

Заключение. Применение органоминерального удобрения на основе помёта в среднегодовых дозах от 1,7 до 2,9 т/га на деградированной среднеоккультуренной дерново-подзолистой почве повысило продуктивность полевого севооборота на 47-71 %, а в сочетании с минеральными удобрениями – на 94-178 %. На фоне двухлетнего возделывания в севообороте многолетних трав это обеспечивало также существенное улучшение структурного состояния почвы (в меньшей степени других агрофизических свойств), предотвращало подкисление.

Более существенные позитивные изменения физических и физико-химических свойств почвы достигались применением ОМУ в среднегодовых дозах от 3,3 до 5,7 т/га. В вариантах опыта с этими дозами за 3 года коэффициент структурности почвы увеличился в 2,7 раза, водопрочности структуры – в 1,5 раза, показатели полевой влагоёмкости – на 1,7 %, pH_{KCl} – на 0,47 ед., суммы обменных оснований – на 0,58 ммоль(экв)/100 г.

Литература

1. *Архипов М.В. и др.* Методологические и информационно-технологические основы развития кормопроизводства в Северо-Западном регионе РФ. – СПб., 2015. – 184 с. 2. *Архипов М.В. и др.* Оценка биопотенциала производства продовольствия в Северо-Западном регионе России. – СПб.-Пушкин, 2016. – 136 с. 3. *Байбеков Р.Ф., Дубенко Н.Н., Савич В.И., Седых В.А.* Изменение состояния водной среды при внесении больших доз помёта в дерново-подзолистые

почвы // *Природообустройство*. – 2013. – № 5. – С. 10-13. 4. *Байбеков Р.Ф., Седых В.А., Савич В.И., Поветкина Н.Л.* Влияние на развитие дернового процесса высоких доз органических удобрений // *Плодородие*. – 2012. – № 4. – С. 8-10. 5. *Иванов А.И., Иванова Ж.А., Воробьёв В.А., Цыганова Н.А.* Агроэкологические последствия длительного использования дефицитных систем удобрения на хорошо окультуренных дерново-подзолистых почвах // *Агрохимия*. – 2016. – № 4. – С. 10-17. 6. *Иванов А.И., Иванова Ж.А., Фрейдкин И.А.* Воспроизводство плодородия дерново-подзолистых почв с использованием нового органоминерального удобрения // *Плодородие*. – 2014. – № 6 (81). – С. 20-22. 7. *Иванов А.И., Иванов И.А., Воробьёв В.А., Лямцева Е.Г.* Изменение калийного состояния хорошо окультуренной дерново-подзолистой почвы при применении калий-дефицитной системы удобрения // *Агрохимия*. – 2009. – № 4. – С. 21-26. 8. *Иванов А.И. и др.* Агротехнические аспекты реализации биоклиматического потенциала Северо-Запада России // *Агрофизика*. – 2016. – № 2. – С. 35-44. 9. *Иванов А.И., Цыганова Н.А., Воробьёв В.А.* Оценка длительного использования хорошо окультуренной дерново-подзолистой почвы при применении разных систем удобрения // *Агрохимия*. – 2010. – № 3. – С. 17-21. 10. *Мёрзлая Г.Е. и др.* Использование птичьего помёта в земледелии. – М.: Изд. ООО «НИПКЦ Восход-А», 2013. – 272 с. 11. *Медин Д.К., Русакова И.В., Шабурдина Н.П.* Влияние птичьего помёта в сочетании с соломой на агрегатный состав и водопрочность агрегатов дерново-подзолистой суглинистой почвы // *Агрофизика*. – 2016. – №2. – С.18-23. 12. *Моисеенко В.Ф., Белоус Н.М.* Влияние длительного применения удобрений на физические свойства дерново-подзолистой почвы // *Почвоведение*. – 1997. – № 11. – С. 1310-1312. 13. *Сычёв В.Г., Лунёв М.И., Павлихина А.В.* Современное состояние и динамика плодородия пахотных почв России // *Плодородие*. – 2012. – № 4. – С. 5-7. 14. *Шафран С.А.* Динамика плодородия почв Нечернозёмной зоны и резервы // *Агрохимия*. – 2016. – №8. – С. 3-10.

NEW ORGANICMINERAL FERTILIZER AS A MEANS FOR OPTIMIZATION OF PHYSICO-CHEMICAL AND AGROPHYSICAL PROPERTIES OF LIGHT SOD-PODZOLIC SOILS

A.I. Ivanov, Zh.A. Ivanova

Agrophysical Research Institute, Grazhdanskiy pr. 14, 195220 Saint-Petersburg, Russia, E-mail: ivanovai2009@yandex.ru

The results of studies on the complex assessment of a new organicmineral fertilizer based on chicken manure (OMU) are presented. Its high agronomic efficiency at three times for rotation of introduction in small and average doses (payback of 1 kg of NPK equaled from 6.8 to 11.6 grain units is established.), as well as the ability to stop the development of the degradation process in the affected soil. Significant positive changes in agrophysical and physico-chemical properties of the soil were achieved by using high doses of WMD (single – 7-10 t/ha, average annual – 3.3-5.7 t/ha). In comparison with background, for 3 years, the increase in the structural and water – resistance coefficients of the structure was, respectively, by 2.7 and 1.5 times, the moisture content – by 1.7%, pH_{KCl} – by 0.47, the amount of exchange bases-by 0.58 mmol(EQ)/100 g with a decrease in the average soil density by 0.04 g/cm³.

Keywords: soil, agrophysical properties, physical and chemical properties, degradation, organic-mineral fertilizer, dose, efficiency

УДК 631.51.01:633.16

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ АГРОТЕХНИКИ ЯРОВОГО ЯЧМЕНА НА СВЕТЛО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВАХ ПРИ ИХ ЕСТЕСТВЕННОМ УВЛАЖНЕНИИ

В.В. Бородычев¹, ак. РАН, А.Е. Новиков^{2,3}, д.т.н., А.В. Шуравилин⁴, д.с.-х.н., С.В. Микитин¹,

¹Волгоградский филиал ФГБНУ ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова

400002, Россия, г. Волгоград, ул. Тимирязева, д. 9

²ФГБНУ ВНИИОЗ, 400002, Россия, г. Волгоград, ул. Тимирязева, д. 9

³ВолгГТУ, 400005, Россия, г. Волгоград, пр. Ленина, д. 28

⁴РУДН, 117198, Россия, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 8, корп. 2

Изучены элементы агротехники ярового ячменя – варианты основной обработки почвы и дозы минерального питания в сухостепной зоне Волгоградской области на светло-каштановых почвах при их естественном увлажнении. Наибольшее аккумулялирование влагозапасов получено при безотвальных рыхлениях почвы стойками РОПА и СибИМЭ, а наименьшее – при плоскорезной обработке с объемом влагозапасов 556 м³/га в слое почвы 0,0-0,5 м, что ниже на 258, 241 и 119 м³/га в сравнении с безотвальными и отвальной обработками соответственно. Большие влагозапасы и интенсивный переход фосфатов в доступные формы питания для ярового ячменя и почвенной микрофлоры при безотвальной обработке стойками РОПА обеспечили максимальное накопление аминокислот в слое 0,0-0,5 м в фазы – кущение 305 мкг амин/г полотна, выход в трубку – 377, колошение – 342 мкг амин/г полотна. Обработка почвы стойками РОПА способствовала созданию наилучших условий для роста и развития ярового ячменя, получению в годы исследования высоких урожаев зерна на уровне потенциальной продуктивности культу-

ры. В варианте с отвальной вспашкой прибавка зерна составила 18-20 %: по фону $N_{60}P_{50}$ – 1,70 т/га, по фону $N_{70}P_{60}$ – 1,77 т/га.

Ключевые слова: агротехника, яровой ячмень, основная обработка почвы, микробиологическая активность почвы, урожайность, агрофизические свойства почвы, плодородие, недостаточное увлажнение.

DOI: 10.25680/S19948603.2018.104.03

Яровой ячмень – одна из немногих зерновых колосовых сельскохозяйственных культур, характеризующихся относительно высокой и стабильной урожайностью в условиях недостаточного увлажнения [5, 7, 8].

В Российской Федерации в последние годы максимальный валовой сбор зерна ярового ячменя 191,8 млн т отмечен в 2015 г. В Волгоградской области посевные площади ярового ячменя с 2010 по 2016 г. составили в среднем 335,8 тыс. га, или 4,3 % от всех посевных площадей, а урожай зерна – 1,75 т/га [3].

Важным резервом увеличения урожайности ярового ячменя являются не только расширение его площадей и использование новых высокопродуктивных сортов, но и совершенствование элементов агротехники. Отечественных и зарубежных исследований по совершенствованию как отдельных элементов, так и технологии возделывания ярового ячменя в целом достаточно много. Цель их заключается в повышении урожайности культуры при сохранении плодородия почв, улучшении их агрофизических свойств и микробиологической активности [2, 6, 9, 11, 12]. По результатам анализа полученных данных можно констатировать, что решение проблемы должно носить комплексный характер с учетом подходов ресурсосберегающего, экологического и почвозащитного земледелия. Отмечается, что одним из наиболее важных элементов агротехники в условиях недостаточного увлажнения являются основная обработка и содержание элементов питания в почве, лимитирующие интенсивность фаз роста и развития ярового ячменя. Дифференцированное по глубине рыхление позволяет в условиях дефицита влаги оптимизировать водный режим и структуру почвы, а при научно обоснованных дозах минерального питания создать для ярового ячменя благоприятные условия формирования урожая зерна, реализации его потенциальной продуктивности. Однако ранее полученные результаты в мировой практике по изучению элементов технологии возделывания ярового ячменя не снижают актуальности настоящего исследования, так как элементы агротехники должны быть приурочены к почвенно-климатическим условиям [2, 6, 9, 11, 12].

Цель наших исследований – совершенствование элементов агротехники ярового ячменя в сухостепной зоне Волгоградской области на светло-каштановых почвах при их естественном увлажнении.

Методика. Исследования проводили с 2014 по 2016 г. на полях КФХ «Думбров С.И.» в Светлоярском районе Волгоградской области в условиях естественного увлажнения. Севооборот четырехпольный зернопропашной: 1 – черный пар; 2 – пшеница озимая; 3 – яровой ячмень; 4 – сорго зерновое. В опытах использовали районированный сорт ярового ячменя Волгоградский 8, норма высева – 3,5 млн всхожих семян на 1 га.

Схема полевого опыта включала два фактора. По фактору А (основная обработка почвы) исследования проводили по четырем вариантам: A_1 – контроль, традиционная лемешно-отвальная вспашка на глубину 0,22-0,25 м, A_2 – плоскорезная обработка на глубину

0,10-0,15 м, A_3 – безотвальное рыхление на глубину 0,26-0,30 м, A_4 – безотвальная обработка на глубину 0,35-0,40 м. По фактору В (удобрения) опыты включали три варианта доз внесения минеральных удобрений: B_1 – контроль, $N_{50}P_{40}$; B_2 – $N_{60}P_{50}$; B_3 – $N_{70}P_{60}$.

Варианты по делянкам опытного участка закладывали систематическим методом в 4-кратной повторности. Площадь опытных делянок 155 м², учетных – 92 м². Статистическую обработку данных, полученных в ходе экспериментов, выполняли методом дисперсионного анализа [4].

Почва – светло-каштановая тяжелосуглинистая. Поверхность опытного участка без уклонов, грунтовые воды залегают на глубине более 20 м.

Общая порозность и плотность сложения почвы в пахотном слое составляют 55,3 % и 1,25-1,29 кг/м³ соответственно. Вниз по профилю порозность уменьшается до 37,0 %, а плотность резко увеличивается – до 1,40-1,44 кг/м³. Влажность устойчивого завядания растений в пахотном слое составляет около 9,6 % с уменьшением вниз по профилю до 7,6 %. Реакция почвенного раствора слабощелочная, pH водной вытяжки варьирует от 7,2 до 7,6 ед.

Содержание гумуса (по Тюрину) уменьшается вниз по профилю с 2,20 % в горизонте А до 0,88 % в горизонте С. В составе гумуса примерно равное количество гуминовых кислот и фульвокислот, но последние нередко преобладают. Содержание подвижных форм фосфора среднее – 15 мг/кг (по Мачигину), обменного калия высокое – более 340 (по Мачигину), легкогидролизуемого азота низкое – 43 мг/кг (по Тюрину и Кононовой).

Таким образом, почва опытного участка характерна для Нижнего Поволжья и пригодна для возделывания ярового ячменя, а разработанная схема полевого опыта позволяет дать комплексную оценку влиянию вариантов основной обработки почвы и доз минерального питания на формирование урожая зерна ярового ячменя.

Результаты и их обсуждение. В год закладки опытов предшественником ярового ячменя была озимая пшеница, которую возделывали по черному пару. После ее уборки выполняли лущение стерни дисковым лущильником типа ЛДГ-10, а в вариантах с плоскорезной и безотвальными обработками почвы для заделки в верхний слой семян сорняков и падалицы убранной культуры предварительно проводили мелкое рыхление игольчатой бороной БИГ-3.

По делянкам опытного участка, согласно схеме полевого опыта, основную обработку почвы выполняли осенью лемешно-отвальным плугом ПН-4-35 на глубину 0,23-0,25 м, пропашным культиватором КПШ-5 на глубину 0,10-0,15 м, стойками СибИМЭ на глубину 0,26-0,30 м и РОПА на глубину 0,35-0,40 м [1, 10]. Одновременно с основной обработкой почвы вносили расчетные дозы фосфорных удобрений.

Весенние полевые работы включали покровное боронование и культивацию. Начало этих работ было приурочено к физической спелости почвы. Способ за-

крытия влаги зависел от характера и состояния агрофона. Для закрытия влаги на делянках с классической и мелкой основной обработками почвы использовали тяжелую зубовую борону типа БЗТС-1,0, а на делянках со стерневым фоном после безотвальных рыхлений – игольчатую борону типа БИГ-3. Боронование проводили в два следа поперек направлению основной обработки почвы. Для выравнивания поверхности почвы применяли шлейф-бороны ШБ-2,5. Предпосевную культивацию проводили культиватором типа КПС-4,2.

Во все годы исследований яровой ячмень сеяли рядовым способом при помощи зернутоковой прицепной сеялки типа СЗ-3,6 в середине апреля по достижению почвой оптимальных температур с последующим прикатыванием катками типа ЗККШ-6. Совместно с посевом вносили расчетные дозы азотных удобрений. Уборку ярового ячменя проводили по вариантам опыта поделаночно комбайном САМПО-130 с 5 по 10 июля при 14 %-ной влажности зерна.

Все сельхозорудия агрегатировали с трактором Terrior ATM 4200.

Изучение элементов агротехники сопровождалось наблюдениями за агрофизическими свойствами и микробиологической активностью почвы, фенологическими фазами роста и развития ярового ячменя, его биологическими особенностями.

В условиях недостаточного увлажнения водный режим почвы, лимитирующий интенсивность процессов гумусообразования и стабильность получения урожаев сельскохозяйственных культур, зависит от количества выпавших осадков и степени укрытия влаги во внутрипочвенных слоях.

По результатам исследования установлено, что запасы продуктивной влаги в слоях почвы были сформированы главным образом за счет осенне-зимних осадков. Осадки вегетационного периода не обеспечивали промачивания глубоких слоев и в основном расходовались на испарение самой почвой. При этом объем запасов влаги и интенсивность ее убыли по фазам роста и развития ярового ячменя существенно зависели от вариантов основной обработки почвы (табл. 1).

1. Продуктивная влага в слое почвы 0,0-0,5 м в посевах ярового ячменя по лучшему фону минерального питания (в среднем за 2014-2016 г.), мм

Вариант обработки почвы	Перед посевом	Фазы роста и развития					
		всходы	кущение	выход в трубку	колошение	молочная спелость	восковая спелость
A ₁	67,5	62,9	59,3	56,4	53,2	38,7	25,1
A ₂	55,6	51,8	48,8	42,4	39,8	30,2	20,7
A ₃	79,7	74,3	71,0	68,5	64,8	49,0	29,6
A ₄	81,4	75,8	71,5	69,2	64,1	56,1	49,3

Результаты исследования показали, что при безотвальных основных обработках почвы в слое 0,0-0,5 м аккумуляция продуктивной влаги протекает более интенсивно в сравнении с контролем и вариантом с плоскорезной обработкой. При рыхлении почвы на глубину 0,35-0,40 м запасы продуктивной влаги перед посевом ярового ячменя были наибольшими с тенденцией плавного понижения по фазам роста и развития культуры до наименьшей величины в фазе восковая спелость. Схожая картина наблюдалась в варианте с рыхлением почвы на глубину 0,26-0,30 м. Наименьшие влагозапасы были в варианте с плоскорезной обработкой почвы – на начало посева ярового ячменя объем запасов на 1 га

пашни был ниже на 258 и 241 м³ соответственно, чем при безотвальных обработках, и на 119 м³ в сравнении с контролем.

В целом объемы влагозапасов в вариантах с традиционной отвальной вспашкой и плоскорезной обработкой были ниже, чем при безотвальных обработках, а тенденция к их убыли по фазам роста и развития ярового ячменя выражена более интенсивно. Это связано с наличием уплотненной прослойки (плужной подошвы), сформированной на границе раздела пахотного и подпахотного горизонтов вследствие многолетней вспашки на одну и ту же глубину, которая препятствовала проникновению влаги во внутрипочвенные слои. Происходят переувлажнение верхних слоев почвы и сток воды даже в условиях недостаточного увлажнения.

При исследовании влияния приемов основной обработки почвы на количественный и качественный состав сорняков установлено, что во все годы засоренность посевов ярового ячменя была невысокой в связи с размещением культуры в севообороте после озимой пшеницы, идущей по пару. Тем не менее, разница по вариантам опыта была заметной (рис. 1), а видовой состав сорняков представлен ширицей запрокинутой, вьюнком полевым, осотом розовым, марью белой и горцем птичьим.

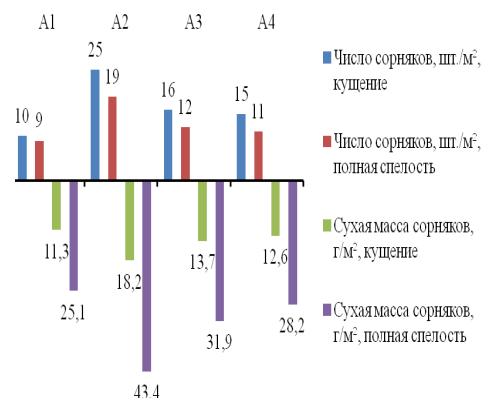


Рис. 1. Интегральные значения показателей засоренности в посевах ярового ячменя по вариантам основной обработки почвы по лучшему фону минерального питания (в среднем за 2014-2016 г.)

В среднем за годы исследований в фазы кущение и полная спелость наибольшее число сорняков на 1 м² было в варианте с плоскорезной обработкой – 19-25 при массе 18,2-43,4 г/м², в то время как на контроле – только 9-10 при массе 11,3-25,1 г/м². Это обусловлено тем, что при отвальной вспашке верхний слой почвы, насыщенный растительными и пожнивными остатками, вместе с семенами сорняков оборачивался на дно борозды, препятствуя их прорастанию. В вариантах с безотвальными обработками почвы интегральные показатели засоренности занимали промежуточные значения.

Микробиологическая активность почвы – важнейший индикатор уровня плодородия и сопутствующих почвенных процессов. Наибольшее влияние на данный показатель оказывают водный, тепловой и пищевой режимы почвы, а также ее агрофизические свойства [2, 11, 12].

Наблюдения за микробиологической активностью почвы проводили в активные фазы роста и развития ярового ячменя. По результатам исследований установлено, что отвальная, плоскорезная и безотвальная основные обработки почвы оказывают неодинаковое влияние на протекающие в ней микробиологические

процессы (рис. 2). Наибольшее количество целлюлозоразрушающих микроорганизмов было в фазе выхода в трубку ярового ячменя. По всем вариантам обработки почвы в среднем за годы наблюдений количество разложившейся льняной ткани в слое 0,0-0,1 м примерно одинаковое – 120-126 мкг амин/г полотна. Распределение целлюлозоразрушающих бактерий вниз по профилю почвы более неоднородное, за исключением контроля, с тенденцией к замедлению деятельности микроорганизмов. При этом наибольшая биогенность почвы в слое 0,0-0,1 м отмечена в вариантах с безотвальными обработками.

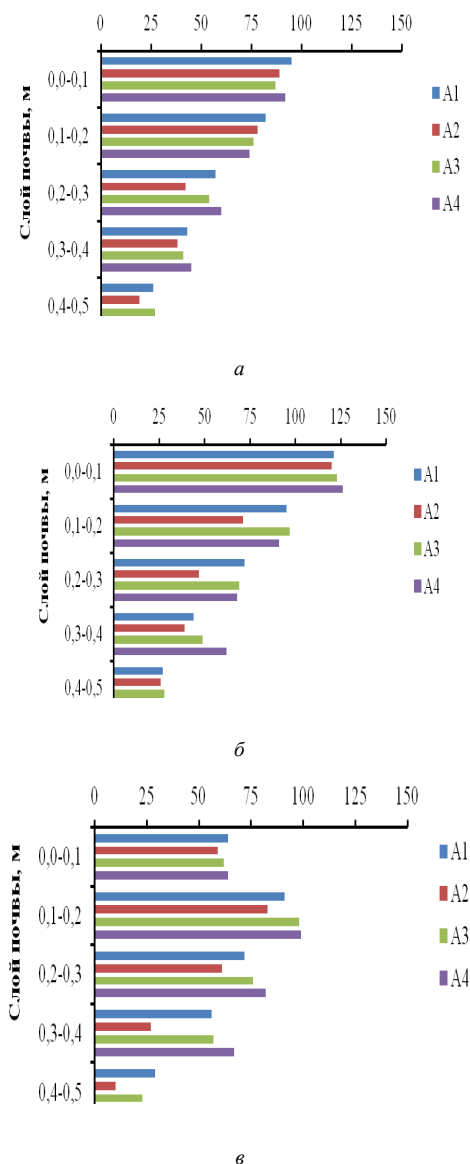


Рис. 2. Биологическая активность почвы (мкг амин/г полотна) в посевах ярового ячменя по вариантам основной обработки по лучшему фону минерального питания (в среднем за 2014-2016 г.): в фазы – а – кущение, б – выход в трубку, в – колошение

Максимальное суммарное накопление аминокислот в слое 0,0-0,5 м зафиксировано в варианте с безотвальным рыхлением стойками РОПА – 377 мкг амин/г полотна по сравнению с 359 на контроле, 303 при плоскорезной обработке и 366 мкг амин/г полотна при безотвальном рыхлении стойками СибИМЭ соответственно. Это обусловлено большими влагозапасами и интенсивным переходом фосфатов в доступные формы питания для ярового ячменя и почвенной микрофлоры в этом варианте.

В фазе кущения ярового ячменя степень разрушения льняного полотна была самой низкой – суммарное накопление аминокислот в слое 0,0-0,5 м составило от 266 при плоскорезной обработке до 305 мкг амин/г полотна при безотвальном рыхлении стойками РОПА. Такой эффект связан с тепловым режимом почвы, которая находилась в стадии прогревания и еще не достигла благоприятных температур для роста и развития целлюлозоразрушающих микроорганизмов.

В фазе колошения ярового ячменя микробиологическая активность почвы была несколько ниже, чем в фазе выхода в трубку, а наибольшая биогенность почвы сместилась в нижележащие слои 0,1-0,2 и 0,2-0,3 м из-за иссушения верхнего слоя почвы. Суммарное накопление аминокислот в слое 0,0-0,5 м на контроле ниже на 13 %, в варианте с плоскорезной обработкой почвы – почти на 21, в вариантах с безотвальными обработками стойками СибИМЭ и РОПА, соответственно, на 14 и 10 %.

Эффективность технологических операций, использованных при возделывании ярового ячменя, определяется его урожайностью (табл. 2).

2. Урожайность ярового ячменя в зависимости от основной обработки почвы и доз минерального питания, т/га

Фактор А (обработка почвы)	Фактор В (удобрения)	Год исследования			Средняя
		2014	2015	2016	
Лемешно-отвальная вспашка	N ₅₀ P ₄₀	0,89	1,21	1,24	1,11
	N ₆₀ P ₅₀	1,18	1,43	1,50	1,37
	N ₇₀ P ₆₀	1,22	1,47	1,69	1,46
Плоскорезная обработка	N ₅₀ P ₄₀	1,10	1,22	1,25	1,19
	N ₆₀ P ₅₀	1,29	1,54	1,63	1,49
	N ₇₀ P ₆₀	1,33	1,60	1,82	1,58
Безотвальная обработка стойками СибИМЭ	N ₅₀ P ₄₀	1,14	1,31	1,39	1,28
	N ₆₀ P ₅₀	1,35	1,63	1,71	1,56
	N ₇₀ P ₆₀	1,40	1,71	1,77	1,63
Безотвальная обработка стойками РОПА	N ₅₀ P ₄₀	1,22	1,43	1,52	1,39
	N ₆₀ P ₅₀	1,42	1,72	1,97	1,70
	N ₇₀ P ₆₀	1,46	1,76	2,10	1,77
НСР ₀₅	Фактор А	0,030	0,031	0,036	0,022
	Фактор В	0,026	0,027	0,029	0,019
	Для частных средних	0,059	0,054	0,062	0,037

Результаты за все годы исследования показывают, что наиболее благоприятные условия для роста и развития ярового ячменя сложились при безотвальной обработке почвы стойками РОПА. Прибавка урожайности по зерну относительно контроля составила 18-20 %. В варианте с безотвальной обработкой почвы стойками СибИМЭ при тех же дозах минерального питания урожай зерна был ниже на 7,0-9,0 %. Отзывчивость ярового ячменя на плоскорезную обработку также была лучше, чем на традиционную лемешно-отвальную вспашку, прибавка зерна составила 0,12 т/га.

Закключение. Основная безотвальная обработка светло-каштановой почвы стойками РОПА на глубину 0,35-0,40 м в сухостепной зоне Волгоградской области обеспечивает получение устойчивых урожаев зерна ярового ячменя на уровне его потенциальной продуктивности. В результате глубокого рыхления разрушается уплотненная прослойка на границе раздела пахотного и подпахотного горизонтов и предотвращается переувлажнение верхних слоев почвы, аккумулируется продуктивная влага во внутрипочвенных слоях и активизируется работа почвенной микрофлоры. Всё это способствует созданию оптимального водного и пищевого

режимов почвы, улучшению ее агрофизических свойств, интенсификации гумусообразования.

Литература

1. Борисенко, И.Б. Основная обработка почв модернизированными чизельными орудиями / И.Б. Борисенко, А.Е. Новиков, М.А. Садовников // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2017 – № 5. – С. 27-32. 2. Влияние обработки почвы и минерального питания на динамику биологической активности и НРК при возделывании ярового ячменя / С.В. Микитин, А.В. Шуравилин, В.В. Бородин, А.Е. Новиков // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: агрономия и животноводство. – 2017. – № 4. – С. 295-304. 3. Динамика посевных площадей и урожайности ярового ячменя в РФ / Г.А. Филленко, Т.И. Фирсова, Ю.Г. Скворцова, Е.Г. Филиппов // Зерновое хозяйство России. – 2017 – № 5. – С. 20-25. 4. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследования) / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с. 5. Плещачев, Ю.Н. Способы основной обработки каштановых почв Нижнего Поволжья в зернопаровом севообороте: Монография / Ю.Н. Плещачев, И.Б. Борисенко. – Волгоград: Перемена, 2005. – 200 с. 6. Плещачев, Ю.Н. Сравнительная эффективность способов основной обработки почвы при выращивании ячменя / Ю.Н. Плещачев, И.А. Кошечев // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование.

– 2012. – № 3. – С. 34-37. 7. Урожайность ярового ячменя на каштановой почве Нижнего Поволжья / А.В. Шуравилин, В.В. Бородин, А.Е. Новиков, А.А. Поддубский // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: агрономия и животноводство. – 2016. – № 2. – С. 7-14. 8. Яровой ячмень – перспективная культура рисовых севооборотов Калмыкии / Н.Н. Дубенок, В.В. Кузнецова, В.В. Бородин, С.Б. Адыев // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2014. – № 1. – С. 13-17. 9. Dryland crop yields and soil organic matter as influenced by long-term tillage and cropping / U.M. Sainju, A.W. Lenssen, T. Caesar-TonThat, R.G. Evans // Agronomy journal. 2009. – Vol. 101. – Issue 2. – P. 243-251. 10. Energy and agrotechnical indicators in the testing of machine-tractor units with subsoiler / A.S. Ovchinnikov, A.S. Mezheva, A.E. Novikov, S.D. Fomin, Yu.N. Pleskachev, I.B. Borisenko, V.P. Zvolinsky, N.V. Tyutyuma, E.S. Vorontsova // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences: [online journal]. – 2017. – Vol. 12, No. 24. – P. 7150-7160. 11. The importance of plants to development and maintenance of soil structure, microbial communities and ecosystem functions / F.M. Vezzani, C. Anderson, E. Meenen, R. Gillespie, M. Peterson, M.H. Beare // Soil and Tillage Research. – 2018. – Vol. 175. – P. 139-149. 12. The effect of various long-term tillage systems on soil properties and spring barley yield / I. Malecka, A. Blecharczyk, Z. Sawinska, T. Dobrzaniecki // Turkish journal of Agriculture and Forestry. – 2012. – Vol. 36. – Issue 2. – P. 217-226.

ELEMENTS IMPROVING OF AGROTECHNICS FOR SPRING BARLEY CULTIVATION ON LIGHT-BROWN SOILS AT THEIR NATURAL MOISTURE

V.V. Borodychev¹, A. E. Novikov^{2,3}, A.V. Shuravilin¹, S.V. Mikitin⁴

¹ Volgograd Department of Kostyakov All-Russian Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation, Timiryazeva ul. 9, 400002 Volgograd, Russia

² All-Russian Institute of Irrigated Agriculture, Timiryazeva ul. 9, 400002 Volgograd, Russia

³ Volgograd State Technical University, Lenina pr. 28, 400005 Volgograd, Russia

⁴ Peoples' Friendship University of Russia, Miklouho-Maclaya ul.89, 117198 Moscow, Russia

The paper studies the elements of agricultural technology for cultivation of spring barley in the dry steppe zone of the Volgograd region on light chestnut lands with their natural moisture -the main options for soil treatment and doses of mineral nutrition. The greatest accumulation of moisture storage was obtained in case of soil loosening with ROP and Sibime stands, and the lowest – in case of flat-cut processing with a volume of moisture storage at the level of 556 m³/ha in the soil layer of 0.0-0.5 m, which is lower by, respectively 258, 241 and 119 m³/ha in comparison with the Large moisture reserves and intensive transition of phosphates into available forms of nutrition for spring barley and soil microflora in case of non-dump treatment with ROP racks ensured the maximum accumulation of amino acids in the layer of 0.0-0.5 m – in the tillering phase of 305 µg amine/g of fabric, in the phase of elongation – 377 µgamine/g of fabric, in the ear phase – 342 µg amine/g of fabric. Soil treatment with ROP stands contributed to the creation of the best conditions for the growth and development of spring barley, obtaining in the years of research high grain yields at the level of potential crop productivity. Regarding the option with ploughing additional yield of grain increase was 18-20%:for N60P50 background – 1.70 t/ha, for the N70P60 background – 1.77 t/ha.

Key words: agricultural engineering, spring barley, the main processing of the soil, microbiological activity of the soil, productivity, agrophysical properties of the soil, fertility of the soil, insufficient moisture.

ВЛИЯНИЕ СЕЛЕНА И КРЕМНИЯ НА УСТОЙЧИВОСТЬ РАСТЕНИЙ ЯЧМЕНЯ К ЗАСУХЕ И НАЛИЧИЕ В ПОЧВЕ АЛЮМИНИЯ ПРИ ВНЕСЕНИИ МЕЧЕНОГО ¹⁵NO₃⁻

И.В. Верниченко, д.б.н., РГАУ-МСХА, Л.В. Осипова, д.б.н., Т.Л. Курносова, к.б.н., И.А. Быковская, В.А. Литвинский, к.б.н., ВНИИА, А.А. Лапушкина, РГАУ-МСХА i.vernichenko@gmail.com

В условиях вегетационного опыта изучено влияние предпосевной обработки семян биогенными элементами Se и Si на устойчивость растений ячменя к почвенной засухе и наличию в почве Al. Показано протекторное действие обработки семян на продуктивность растений ячменя, в результате чего существенно снижались потери урожая зерна от почвенной засухи. Использование метода меченых атомов (соединений, обогащенных стабильным изотопом азота ¹⁵N) позволило установить, что предпосевная обработка семян Se и Si, а также их смесью, в оптимальных условиях увеличивала скорость поглощения растениями ячменя меченого нитратного азота при коротких экспозициях после его корневого внесения. При почвенной засухе растения ячменя, семена которых были обработаны селеном и кремнием, значительно лучше переносили дефицит воды и дольше сохраняли способность к поглощению нитратного азота, а при возобновлении полива быстрее выходили из депрессивного состояния и успешнее справлялись с негативными последствиями засухи в период репарации.

Ключевые слова: ячмень, селен, кремний, почвенная засуха, подвижный алюминий, поглощение меченого азота ¹⁵NO₃⁻, короткие экспозиции.