 | +0,08 | 0,54 |
| | | 2 | 4,30 | -0,09 | -0,19 | - |
| | N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ | 1 | 4,86 | -0,03 | +0,10 | 0,52 |
| | | 2 | 4,34 | -0,06 | -0,15 | - |
| | N ₃₀ в подкормку | 1 | 4,76 | -0,22 | - | 0,27 |
| | | 2 | 4,49 | -0,06 | - | - |
| Среднее по варианту 4,60 -0,08 - - | | | | | | |
| Бесменная безотвальная, под озимую пшеницу на 20-22 см | N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ | 1 | 4,82 | -0,17 | +0,10 | 0,39 |
| | | 2 | 4,43 | +0,04 | +0,10 | - |
| | N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ | 1 | 4,70 | -0,19 | -0,02 | 0,45 |
| | | 2 | 4,25 | -0,15 | -0,08 | - |
| | N ₃₀ в подкормку | 1 | 4,72 | -0,26 | - | 0,39 |
| | | 2 | 4,33 | -0,22 | - | - |
| Среднее по варианту 4,54 -0,14 - - | | | | | | |
| Комбинированная (отвально-безотвальная), под озимую пшеницу безотвальная на 20-22 см | N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ | 1 | 4,97 | +0,04 | +0,18 | 0,52 |
| | | 2 | 4,45 | +0,06 | +0,01 | - |
| | N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ | 1 | 4,73 | -0,16 | -0,06 | 0,40 |
| | | 2 | 4,33 | -0,07 | -0,11 | - |
| | N ₃₀ в подкормку | 1 | 4,79 | -0,19 | - | 0,35 |
| | | 2 | 4,44 | -0,11 | - | - |
| Среднее по варианту 4,62 -0,06 - - | | | | | | |
| Комбинированная (отвально-поверхностная), под озимую пшеницу дискование на 10-12 см | N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ | 1 | 4,87 | -0,06 | +0,04 | 0,50 |
| | | 2 | 4,37 | -0,02 | -0,11 | - |
| | N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ | 1 | 4,96 | +0,15 | +0,13 | 0,49 |
| | | 2 | 4,47 | +0,07 | -0,01 | - |
| | N ₃₀ в подкормку | 1 | 4,83 | -0,15 | - | 0,37 |
| | | 2 | 4,46 | -0,08 | - | - |
| Среднее по варианту 4,66 -0,02 - - | | | | | | |

НСР₀₅ для средних частных различий 0,44

НСР₀₅ для основной обработки почвы 0,16

НСР₀₅ для удобрений 0,21

НСР₀₅ для средств защиты растений 0,35

Примечание: ** – протравливание семян, * – протравливание семян + пестициды по вегетации культуры. Отсутствие данных по 2015 году – по причине гибели растений озимой пшеницы в связи с неблагоприятными погодными условиями в зимне-весенний период.

При возделывании озимой пшеницы с использованием технологии, основанной на традиционной отвальной вспашке чёрного пара, отмечалась тенденция к снижению её продуктивности, как на вариантах с $N_{60}P_{60}K_{60}$, так и $N_{30}P_{30}K_{30}$, по сравнению с весенней подкормкой аммиачной селитрой (N_{30}). То есть, озимая пшеница лучше отзывается на внесение минеральных удобрений при возделывании её в технологиях с ресурсосберегающими способами основной обработки почвы.

Заключение

Таким образом, за восемь лет наблюдений, при возделывании озимой пшеницы в зернопаровом севообороте на чернозёме типичном с высокой обеспеченностью органическим веществом (гумус 7,0-7,5%) и подвижными формами питательных элементов (P_2O_5 – 15-20 мг и K_2O – 12-18 мг/100 г. почвы), возможно использовать технологии на основе ресурсосберегающих приёмов основной обработки почвы в комплексе со средствами защиты растений. При этом, в качестве удобрений, целесообразно использование весенней подкормки аммиачной селитрой в дозе N_{30} , вместо применения полного минерального удобрения под посев озимой пшеницы.

Литература

1. Шабалкин А.В., Воронцов В.А., Скорочкин Ю.П. Эффективность различных способов основной обработки почвы и средств интенсификации в борьбе с засорённостью посевов ячменя // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2019. – № 2 (30). – С. 139-144. DOI: 10.24411/2309-348X-2019-11104.
2. Кирюшин В.И. Научно-инновационное обеспечение приоритетов развития сельского хозяйства. // Достижения науки и техники АПК. – 2019. – Т. 33. – № 3. – С. 5-10.
3. Вольтере И.А., Власова О.И., Трубочёва П.В. и др. Влияние традиционной технологии возделывания и прямого посева полевых культур на агрофизические факторы почвенного плодородия чернозёма обыкновенного в зоне неустойчивого увлажнения // Агрофизика. – 2018. – № 4. – С. 24-30.
4. Воронцов В.А. Концепция технологии основной обработки чернозёмных почв на основе энерго – и ресурсосберегающих приёмов в северо-восточном регионе Центрального Черноземья. /ФАНО, ФГБНУ «ФНЦ им. И.В. Мичурина». – Тамбов. – 2016. – 74 с.
5. Victor Vorontsov, Yuri Skorochkin, Olga Ivanova, Alexey Shabalkin, and Elena Dudova Computation of Typical Chernozem in Long-Run Response to Primary Tillage Operations /J. Comput. Theor. Nanosci. 16, 250-254 (2019).
6. Цховребов В.С., Есаулко А.Н., Новиков А.А. Современные проблемы плодородия почв Ставрополья. // Агрохимический вестник. – 2017. – № 4. – С. 3-8.
7. Шабалкин А.В., Иванова О.М., Скорочкин Ю.П., Воронцов В.А. и др. Технология выращивания озимой пшеницы в Тамбовской области. – Тамбов. 2019. – 158 с.
8. Сычёв В.Г., Рухович О.В., Беличенко М.В. Географическая сеть опытов с удобрениями (состояние, перспективы и современные вызовы). /Итоги выполнения программы фундаментальных научных исследований государственных заданий на 2013-2020 гг.: материалы Всероссийского координационного совещания научных учреждений – участников Географической сети опытов с удобрениями. М.: ВНИИ Агрохимии имени Д.Н. Прянишникова, 2018. – С. 4-11.
9. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Колос. – 1979. – 416 с.

References

1. Shabalkin A.V., Vorontsov V.A., Skorochkin Yu.P. Effektivnost' razlichnykh sposobov osnovnoi obrabotki pochvy i sredstv intensivatsii v bor'be s zasorennoy'yu posevov yachmenya [The effectiveness of various methods of basic tillage and means of intensification in the fight against infestation of barley crops.]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, no. 2 (30), 2019, pp. 139-144. DOI: 10.24411/2309-348X-2019-11104 (In Russian)
2. Kiryushin V.I. Nauchno-innovatsionnoe obespechenie prioritetov razvitiya sel'skogo khozyaistva [Scientific and innovative support of agricultural development priorities]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2019, v. 33, no. 3, pp. 5-10. (In Russian)
3. Vol'tere I.A., Vlasova O.I., Trubacheva P.V. et al. Vliyanie traditsionnoi tekhnologii vzdelyvaniya i pryamogo poseva polevykh kul'tur na agrofizicheskie faktory pochvennogo plodorodiya chernozema obyknovennogo v zone neustoichivogo uvlazhneniya [Influence of traditional cultivation technology and direct sowing of field crops on agrophysical factors of soil fertility of ordinary chernozem in the zone of unstable moisture]. *Agrofizika*. 2018, no. 4, pp. 24-30. (In Russian)
4. Vorontsov V.A. Kontseptsiya tekhnologii osnovnoi obrabotki chernozemnykh pochv na osnove energo - i resursosberegayushchikh priemov v severo-vostochnom regione Tsentral'nogo Chernozem'ya [The concept of the technology of the main cultivation of chernozem soils based on energy and resource-saving methods in the north-eastern region of the Central Chernozem region]. *FANO, FGBNU «FNTs im. I.V. Michurina»*. Tambov, 2016, 74 p. (In Russian)
5. Victor Vorontsov, Yuri Skorochkin, Olga Ivanova, Alexey Shabalkin, and Elena Dudova. Computation of Typical Chernozem in Long-Run Response to Primary Tillage Operations *J. Comput. Theor. Nanosci.* 16, 250-254 (2019).

6. Tskhovrebov V.S., Esaulko A.N., Novikov A.A. Sovremennye problemy plodorodiya pochv Stavropol'ya [Modern problems of soil fertility in the Stavropol region]. *Agrokhimicheskii vestnik*, 2017, no. 4, pp. 3-8. (In Russian)
7. Shabalkin A.V., Ivanova O.M., Skorochkin Yu.P., Vorontsov V.A. et al. Tekhnologiya vyrashchivaniya ozimoi pshenitsy v Tambovskoi oblasti [Technology for growing winter wheat in the Tambov region]. *M-vo nauki i vysshego obrazovaniya RF, Tambovskii NIISKh - filial FGBNU «FNTs im. I.V. Michurina»*. Tambov, 2019, 158 p. (In Russian)
8. Sychev V.G., Rukhovich O.V., Belichenko M.V. Geograficheskaya set' opytov s udobreniyami (sostoyanie, perspektivy i sovremennye vyzovy). Itogi vypolneniya programmy fundamental'nykh nauchnykh issledovaniy gosudarstvennykh zadaniy na 2013-2020 gg.: materialy Vserossiiskogo koordinatsionnogo soveshchaniya nauchnykh uchrezhdenii - uchastnikov Geograficheskoi seti opytov s udobreniyami [Geographic network of fertilizer experiments (state, prospects and current challenges). Results of implementation of program of fundamental scientific research of state assignments for 2013-2020: materials of the All-Russian coordination meeting of scientific institutions - participants of the Geographic network of experiments with fertilizers]. Moscow, *VNII Agrokhimii imeni D.N. Pryanishnikova*, 2018, pp. 4-11. (In Russian)
9. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta [Field experience]. Moscow: «Kolos», 1979, 416 p. (In Russian)